

THEO CLAASSEN

# Een duistere geschiedenis opgehelderd



Waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland,  
een historisch literatuuroverzicht



THEO CLAASSEN

# Een duistere geschiedenis opgehelderd

Waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland,  
een historisch literatuuroverzicht



## Voor schoon water en gezonde aquatische ecosystemen

*Uitgave ter gelegenheid van het 10-jarige bestaan van Wetterskip Fryslân*



Hoofdkantoor van Wetterskip Fryslân aan de Harlingerstraatweg te Leeuwarden

Deze uitgave is mogelijk gemaakt door Wetterskip Fryslân.



Postbus 36, 8900 AA Leeuwarden, telefoon: 058 - 292 22 22  
info@weterskipfryslan.nl - www.weterskipfryslan.nl




## Een duistere geschiedenis opgehelderd

Waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland,  
een historisch literatuuroverzicht

**Theo Claassen**

**2014**

Met tekstbijdragen van Geart Benedictus, Sietske Rintjema, Jeroen van Zuidam, Bastiaan van Zuidam en Edwin Peeters, Wibe Altenburg, Jaap Quak, Addy de Jongh, Arjen Kok, Arjen Reitsma, Albert Brouwer, Roelof Veeningen, Anton Pothaar en Bert van Kalsbeek.





*Ricciocarpus natans*, kroosmos.

# Voorwoord

Waarom geen Deltabeslissing over waterkwaliteit?

2014 wordt het jaar van de Deltabeslissingen. Over waterveiligheid, over zoetwater, over het IJsselmeer en de toevoer vanuit de grote rivieren, over zandsuppleties. Waterkwaliteit ontbreekt echter in het rijtje.

Naar mijn mening ten onrechte. Natuurlijk, we hebben de Kaderrichtlijn Water, maar in grote delen van Nederland wordt bij de KRW toch vooral bestuurlijk de vraag gesteld hoe we met de minste inspanningen en op de goedkoopste manier aan de Brusselse eisen kunnen voldoen! Want de afgelopen vijftig jaar hebben we toch al heel veel gedaan en hebben we toch ook al heel veel bereikt.

Dat laatste zal ik niet ontkennen. De situatie van nu is niet te vergelijken met die van 1960 toen er nog geen Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren bestond en vrijwel alle zuiveringsinstallaties nog gebouwd moesten worden. De zichtbare verontreinigingen, waarbij hele watergangen verkleurden of schuimvlokken door woonwijken dreven, behoren nu tot het verleden. Daar schuilt tegelijkertijd het gevaar: omdat we het probleem niet meer met het blote oog kunnen waarnemen, lijkt het er ook niet meer te zijn!

De werkelijkheid is helaas minder rooskleurig. We krijgen geen of onvoldoende greep op de doorgaande verontreiniging met nutriënten. Bij controles op gewasbeschermingsmiddelen en biociden worden nog steeds forse overschrijdingen gemeten, zelfs van stoffen die al lang niet meer zijn toegelaten. Een nieuwe groep boosdoeners met medicijnen en hormoonverstorende stoffen dient zich aan. In veel watergangen is de ecologische kwaliteit, die zo belangrijk is voor het biologisch evenwicht, nog ver onder het gewenste niveau. Zonder verdere maatregelen dreigt die kwaliteit zelfs te verslechteren.

Een Deltabeslissing waterkwaliteit zou daarom in het eerder opgesomde rijtje niet hebben misstaan. Om ons gezamenlijk commitment nog weer eens duidelijk te onderstrepen en om verantwoordelijkheid te nemen voor een gezamenlijk uitvoeringsprogramma.

Deze publicatie geeft een systematisch overzicht van alle inspanningen, rapporten en artikelen over waterkwaliteit, waarbij Wetterskip Fryslân en haar medewerkers, maar ook velen daarbuiten in de afgelopen decennia betrokken zijn geweest. Een indrukwekkend overzicht. Er is dus wel heel veel aandacht aan het onderwerp besteed, maar het heeft lang niet altijd de waardering gekregen die het verdient!

Paul van Erkelens  
dijkgraaf Wetterskip Fryslân

# Inhoudsopgave

Voorwoord .....	7
Samenvatting .....	10
<b>Waterlelies .....</b>	<b>12</b>
1 Waaron dit boek en waarover gaat het .....	13
1.1 Aanleiding .....	13
1.2 Doelstelling .....	15
1.3 Kader .....	15
1.4 Periode .....	16
1.5 Leeswijzer .....	16
<b>Deel 1 .....</b>	<b>18</b>
2 Het verhaal in grote lijnen .....	21
2.1 De regionale waterkwaliteitsbeheerder .....	21
2.2 De eerste helft van de 20e eeuw: een fragmentarische aanloop .....	21
2.3 De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren en de Kaderrichtlijn Water .....	22
2.4 Veranderingen in waterkwaliteit .....	23
<b>Witte lotus .....</b>	<b>26</b>
3 Verscheidenheid in landschap, milieu en water .....	27
3.1 Van alles wat .....	29
3.2 De Friese boezem .....	31
3.3 Hogere zandgronden .....	34
3.4 Laagveengebied .....	36
3.5 Zeekleigebied .....	37
3.6 De Waddeneilanden .....	38
3.7 Afgesloten zeearmen en estuaria .....	38
3.8 De toestand van het milieu .....	40
<b>Verleden .....</b>	<b>42</b>
4 Over vervuiling, klachten, beleid, plannen en maatregelen .....	43
4.1 Regionale en lokale gradiënten .....	43
4.2 Erbarmelijke toestanden .....	46
4.3 Langzame start van sanitatie .....	52
4.5 Beleidsplannen op provinciaal niveau .....	55
4.6 Naar een all-in waterschap en integraal waterbeheer .....	66
4.7 Raakvlakken met aanpalende beleidsvelden .....	67
<b>Het blijft .....</b>	<b>76</b>
5 Normen, doelen en beoordelingen .....	77
5.1 Het externe kader .....	77
5.2 De uitwerking en toepassing in Friesland .....	82
<b>De oevers .....</b>	<b>88</b>
6 Ontwikkelingen in onderzoek en monitoring .....	89
6.1 Begin 20 <sup>e</sup> eeuw tot 1955 .....	89
6.2 De periode 1955 tot 1980 .....	91
6.3 De periode 1980 tot 2000 .....	93
6.4 Waterkwaliteitsmonitoring: eerst de provincie, later het waterschap aan zet .....	95
6.5 Themarapportages in de eerste decennia van de 21 <sup>e</sup> eeuw .....	103
6.6 Projectgebonden en uitvoeringsgerichte verdiepingsslagen .....	113
<b>Heden .....</b>	<b>124</b>
7 Gebiedsgericht waterkwaliteitsonderzoek .....	125
7.1 Laagveenmoerasgebieden .....	125
7.2 Brakke poldergebiedjes .....	131
7.3 Beekdalen en beken .....	132
7.4 Polderplassen .....	134
7.5 Vennen, pingoruïnes en dobben .....	135
7.6 Het Fochteloërveen .....	137

7.7	Diepe plassen .....	138
7.8	Sloten .....	139
7.9	Wateren op de Waddeneilanden .....	141
7.10	De Friese boezem .....	145
7.11	Stedelijk water .....	155
7.12	Zwemwateren .....	156
<b>De zee .....</b>		<b>158</b>
8	Themagerichte maatregelen en monitoring .....	159
8.1	Eutrofiëring .....	159
8.2	Microverontreiniging en waterbodems .....	169
8.3	Oevers en beheer van watergangen .....	174
8.4	Vissen .....	176
8.5	Verdroging en verzuring .....	183
8.6	Verziltning .....	186
8.7	Versnippering .....	188
8.8	Klimaatverandering .....	189
<b>Toekomst .....</b>		<b>192</b>
9	Nabeschouwing en toekomstperspectief .....	193
9.1	Officiële en grijze literatuur .....	193
9.2	Overlegstructuren en werkverbanden .....	194
9.3	Hoe hangt de waterkwaliteitsvlag erbij .....	195
9.4	Vragen blijven en komen .....	196
9.5	Kennis op de harde schijf .....	197
9.6	Water is meer dan H <sub>2</sub> O .....	198
9.7	Maatschappelijke en organisatorische veranderingen .....	199
<b>Water 110 pogingen .....</b>		<b>204</b>
10	Literatuur .....	205
10.1	Algemene literatuur .....	205
10.2	Overige publicaties van de auteur .....	212
<b>Deel 2 .....</b>		<b>214</b>
11	Betrokkenheid en inzet van velen .....	217
11.1	Landbouw en waterkwaliteit .....	218
11.2	Door de ogen van It Fryske Gea .....	221
11.3	Nutriëntenretentie op polderniveau .....	224
11.4	Blaugers en soldatekwast .....	228
11.5	Als een vis in het Friese water? .....	232
11.6	De Otter fielt him wer thús yn Fryslân .....	235
11.7	Het één heeft met het ander te maken .....	240
<b>Lof van het water .....</b>		<b>242</b>
12	Waterbeheer, een multidisciplinair werktein .....	243
12.1	Veldwerk en laboratoriumanalyse bij Wetterskip Fryslân .....	244
12.2	Binnen een generatie naar zuivering van al het Friese afvalwater .....	246
12.3	Eutrofiëring: toestand en trends 1975-2012 .....	250
12.4	Vergunningverlening en handhaving: meer dan een papieren tijger .....	258
12.5	Vijf interviews .....	261
<b>World of the river .....</b>		<b>272</b>
13	Eerdere literatuuroverzichten .....	273
<b>Wijze boeken .....</b>		<b>278</b>
14	Bibliografie over waterkwaliteit in Friesland .....	279
15	Toelichting op het literatuurbestand .....	343
15.1	Keuze- en selectiemogelijkheden .....	345
16	Websites.....	347
17	Lijst van afkortingen .....	348
<b>Water bij dag en bij nacht .....</b>		<b>351</b>
Dankwoord .....		352
<b>Water is leven .....</b>		<b>354</b>
Colofon .....		355



# Samenvatting

De hoeveelheid officiële en grijze literatuur over waterkwaliteit en aquatische ecologie in Friesland is in de loop der jaren zo groot geworden dat het niet mogelijk is dat allemaal te overzien en gemakkelijk te vinden. Het kan echter belangrijk zijn te weten wat er over een specifiek thema, een bepaald gebied of een watersysteemcomponent bekend of onderzocht is. En welke (beleids)keuzen er in de loop der jaren zijn gemaakt om watervervuiling te beperken en de waterkwaliteit te verbeteren. Die informatie kan benut worden voor (aangepast of nieuw) beleid, voor (voorgenomen) monitoring en onderzoek, voor passende (herstel)maatregelen en voor effectbepaling en evaluatie daarvan. Om te weten wat er zoal is onderzocht en gerapporteerd en om de toegang tot deze literatuur te vergemakkelijken is een zo compleet mogelijk overzicht gemaakt van publicaties, merendeels rapporten en artikelen over waterkwaliteitsonderzoek in Friesland. Dat is een lange lijst geworden van ruim 2600 referenties. Deze database is zo opgebouwd dat zoeken en selecteren mogelijk is op auteur(s), titel, jaar van publicatie en uitgave. Tevens zijn per referentie enkele trefwoorden en aanvullende kenmerken gegeven, die het mogelijk maken het zoeken en selecteren verder te specificeren.

De database omvat de periode vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw tot begin 2014. De eerste decennia van dit tijdsbestek leverden weinig referenties op. Pas na de Tweede Wereldoorlog is er een stapsgewijze toename in het aantal verslagen, rapporten en artikelen. Vanaf 1955 wordt een sprongetje gemaakt in dit aantal, waarna vanaf 1970 het jaarlijks aantal referenties geleidelijk aan stijgt tot 1995. Daarna stabiliseert dat aantal tot jaarlijks bijna 60 publicaties, gemiddeld ruim een per week.

Dit boek kent twee delen. De lijst met referenties in Deel 2 wordt in Deel 1 voorafgegaan door een beschrijvende toelichtende tekst, waarin het beschouwde gebied (Friesland) wordt besproken, grofweg verdeeld in zes regio's. Dan volgen de op wet- en regelgeving gebaseerde beleidsontwikkelingen op onderhavig vakgebied van waterkwaliteit en aquatisch ecologie, alsmede wie of welke instanties zoal welk onderzoek en monitoring hebben uitgevoerd. Die beleidsontwikkelingen werden vooral gestuurd door de ernstige waterverontreiniging en onhygiënische toestanden in dorpen en steden (vanaf eind 19<sup>e</sup> eeuw), de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (vanaf 1970) en de Kaderrichtlijn Water (vanaf 2000). Vanaf 1970 vond monitoring en onderzoek veelal ad hoc plaats, vooral vanuit landelijke instituten en door particulieren uit de regio (vaak autodidacten in een specifiek hydrobiologisch aspect of soortengroep). Vanaf 1960 krijgt de regionale water(kwaliteits)beheerder hierin een vaste rol. Vervolgens is aangegeven hoe dat aansluit bij watersystemen met hun functies, waterkwaliteitsdoelen en normen. Op basis van die verkenningen en historische ontwikkeling volgt een beschrijving van de ontwikkelingen in het onderzoek van de waterkwaliteit: van simpelweg proeven van het water tot hightech meetapparatuur van minieme concentraties van stoffen in het water en van tientallen bepalingen tot vele tienduizenden analyses per jaar.

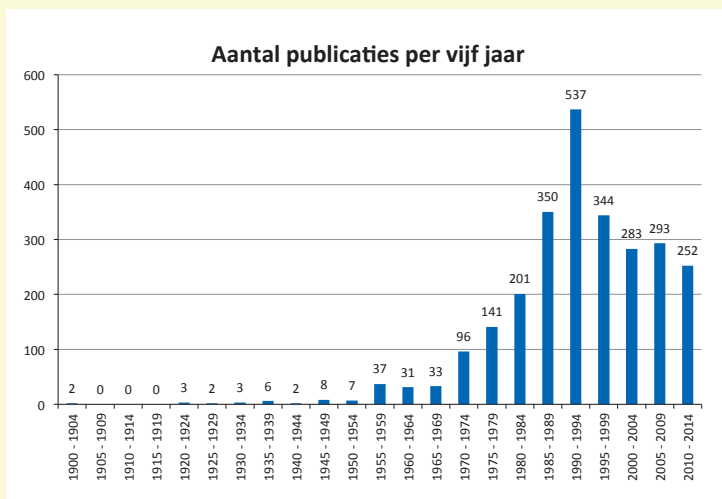
Aanvankelijk werd hoofdzakelijk het boezemwater onderzocht en was het referentie- en beoordelingskader een uniforme (landelijke) normenset van fysisch-chemische parameters. Vanaf midden jaren '80 ontstaat een grote diversiteit van aan functies en watertypen gerelateerde normenstelsels. Na de invoering van de Kaderrichtlijn Water wordt deze diversiteit (naar functies en watertypen) weer ingeperkt, maar divergeert en verzwaart de op de biologie gebaseerde waterkwaliteitsbeoordeling.

Dan volgt een hoofdstuk, waarin voor een aantal gebieden monitoring en maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit zijn beschreven. Aansluitend is een gelijksoortig hoofdstuk opgenomen, echter nu uitgaande van de meest relevante thema's binnen het waterkwaliteitsbeheer. Aangegeven wordt welke monitoring en welk onderzoek daarvoor heeft plaats gevonden en welke thema-gerichte maatregelen zijn uitgevoerd. Deel 1 wordt inhoudelijk afgesloten met een nabeschuiving en een blik in de toekomst voor zover dat mogelijk is.

Dan komt Deel 2. Voorafgaand aan de lange literatuurlijst zijn zeven korte bijdragen van anderen opgenomen, van mensen die vanuit hun professie en organisatie te maken hebben met water en waterkwaliteit. Zij geven vanuit hun gezichtsveld een impressie van waterkwaliteit en waterkwaliteitsmonitoring. Aansluitend zijn vier bijdragen opgenomen van directe collega's bij Wetterskip Fryslân, waarin ook een duidelijke relatie met de kwaliteit van het oppervlaktewater aanwezig is. Soms is een specifiek aspect daarvan eruit gelicht; soms is een historische tijdlijn van verleden-heden-toekomst aangehouden. Dit 'door andere ogen bekeken' tekstgedeelte is een waardevolle aanvulling op het geheel.



Vast niet ‘alles’ is gevonden en in de lijst opgenomen. Maar met de wel genoemde publicaties is vast wel ‘alles’ te vinden, immers vrijwel iedere publicatie op zich bevat weer een literatuurlijst. Enkele daarvan springen eruit door hun uitgebreide of expliciete opsomming van literatuurverwijzingen. Die worden voorafgaand aan de grote tabel kort genoemd.



*Figuur 1*  
Aantal publicaties over waterkwaliteit in Friesland opgenomen in hoofdstuk 14, uitgezet in tijdsperioden van telkens vijf jaar. De laatste periode omvat ruim vier jaar.

Centraal in Deel 2 staat echter de literatuurlijst over ‘waterkwaliteit in Friesland’. Daar draait het om. Deze lijst is voor belangstellenden ook digitaal beschikbaar bij Wetterskip Fryslân. De in Excel opgebouwde overzichtstabel met de verzamelde referenties maakt zoeken en selecteren mogelijk. Dat kan via diverse ingangen, onder meer naar thema en gebied. De lijst wordt gevolgd door een toelichting op opbouw van en selectiemogelijkheden met de tabel. De rapporten en publicaties zelf zijn nergens op één plek compleet aanwezig, maar dit overzicht maakt het vinden ervan wel gemakkelijker. Men komt dan terecht bij onder meer Wetterskip Fryslân, de provincie Fryslân, de Hydrotheek in Wageningen, ingenieurs- en adviesbureaus, universiteiten en hogescholen. En tegenwoordig is veel daarvan digitaal beschikbaar; een beknopte lijst met relevante websites geeft daartoe een eerste ingang. Het samengestelde bestand maakt het tevens mogelijk de lijst aan te vullen en bij te houden. De hoop wordt uitgesproken dat dit ook gebeurt en dat deze bundeling bij zal dragen aan een gecontinueerd duurzaam water(kwaliteits)beheer, met de inzet van velen voor schoon water en gezonde aquatische ecosystemen.





MAGIERNE 2001

## HOOFDSTUK 1

# Waarom dit boek en waarover gaat het

‘What does a fish know about the water in which he swims all his life?’  
*Albert Einstein (1879-1955).*

Die vraag kunnen we onszelf, in meer of mindere mate betrokken bij water en waterkwaliteit of werkzaam op het gebied van waterbeleid en -beheer, ook stellen. Deze uitgave is een reflectie op die betrokkenheid en werkzaamheid van velen bij het waterkwaliteitsbeheer, toegespitst op Friesland en de Friese binnenwateren. De tijdsspanne is iets meer dan een eeuw, kort voor geologische en evolutionaire ontwikkelingen, lang genoeg om de relevante geschiedenis te kennen, bepalend voor de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater. En het is het fundament voor het waterkwaliteitsbeheer voor de komende jaren.

### 1.1 Aanleiding

Er is en wordt door de waterbeheerders in ons land veel tijd, energie en geld gestoken in waterkwaliteitsonderzoek en -monitoring. Terecht, enerzijds om (het verloop van) de waterkwaliteit vast te leggen, te volgen en te rapporteren (voor een deel voortkomend uit wettelijke verplichtingen), anderzijds om maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit voor te bereiden en achteraf het effect ervan te bepalen. Voor een belangrijk deel wordt dat onderzoek en die monitoring tegenwoordig door de waterschappen uitgevoerd, of wordt het door hen uitbesteed aan adviesbureaus en onderzoeksinstituten. Naast deze rechtstreeks door de waterschappen aangestuurde waterkwaliteitsstudies waren en zijn er vele andere onderzoeken en monitoringprogramma's in het beheergebied van de regionale waterbeheerders. Die kunnen geïnitieerd zijn door het Rijk, provincies, terreinbeherende organisaties, belangengroeperingen (bijvoorbeeld vanuit landbouw of visserij), onderzoeksinstituten (zoals voorheen het Limnologisch Instituut, RIVON/RIN en KEMA en recenter door Alterra, Deltares, KWR water research of NIOO), adviesbureaus, ZZP'ers of meer regionale of lokale verenigingen, stichtingen of werkgroepen. N.B. Achter in dit boek is een uitgeschreven lijst van gebruikte afkortingen opgenomen. De hoeveelheid en verscheidenheid aan gerapporteerde en gepubliceerde informatie is al gauw erg omvangrijk, vooral ook als terug geblikt wordt naar het verleden. Het snel oprukkende digitale tijdperk, waarin rapporten of publicaties minder of niet meer (analoog) op papier verschijnen, evenals de vergrijzing en daarmee het verloop (vertrek) van oudere medewerkers vormden mede aanleiding tot het maken van dit overzicht. Daarnaast zei opgemerkt dat we halverwege de KRW-periode 2000-2027 zijn, een goed moment om de tussenbalans op te maken. De voorafgaande WVO-periode vanaf 1970 meegerekend, dan is al meer dan driekwart van de tijd verstreken, waarbinnen al het oppervlaktewater in een goede ecologische toestand moet verkeren.

De Artis Bibliotheek, opgericht in 1838 en nu onderdeel van de Bijzondere Collecties van de Universiteit van Amsterdam, bevat een prachtige boekenverzameling. “Als je hier naar binnen loopt, voel je de tijd veranderen: dichterbij de eeuwigheid kun je niet komen. Dit is veel echter dan de echte wereld”, aldus *Redmond O’Hanlon* (in: *Mulder & Zevenhuizen, 2013*).

“I have always imagined that paradise will be a kind of library”.  
*Jorge Luis Borges* (in: *Oost West boekenmagazine no 8, 2013*).

Na het eten van de verboden boom dreigen we, met flexibele werkplekken, clean desk policy en de jaarlijkse opschoon(weggooi)acties bij archieven en bibliotheken, opnieuw uit dat paradijs verstoten te worden.





Kaart 1. - Satellietopname van Friesland (Landsat Thematic Mapper), opnamedatum 11 juli 1995, vlieghoogte 705 km.

## 1.2 Doelstelling

Dit literatuuroverzicht van in het beheergebied van Wetterskip Fryslân (samenvallend met de Friese provinciegrens voor het vaste land en de Waddeneilanden en vanaf 2000 inclusief het gebied Westerkwartier in de provincie Groningen) verrichte waterkwaliteitsonderzoek beoogt zo compleet mogelijk te zijn. Het overzicht met referenties is tevens digitaal opgeslagen in een database, waarin zoek- en selectiemogelijkheden zitten. Dat maakt het mogelijk om bijvoorbeeld naar gebied of naar thema snel na te gaan wat er zoal is gerapporteerd of gepubliceerd. Daarmee is niet alleen een stukje geschiedschrijving gedocumenteerd, maar wordt tevens de mogelijkheid geboden om bij huidige waterkwaliteitsproblemen, waterbeheer- en beleidsplannen en voorgenomen onderzoeken terug te blikken naar wat al eerder is gedaan; een niet overbodige luxe in een tijd dat het historisch besef tanende is<sup>1</sup>. Juist of ook bij (aquatische) ecosystemen met allerlei feedback loops, hysteresis-effecten en interne en omgevingsinteracties en -relaties geldt: 'in het verleden ligt het heden, in het nu wat worden zal'. Dat 'verleden' is vooral relevant als het om een betrekkelijk korte tijd (decennia) terug gaat, bijvoorbeeld bij een met nutriënten opgeladen of microverontreinigingen verontreinigde waterbodem, bij een veranderde of verarmde zaadbank van waterplanten en bij hermeandering van verlande of gekanaliseerde beken. Verder terug in de tijd (eeuwen) is er de paleolimnologie (zie onder meer *Van Dam, 1987* en *Kirilova, 2009*), waarvan overigens voor het Friese nauwelijks iets bekend is. Dit literatuuroverzicht is er om gebruikt en bijgehouden te worden.

## 1.3 Kader

Het oppervlaktewatersysteem, zoals zich dat voordoet in meren, plassen, kanalen, vaarten, sloten, petgaten, poelen, vennen en duinplassen vormt het uitgangspunt voor de verzamelde lijst. Daarbij moet het gaan over de oppervlaktewaterkwaliteit in brede zin: water, oever en waterbodem; fysisch-chemisch, bacteriologisch of biologisch. Afvalwater, grondwater, hydro(morfo)logie, semi-terrestrische biotopen en -soorten, landschap en beleving zijn alleen dan meegenomen als er een link is naar het oppervlaktewater en de oppervlaktewaterkwaliteit. Niet meegenomen zijn studies over louter grondwater, hydrologie, drinkwater, (industriële) proceswater, natuur en milieu, indien die link naar of gegevens over oppervlaktewaterkwaliteit en aquatische ecologie ontbreekt.

De afgelopen decennia kenmerkten zich door steeds meer ruimte voor, behoefte aan en omvang van monitoring en onderzoek, voor een belangrijk deel maatregelen-ondersteunend (in voorbereiding of als evaluatie achteraf). Dit gold niet alleen voor de provincie en het waterschap, maar ook voor derden binnen en buiten Friesland. Landelijke en Europese (subsidie)programma's voor verbetering van de waterkwaliteit, bijvoorbeeld gericht op verdrogingsbestrijding, eutrofiëringsbestrijding, herstel van zoet-zout overgangen, vismigratie, normstelling en het bereiken van KRW-doelen, versterkten de onderzoeksomvang. Momenteel lijkt het tij daarin te keren, ingegeven door blijkbaar gewenste bezuinigingen en gepaard gaande met minder ruimte voor onderzoek en monitoring, doelverlaging voor de waterkwaliteit en in de tijd opgeschorte maatregelen. Des te meer reden om kennis te nemen van al uitgevoerde onderzoeken en monitoring-resultaten.

Het is haast onvermijdelijk dat de beschrijving bij dit literatuuroverzicht getekend is door de provinciale (1977 tot en met 1992) en waterschapsbrieff (1993 tot en met 2013, met in 2000 een uitstapje naar RWS-DNN) van de auteur. De in Deel 2 opgenomen bijdragen van anderen, met het beeld van en kijk op de waterkwaliteit in Friesland, maakt dit overzicht dan ook completer en waardevoller. Een aantal daarvan heeft het stramien verleden, heden en toekomst in hun bijdrage verwerkt, een stramien dat dit gehele overzicht kenmerkt.

In het algemeen wordt er weinig aandacht besteed aan historisch waterkwaliteitsonderzoek, enkele uitzonderingen daargelaten. *Massop & Knol (2005)* leggen er wel een gedegen basis voor, maar hun insteek is toch vooral gefocust op waterkwantiteitsbeheer. Andere gedegen historische publicaties (*Bins, 1949*; *Ter Haar & Polhuis, 2004*; *Louman, 2007*) gaan ook vooral over waterkwantiteit, bestuurlijke en organisatie-ontwikkelingen binnen het waterbeheer. Daarnaast is er belangstelling voor historisch onderzoek van de kwaliteit van het oppervlaktewater uit geheel andere hoek, namelijk vanuit de Vereniging voor Ecologische Geschiedenis<sup>2</sup>.

1 De interesse naar oude, soms betrekkelijk kort geleden herontdekte spirituele, gnostische, esoterische en kruiden-kennis neemt in de Westerse maatschappij opmerkelijk toe. Ook in de alledaagse maatschappij en het maatschappelijk gebeuren gelden het belang en begrip van voldoende historisch besef. Zie bijvoorbeeld het artikel van *Wim Grommen (2012)* "Wie geen kennis heeft van het verleden heeft geen toekomst" in *Spiegelbeeld* 19 (10): 59-61. In de toegepaste aquatische ecologie lijkt dit aspect van terugblikken in de tijd nogal eens verwaarloosd en ondergewaardeerd te worden.

2 De Vereniging voor Ecologische Geschiedenis richt zich vanuit het vak (milieu)geschiedenis onder meer op de sociaal-maatschappelijke en politiek-bestuurlijke aspecten van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Zo organiseerde zij op 10 januari 2002 het symposium 'De kwaliteit van oppervlaktewater drinkwater in historisch perspectief'. De samenvattingen van de toen gehouden voordrachten zijn opgenomen in het contactblad van de 'Stichting Net Werk voor de geschiedenis van hygiëne en milieu' (nr. 69, oktober 2001). Het proefschrift van *Van Zon (1986)* is een duidelijk voorbeeld van deze andere benaderingswijze.

## 1.4 Periode

In deze tijdsspanne van druk, druk, druk en snel, snel, snel wordt veelal de tijd niet meer gegund voor gedegen (voor) onderzoek of voor voldoende monitoring (achteraf). Laat staan dat er tijd is voor historisch onderzoek en reflectie op wat al eens onderzocht is. Toch kan dat zeer waardevol zijn om dubbel werk te voorkomen, teleurstellingen voor te zijn of welbeslagen ten ijs ('te water') te komen. Dit overzicht hoopt deze reflectie te vergemakkelijken. Daarom is zover mogelijk in de tijd terug gegaan voor deze verzameling van referenties. De oudste dateren van begin 20<sup>e</sup> eeuw. Echter vanaf 1960 wordt de lijst substantieel (aan)gevuld, terwijl vanaf 1970 (toen in ons land de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren van kracht werd) de waterkwaliteitsbeheerder, direct of indirect, een prominente plaats inneemt in het aandeel referenties in de literatuurlijst. Enkele literatuurverwijzingen zijn publicatie-overzichten op zichzelf, maar daarover in Deel 2 meer.

## 1.5 Leeswijzer

Dit document bestaat uit twee delen. Voorafgaand aan Deel 2, de lijst met referenties met een toelichting daarop en bijdragen van derden, volgt eerst een uitgebreid beschrijvend gedeelte. Deel 1 bevat acht hoofdstukken. Om meteen door de bomen het bos niet meer te zien begint dat deel in hoofdstuk 2 met het historische waterkwaliteitsverloop in zevenmijlslaarzen. De gebiedskarakterisering in hoofdstuk 3 wordt gevolgd door beleidsontwikkelingen vooral in het Friese (hoofdstuk 4). Dit provinciaal- en waterschapsbeleid en -beheer zijn immers vanaf 1970 sterk richtinggevend (geweest) voor het verichte onderzoek en de monitoring. Hoofdstuk 5 schets de kapstok waaraan watersystemen en meer recent waterlichamen, functies, doelen, normen en beoordelingssystemen zijn opgehangen. Hoe dat zich door de tijd heen heeft vertaald in onderzoek en monitoring en hoe dat is verweven in het geheel van waterkwaliteitsonderzoek, ook door anderen dan de waterbeheerder, is beschreven in hoofdstuk 6. De meest directe link met de waterkwaliteit zelf staat beschreven in de twee daarop volgende hoofdstukken. In hoofdstuk 7 komt de waterkwaliteit voor het voetlicht, gerelateerd aan gebieden en met name genoemde wateren. Wat is zoal waar gemonitord en onderzocht. De themagerichte en veelal maatregelen ondersteunende monitoring is in hoofdstuk 8 beschreven. Dit geheel (Deel 1) wordt in hoofdstuk 9 afgesloten met een blik in de toekomst, waarin ook wat overgebleven onderwerpen de revue passeren.

Op enkele plekken zijn korte op waterkwaliteit toegespitste samenvattingen van rapporten en (beleids)nota's opgenomen. Daarnaast zetten diverse citaten de toon en sfeer van toen. Literatuurverwijzingen in dit beschrijvend overzicht, merendeels in de grote tabel in hoofdstuk 14 van Deel 2 opgenomen zijn recht op gezet, al dan niet tussen haakjes. Overige referenties in dit beschrijvende tekstdeel, maar niet expliciet betrekking hebbend op waterkwaliteit(sonderzoek) in Friesland, zijn *cursief* geplaatst en merendeels op het einde van Deel 1 opgenomen.

Deel 2 is ook ingedeeld in hoofdstukken. Het begint met tekstbijdragen van anderen, eerst van buiten Wetterskip Fryslân (hoofdstuk 11). Een zevental 'buitenstaanders' heeft een bijdrage geleverd hoe zij de Friese waterkwaliteit kennen, ervaren en beoordelen; een gewaardeerde vreemde eend in de bijt van dit boek. Hoofdstuk 12 vervolgt met een viertal 'eigen' waterschapsbijdragen. Daar is ook een vijftal verslagen van eerder gepubliceerde interviews van veldmedewerkers van verschillend pluimage opgenomen. Het literatuurbestand (hoofdstuk 14) is als Excel-tabel op te vragen bij het waterschap, zodat eenieder daar gebruik van kan maken. Verzocht wordt om opmerkingen en aanvullingen (nieuw verschenen literatuur) door te geven aan Wetterskip Fryslân, zodat het een levend, bijgewerkt en actueel bestand blijft. Vòòr deze literatuurverzameling waren al eerder enkele rapporten verschenen waarin min of meer volledige overzichten waren opgenomen. Een aantal daarvan wordt in hoofdstuk 13 kort gememoreerd.

Omdat recent meer en meer informatie digitaal wordt gecommuniceerd via het web zijn vervolgens de meest relevante sites opgesomd. Zonder het werk en de inzet van velen was de kennis van (het verloop van) de Friese waterkwaliteit niet wat die nu is, noch was dit overzicht mogelijk geweest. Een dankwoord tot slot is dan ook meer dan terecht.

De hoofdstukken worden onderbroken door gedichten van Toon Hermans, Rutger Kopland, Marcel Messing, Radha Patel, Douwe Tamminga en Harmen Wind, met een tekening van Marianne van den Dungen, van Hans Waanders en met drie tekeningen van Lydia van Oort (tekenmedium en spiritueel kunstenaar). Zij heeft aan de oever van het water in hartje Friesland haar impressie en beleving van het water en de waterkwaliteit in Friesland uitgebeeld, zich daarbij steeds afstemmend op Verleden, Heden of Toekomst. Zij heeft dan contact met en krijgt inspiratie van geleidegidsen en natuurspirits uit 'de andere wereld' en voelt zij de sfeer die hoort bij die drie episoden. Frank Silvis (radiësthesist) heeft zijn indrukken toegevoegd aan die van Lydia van Oort. Ik wens u veel leesplezier en de nodige inspiratie om dit boek als naslagwerk te gebruiken.



‘De grenzen van ons gezichtsveld  
zijn de grenzen van de wereld niet’.

*M. Moller, 1994. Wij zijn niet alleen.  
Stichting Akasha, Zeist.*



*Dobbe in de  
Duurswouderheide,  
26 december 2004.*

# Deel 1

## Inhoudsopgave

2	Het verhaal in grote lijnen .....	21
3	Verscheidenheid in landschap, milieu en water .....	27
4	Over vervuiling, klachten, beleid, plannen en maatregelen .....	43
5	Normen, doelen en beoordelingen .....	77
6	Ontwikkelingen in onderzoek en monitoring .....	89
7	Gebiedsgericht waterkwaliteitsonderzoek .....	125
8	Themagerichte maatregelen en monitoring .....	159
9	Nabeschouwing en toekomstperspectief .....	193
10	Literatuur .....	205

# Waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland







M.C. Escher, *Lucht en Water I*, houtsnede 1938.

## Papa Escher hing boven open riolen vol drab

Dossier  
Leeuwarden

Dit is een aflevering in een reeks historische verhalen over de stad Leeuwarden. De artikelen komen tot stand in samenwerking met het Historisch Centrum Leeuwarden, dat een schat aan opmerkelijke, vaak bizarre gegevens over vroegere Leeuwarders bevat.

Door Jaap Hellinga

LEEWARDEN – Met soms dichtgeknepen neuzen paradeerden de deftige heren van de Vereeniging tot bevordering van 's Volksgezondheid te Leeuwarden door sloppen en achterbuurten. Het was de angst voor een gruwelijke ziekte die hen in de nazomer van 1900 smerige stegen en schurftige achterafstraatjes indreef. De heerschappen zochten naar mogelijke pesthaarden.

„Werden reeds voor geruimen tijd verontrustende berichten vernomen omtrent het optreden van de pest in Indië, berichten welker ernst eerst goed begrepen werd toen een sporadisch geval tengevolge van wetenschappelijke onderzoekingen over de gevreesde ziekte zich te Weenen vertoonde, van actuelen aard is de vrees van

het optreden der pest geworden sedert in meer dan één Europeesche havenstad, het laatst in Glasgow, de ziekte is voorgekomen.”

Dat was toch wel erg dichtbij. De schrik zat er dan ook goed in bij de Vereeniging. In navolging van Kooperbergs 'Geneeskundige beschrijving van Leeuwarden' wilde ook deze club van bezorgde notabelen een inventarisatie van ongezonde plekken maken.

Dure buurten als de Nieuwstad en de Grote Kerkstraat sloegen de onderzoekers over. Nee, zij moesten het hebben van de morsige delen van de stad, waar soms dertig bewoners een wc deelden: een ton die als het meezat wekelijks werd geleegd.

Een van de vorsers was ingenieur George Arnold Escher, wiens zoon Maurits Cornelis later zou uitgroeien tot wereldvermaard kunstenaar. Dapper snoef Escher senior de zure pisdampen op, bekeek de manshoog opgeworpen mesthopen en de open riolen vol onbestendige drab. Zou hij er thuis van verteld hebben?

In oktober 1900 overhandigden de verenigingsleden aan de gemeente een lijvig rapport. Daarin kwam vooral de Amelandsstraat er beroerd van af: „Ongetwijfeld is dit een stadsgedeelte, waar de treurigste toestanden bestaan. Haast geen enkel perceel voldoet aan de eenvoudigste eischen der hygiëne. (...) Pakhuizen van lompen, beenderen, vischmanden en dergelij-



De onbewoonbaar verklaarde woningen van het Brandjesklooster bij de Boterhoek, op 24 augustus 1910 vereeuwigd door de Groninger fotograaf Kramer. „Het publiek privaats in de opgang stonk nogal tamelijk.”

Illustratie Historisch Centrum Leeuwarden

ke” trokken horden ratten aan.

Temidden van al die ellende werd ook nog gewoond. „Men wordt bij het binnentreden door een walging overvallen en het is een weerzinwekkende gedachte dat dit verblijfplaatsen van menschen zijn.” In de Boterhoek was het al net zo'n ran-

zige bende: „Het publiek privaats in de opgang stonk nogal tamelijk.”

Toch was het eindoordeel over de Friese hoofdstad mild. „Bij de inwoners bestaat een voldoende zucht naar reinheid, de behoefte naar goed drinkwater wordt voldoende gevoeld, de

afschuw voor ergerlijke misstanden kwam duidelijk genoeg aan het licht, om de oorzaak van de groote meerderheid der misstanden te mogen toeschrijven aan de eigenaars der huizen, veel meer dan aan de bewoners.” Als er dan toch pest zou uitbreken, dan lag het aan die huissjesmelkers...

## HOOFDSTUK 2

# Het verhaal in grote lijnen

Zich verdiepend in de geschiedenis van hydrobiologische waarnemingen en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland en dat te willen samenvatten heeft het risico in zich terecht te komen in een bodemloze put. Waar begint het, maar nog relevanter, waar houdt het op. Het heeft een lijst opgeleverd van ruim 2600 literatuurverwijzingen. De daarbij geplande te schrijven leeswijzer is ietwat uit de hand gelopen. Toch zijn niet meer dan de grote lijnen daaruit, vanuit een helikopterview of -zo men wil- met half dichtgeknepen ogen, opgeschreven. Dat werd al behoorlijk omvangrijk. Een abstract daarvan is in dit hoofdstuk opgenomen. Er heeft geen hernieuwde analyse van monitoringdata of onderzoekgegevens plaats gevonden.

### 2.1 De regionale waterkwaliteitsbeheerder

Een literatuuroverzicht als dit, mede vanwege het streven zo compleet mogelijk te zijn, vergt een zekere mate van nauwgezetheid en detail. Dat heeft voor de lezer het risico in zich de grote lijn te missen en al snel in details verzand te raken. Daarom als een soort 'Vooraf' een algemene schets op hoofdlijnen en in grote stappen.

Het jaar 1960 is een belangrijk kantelpunt in de lijst van onderzoeken, publicaties en rapportages over waterkwaliteit in Friesland. Dan namelijk begint de Provinciale Waterstaat van Friesland met een klein laboratorium aan de Herestraat te Leeuwarden aan -wat later zal blijken- een lange traditie van routinematig waterkwaliteitsonderzoek in de provincie; lange tijd gezien als een van dé kerntaken van de waterkwaliteitsbeheerder. Dan begint vanuit de regionale waterbeheerder (tot en met 1992 de provincie, daarna Waterschap Friesland, vanaf medio 1998 Wetterskip Fryslân geheten) de systematische, routinematige monitoring op vaste meetpunten. Het is de start van een lange serie waterkwaliteitsrapporten. Eerst verschijnen er drie rapporten over de jaren 1960-1961, 1962 en 1963. Daaruit wordt het eerste basismetnet in de provincie samengesteld. Dan volgen rapporten over meerdere jaren (1963-1973, 1974-1978, 1979-1981, 1982-1983, 1984-1985, 1986-1988, 1989-1990) om voor de jaren van 1991 t/m 2001 weer als jaarrapporten te verschijnen (zie paragraaf 6.4). Na 2001 stopt deze traditie van jaarlijkse waterkwaliteitsrapportages. Deze routinematige monitoring wordt in de loop der jaren regelmatig uitgebreid (meer meetpunten, hogere bemonsteringsfrequentie, meer onderzochte parameters, toevoeging van hydrobiologisch en waterbodemonderzoek, etc.) en aangevuld met projectgebonden monitoring, maar daarover verderop in paragrafen 6.5 en 6.6 meer.

### 2.2 De eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw: een fragmentarische aanloop

Voor 1960 is het waterkwaliteitsonderzoek overwegend fragmentarisch en ad hoc van karakter. Het betrof veelal eenmalige waarnemingen op een bepaalde plek, in een bepaald water en/of van een bepaald aspect of soort(engroep). Anekdotisch zijn bijvoorbeeld de zoutwaarnemingen eind 19<sup>e</sup> eeuw door het proeven van een slokje water ('hier is het wat zouter dan daar'), de uitgebreide berichtgeving in de LC van 1901 over de 'erbarmelijke toestand van de visstand' in het noorden en noordwesten van de provincie (Riemersma, 1901), de waarneming van de exoot *Azolla* in midden Friesland in 1920 en de gedrevenheid om dat plantje met huid en haar uit te willen roeien (Van Goor, 1920), wat niet gelukt is, het werk van Otto in de Sneeker grachten en zijn publicaties over de Chinese wolhandkrab<sup>3</sup> (Otto, 1938; 1941; 1973) en als laatste voorbeeld de goed gedocumenteerde waarneming van waterplanten in de Leijen (Joustra, 1953), waar -in de boezemmeren- nog het langst grote velden fonteinkruiden ('wier') aanwezig waren. Van het Sneekermeer (Hendriksma, 2000) en Tjeukemeer (Van den Bosch, 1983; De Nie & Lammens, 1988) zijn minder precieze, maar wel overtuigende vroegere voorkomens van

<sup>3</sup> Het basiswerk omtrent voorkomen, verspreiding en voortplanting van de Chinese wolhandkrab, in het bijzonder in noord-Nederland, was in de jaren 1931 tot en met 1936 verricht door Kamps (1937). In die jaren kwamen ze, na een snelle opmars, in vrijwel geheel Friesland voor. Kamps beschrijft ook uitgebreid de schade die de krabben aanrichten in de oever door het graven van gangen en holen. Hij vond in de Kommerzijlster Rijt onder meer het volgende: 'Hoe dicht de gaten bij elkaar kunnen voorkomen, blijkt uit de volgende cijfers. Over een strook van 6 m lengte en 35 cm breedte (12 cm boven en 23 cm onder water) telden we 92 gaten waarvan 23 boven water. Het resultaat van een andere telling was, dat over een zone van 3 m lengte 36 gaten werden aangetroffen. Hiervan bevonden zich 19 in een zone van 1 m lengte en 28 cm breedte'.



*Fecaliën-tonnetjes, Koudum 1930-1940  
(foto archief WF).*



*Beluchting van Leeuwarder grachten door de brandweer,  
september 1983.*



*Algenbloei en vissterfte, Lemmer,  
augustus 1983.*

onderwaterplanten gerapporteerd. In de andere meren is de laatste omvangrijke submerse vegetatie, voor zover is na te gaan, verdwenen in de 1<sup>e</sup> helft van de jaren '70. "In 1972 bleek het Tjeukemeer opeens opvallend veel blauwalgen te bevatten. ... Sinds de algenexplosie kan er minder licht in het water van het Tjeukemeer doordringen. Daardoor zijn de waterplanten, die voor 1972 welig in het Tjeukemeer tierden, vrijwel volledig verdwenen. ... Dat heeft weer tot gevolg dat de snoek het moeilijke kreeg en er plaats vrijkwam voor de snoekbaars. ... Het gevolg is dat de brasemstand drastisch is uitgebreid", aldus medewerkers van het Limnologisch Instituut in een interview met Van den Bosch (1983). Het interview gaat verder met uitspraken van de heer J. Poepjes, toenmalig beroepsvisser op het Tjeukemeer. "Het Tjeukemeer is de laatste jaren sterk veranderd. Voor 1972 moest ik met mijn boot kriskras varen om geen waterplanten in de schroef te krijgen. Nu kan ik rechtstreeks naar mijn fuiken gaan. ... Met de paling is het de laatste jaren hopeloos mis. Vroeger ving ik 70 tot 80 % paling van de beste kwaliteit, nu nog maar 5 tot 10 %. De dieren blijven mager door voedselgebrek. Dat is ook logisch; de laatste jaren komt er in het meer erg veel brasem voor en die vreten het voedsel van de paling weg", aldus Poepjes in dat interview. De aanleg van de Rijksweg A6 (ter plekke door het Tjeukemeer) in 1972 kan de druppel zijn geweest die hier de eutrofiëringsemmer toen deed overlopen. Die aanleg, gepaard gaande met zandwinning, veroorzaakte namelijk nogal wat extra troebelings in het water.

Uitzondering op die incidentele beschrijvingen vormt het werk vanuit enkele landelijke instanties. Vermeldenswaard zijn de publicaties van de Nederlandsche Vereniging tegen Lucht- Water- en Bodemverontreiniging in zeven bundels (zie paragraaf 4.3). Het Friese gedeelte verscheen in 1949. Daarna volgde in 1957 de publicatie van Kamps over de 'toestand openbare wateren in Friesland'. Hij rapporteerde over 80 meetpunten/wateren (zie kaart 5 in Claassen, 1986a). In die zelfde periode verschenen er diverse korte excursieverslagen vanuit het RIVON (het latere RIN, nu Alterra) van onder meer Bastiaansen, Leentvaar, Mörzer Bruyns en Verhoeven. Daarna -al deels overlappend met de routinematige monitoring van de waterkwaliteitsbeheerder- is er het diepgaand onderzoek van het Limnologisch Instituut van het Tjeukemeer en incidenteel van overige boezemmeren (Beattie et al., 1978a) en van de KEMA van het Bergumermeer (Koops, 1981). Bij de Vaate (1975) en Berger (1988) publiceerden nog waardevol onderzoek over blauwalgen in de boezemmeren en het Lauwersmeer. Hier dient ook het ISP milieuonderzoek Noorden des Lands nog even genoemd te worden, met een gebiedsdekkende monitoring in de jaren 1975-'76 van de fysisch-chemische (Bots et al., 1978) en hydrobiologische waterkwaliteit in de Kop van Overijssel, Drenthe, Groningen en Friesland (Van Gijsen & Claassen, 1978). Bots et al. rapporteerden ook uitgebreid over de kwaliteit van het ondiepe grondwater; de inventarisatie van Van Gijsen & Claassen was een van de eerste uitgebreide monitoringprogramma's van waterplanten en macrofauna in Friesland. De Lange (1972) had daarvoor in geheel Nederland de waterplanten in sloten al uitgebreid geïnventariseerd.

### **2.3 De Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren en de Kaderrichtlijn Water**

De in 1960 gestarte waterkwaliteitsmonitoring kreeg met de WVO vanaf 1970 een wettelijke grondslag. Dan begint ook de periode van de waterkwaliteitsbeoordeling; in (vijf) klassen van goed tot slecht. Die systematiek van beoordelen maakt nog steeds een grote ontwikkeling door van telkens weer nieuwe methoden, nieuwe meetlocaties en -methoden, normwaarden en maatlaten, zowel vanuit landelijke en later bij de KRW uit Europese gremia aangestuurd, als vanuit het Friese zelf ontwikkeld en inhoud gegeven. De belangrijkste stappen en naamgevingen hierin zijn, in chronologische volg-



orde, opgenomen in hoofdstuk 5. Deze ontwikkeling start met een generieke landelijke beoordelingswijze voor de zuurstofhuishouding (de IMP-index), met uitbreidingen naar nutriënten en microverontreinigingen, vergaande differentiatie naar functies en watertypen om daarna met de KRW weer wat te vernauwen tot waterlichamen. Voor de algemene (ecologische) waterkwaliteitsbeoordeling verschuift het parameterpakket van (uitsluitend) fysisch-chemische parameters naar (vooral) biologische organismegroepen. Passend bij beide wetten is er, zowel op landelijk als op regionaal niveau (zie paragraaf 4.5), een plancyclus: ca. vijf jaar bij de WVO (1975-1979; 1980-1984; 1985-1989; 1990-1994; 1998-2006) en zes jaar bij de KRW (2010-2015; 2016-2021 en 2022-2027).

In Friesland heeft in relatief korte tijd zich een zeer vergaande opschaling van waterschappen voorgedaan. De aanvankelijke honderden waterschappen, veenpolders en zeewerende (dijk)waterschappen fuseerden stap voor stap tot 11 boezemwaterschappen (per 1965) op het vaste land, de Amelanders Grieën, de Terschellingerpolder en het zeewerend Waterschap Fryslân. Het waterkwaliteitsbeheer is dan nog geheel in provinciale handen. In 1993 wordt dit kwaliteitsbeheer overgedragen aan het nieuwe Waterschap Friesland. De Amelanders Grieën, de Terschellingerpolder en het zeewerend Waterschap Friesland fuseren met Waterschap Friesland. In 1997 fuseren de 11 boezemwaterschappen onderling tot vijf kwantiteitswaterschappen. Ten slotte ontstaat in 2004 Wetterskip Fryslân en komt een einde aan het gescheiden waterbeheer. De provincie blijft verantwoordelijk voor het waterbeleid.

## 2.4 Veranderingen in waterkwaliteit

Het gaat echter om de waterkwaliteit, welke beoordelingsmethode dan ook wordt toegepast. Die is en wordt meestal -dat is dan wel min of meer steeds hetzelfde gebleven- in vijf klassen ingedeeld en van 'goed' naar 'slecht' weergegeven met de kleuren blauw, groen, geel, oranje en rood. Soms zijn zes (de slechtste gesplitst) en soms vier (de beste weggelaten) klassen gehanteerd. Welke veranderingen hebben zich in grote lijnen voorgedaan?

- Epidemische ziekten met veel sterfgevallen, zoals door cholera en tyfus, zijn na het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw achter ons gebleven<sup>4</sup>.
- De zuurstofproblemen met soms massale vissterfte en de beelden van de brandweer met spuitende waterkanonnen aan de waterkant zijn sinds midden jaren '70 vrijwel verleden tijd. Hetzelfde geldt voor geelgekleurde met bestrijdingsmiddelen bespoten afstervende rietkragen.
- Vrijwel al het huishoudelijke en industriële afvalwater wordt gezuiverd. Begin jaren '90 werd dat netwerk van rioleringen, persleidingen en rwzi's gesloten. Waren er in 1970 nog maar 14 rwzi's, in 1994 was het voltallig aantal van 30 bereikt. Voorheen was er soms al wel riolering, maar nog geen (aansluiting op een) rwzi. Dat leidde aan randen van dorpen en steden tot markante vuilwaterlozingspunten. Het geringe percentage woningen dat niet aangesloten was op de riolering is vanaf 2006 met een bijdrageregeling alsnog gesaneerd: of alsnog op de riolering aangesloten of uitgerust met een mini-zuivering, veelal een IBA. Daarmee zijn rechtstreekse ongezuiverde puntlozingen op oppervlaktewater opgeheven, calamiteiten en clandestiene situaties daargelaten.
- Vanaf begin jaren '70 heeft de eutrofiëring van het boezemwater flink toegeslagen: waterplanten verdwenen, (blauw) algen, met name *Planktothrix agardhii*<sup>5</sup>, namen sterk toe en brasem werd sterk overheersend in de visstand. Die situatie is tot nu toe hardnekkig aanwezig, hoewel kleine signalen van verandering (verbetering) zich recent voordoen. Naast het hysteresis-effect van de met fosfaat en stikstof overgelopen ton met duigen (conform de Wet van Liebig) speelde daarbij ook het boezem(peil)beheer mee. In 1970 werd de Lauwerszee afgesloten en het peilbeheer van de Friese boezem richtte zich sindsdien op een vast streefpeil van -0.52 m NAP. Die marginalisering van boezempeilfluctuaties had zich al ingezet na 1920 en is na 1937 versterkt doorgevoerd. Intussen was veel boezemland al ingepolderd en daarmee overstromingsgebieden aan de boezem onttrokken. Meer inlaat, doorspoeling en doorvoer van IJsselmeerwater, tot ca. 1990 nog van slechte kwaliteit, leidde tevens tot extra (nutriënten)belasting van het Friese (boezem)water. De omvang van de bevolking, de scheepvaart en waterrecreatie namen in de 20<sup>e</sup> eeuw sterk toe en na de Tweede Wereldoorlog intensiverde de landbouw.

4 Hopmans (1955) presenteert een grafisch overzicht van het aantal tyfusgevallen in ons land voor de periode 1902-1949. In het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw bedroeg dat aantal jaarlijks ca. 2500-3000, om daarna geleidelijk aan te dalen naar 100-200. In de beide wereldoorlogen echter piekt dat aantal naar 4500. Cholera en pest waren toen al zo goed als afwezig. De grotere resistentie van de tyfusbacil was de oorzaak van het nog zo lang voorkomen van tyfusinfecties. Die kwamen overigens vooral in de dicht bevolkte gebieden in het westen van ons land voor, met name in Zuid-Holland.

5 Met ingang van 1999 veranderde de naam van de toen in de Friese boezemmeren meest voorkomende blauwalgensoort *Oscillatoria agardhii* in *Planktothrix agardhii*. Meer soorten veranderde toen van naam: *O. redekei* werd *Limnothrix redekei* en *O. limnetica* werd *Pseudanabaena limnetica*. Ook ervoor of daarna veranderden er soms namen van taxa, waaronder het genus *Scenedesmus* (vanaf 2010 gesplitst in *Scenedesmus* en *Desmodesmus*) en de orde Hormogonales (vanaf 2011 gesplitst in Oscillatoriales en Nostocales). Ook van andere groepen veranderden soms hun Latijnse namen. Enkele voorbeelden, bij Wetterskip Fryslân doorgevoerd vanaf 2005: *Scirpus maritimus*, *S. fluitans*, *S. lacustris* ssp *lacustris* en *S. lacustris* ssp *tabernaemontani* werden resp. *Bolboschoenus maritimus*, *Eleogiton fluitans*, *Schoenoplectus lacustris* en *S. tabernaemontani*. Dit vereist alertheid bij trendanalyses en historisch onderzoek naar het voorkomen van taxa.

*Plat blaasjeskruid  
(Utricularia  
intermedia) in 2014  
bloeiend in de Rottige  
Meente, wat uiterst  
zeldzaam is  
(foto W. Leurs).*

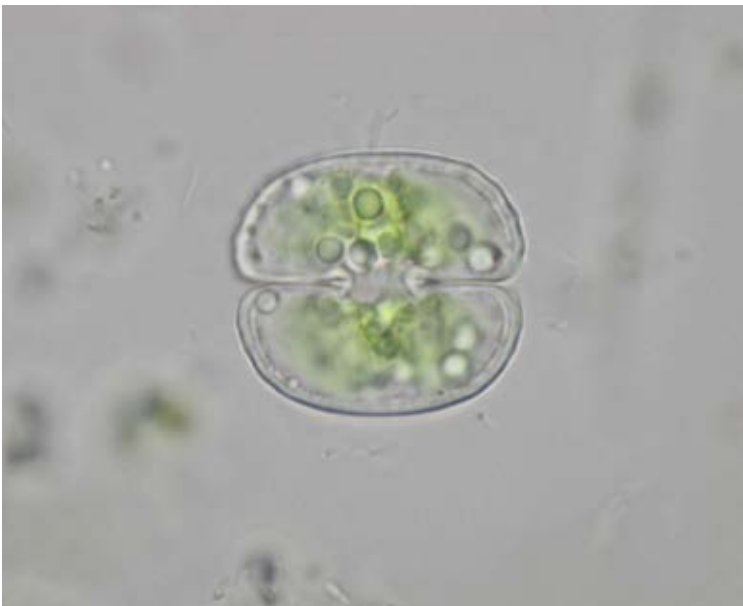


- De Sandoz-ramp bij Bazel in 1986 in de bovenloop van de Rijn met massale vissterfte als gevolg leidde tot een grote impuls van waterkwaliteitsmaatregelen, onder andere met het Rijn actieplan en het Noordzee actieplan. Dat gold niet alleen voor milieuvreemde stoffen, maar ook voor fosfaat en stikstof. ‘De zalm terug in de Rijn’ werd het motto uit die tijd. De kwaliteit van het IJsselmeerwater verbeterde sterk. In Friesland werden alle rwzi’s van een defosfateringstrap voorzien (wat overigens in 1979 bij de rwzi’s te Lemmer en Sloten al was gestart). Momenteel wordt op rwzi’s meer dan 85 % van het inkomende fosfaat en stikstof verwijderd.
- Tot midden vorige eeuw haalden binnenschippers nog drinkwater aan boord vanuit de Wijde Ee tussen Eernewoude en Drachten. Langzaam maar zeker verdwenen de hele vieze plekken, maar ook de hele schone. Om in de termen van waterkwaliteitsklassen te spreken: de kleuren blauw en rood namen af ten gunste van meer groen, geel en oranje.
- De uitwerking en naweeën van de microverontreiniging van het watermilieu met zware metalen en PCB’s leidden in 1988 tot het uitsterven van de otter in Friesland en daarmee in Nederland. De versnipperde ecologische infrastructuur werd als secundaire oorzaak gezien. Op het punt van microverontreinigingen is veel verbeterd. Bij en na de herintroductie van de otter vanaf 2002 lijkt die microverontreiniging geen enkel issue meer te zijn, en is juist de gebrekkige ecologische infrastructuur de grootste bottleneck in het overigens succesverhaal van deze herintroductie. In de jaren ‘80 en ‘90 vonden omvangrijke en dure waterbodemsaneringen plaats, vooral in stedelijk gebied.
- De visstand en de bemoeienis met vis was tot begin jaren ‘90 vooral een zaak voor de Federatie Friesland van Sportvissersverenigingen (FFvS, sinds 2012 Sportvisserij Fryslân) en de Friese Bond van Binnenvissers (FBvB). In maart 1977 werd het visrecht gesplitst, wat betekende dat de Sport voortaan recht heeft op alle schubvis en het Beroep slechts op paling. Met de eerste beheervisserijmaatregelen in de Alde Feanen eind 1990 tot begin 1992 en de eerste aangelegde vismigratievoorzieningen in 1995 bij Heidehuizen en Drachten kwam aan die monopoliepositie van Sport en Beroep een einde (de waterbeheerder ging zich meer en meer met vis bezig houden). Er volgde meer visstandbeheer-maatregelen (onder meer in de Sondelerleien, De Deelen, de Leijen, Polderhoofdkanaal en Nanneviid) en de aanleg van migratievoorzieningen is tot op de dag van vandaag een belangrijke (KRW) maatregel, ingekaderd in het ‘Actieprogramma Fryslân aan de slag met vismigratie’ (Wetterskip Fryslân, 2011). Met de in 2012 door het algemeen bestuur van Wetterskip Fryslân vastgestelde Beleidsnota ecologie & vis is die bemoeienis onweerlegbaar, nadat eigenlijk de KRW al een groot primaat bij de waterbeheerder had gelegd. Eind 2012 verscheen het eerste Visplan 2013 van de Visstandbeheercommissie Friese Boezem.
- Het eerste decennium vanaf 1970 kenmerkte zich door zuiveringsbeheer (‘actief waterkwaliteitsbeheer’) en vergunningverlening, wet- en regelgeving (‘passief waterkwaliteitsbeheer’). Vanaf begin jaren ‘90 begonnen gebiedsgerichte herstelprojecten. Dat begon onder meer met de Alde Feanen, De Deelen, Rottige Meente, Nanneviid, Polderhoofdkanaal, Anewiel en Oosterschar, veelal door het ministerie van Verkeer en Waterstaat gesubsidieerde projecten (achtereenvolgens integrale eutrofiëeringsbestrijding, Regiwa, Gebeve). Aansluitend subsidieerde het ministerie van LNV middels het OBN-programma maatregelen door terreinbeherende instanties in natuurgebieden. Later volgden EU-Interregprojecten (Blauwe diamant Leeuwarden en Sneek; Nolim in de Leijen, UWC in de Leeuwarder Vrijheidswijk, het Kameleon eiland in Terkaplesterpoelen en nazuivering van effluent bij rwzi Grou) en Cradle to Cradle Islands. Ook LIFE subsidieprojecten kwamen van de grond: in Alde Feanen (cyclisch peilbeheer in de Jan Durkspolder) en daar nu in uitvoering ‘Booming Business’ en in de Rottige Meente ‘New Life for Dutch Fens’. Van recente datum zijn ook de eind

2012 afgesloten KRW-innovatie subsidieprojecten. Wetterlannen, Moeraszuiver afvalwater, BaggerNut, Tijdelijke droogval en Flexibel peilbeheer waren de vijf ook in Friesland uitgevoerde projecten. Deze laatste projecten hebben meer dan de projecten daarvoor een onderzoeksaspect in zich. Parallel liepen verdrogingsbestrijdingsprojecten aangestuurd door de provincie. Die stimuleerde en subsidieerde ook de Stichting Landschapsbeheer Friesland bij het opknappen van talrijke dobben en pingo-ruïnes in het oosten van de provincie. De laatste jaren heeft de FBvB gebruik gemaakt van EVF-subsidie voor onderzoek en monitoring van paling en maatregelen ter bevordering van de palingstand.

- Naast generieke emissiereductie maatregelen en gebiedsgerichte herstelprojecten worden inrichtingsmaatregelen en het beheer en onderhoud van wateren sinds 2000 steeds belangrijker gevonden voor het bereiken van de gewenste (ecologische) doelen. De implementatie van de Flora- en faunawet en de bijbehorende gedragscode voor waterschappen gaf vanaf 2005 een extra prikkel om meer rekening te houden met natuurbelangen. Exoten, waarvan sommige invasief, zowel algen, macrofauna, waterplanten als vissen, doemen steeds vaker op, vooral sinds het begin van deze eeuw. Momenteel staan de zogenaamde blauwgroene diensten door georganiseerde particulieren in de picture.
- De grootste waterkwaliteitsverbeteringen zijn gerealiseerd in de periode 1970-2000. De WVO en de daaraan gerelateerde drie IMP's Water, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> Nota waterhuishouding van het Rijk waren daar sturend en leidend in. Sanering van lozingen en waterkwaliteitsverbetering waren vanzelfsprekend. En de regionale waterbeheerder voerde die taken, inclusief de monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit, haast vanzelfsprekend uit. Vanaf 2000 heeft de KRW een nieuwe impuls gegeven aan de ecologische waterkwaliteitsdoelen. De focus lag bij de eerste generatie plannen vrijwel uitsluitend op de (benoemde en begrensde) waterlichamen. Pas recent komen ook (opnieuw) de 'overige wateren', zoals sloten, vennen, dobben, duinplassen en diepe plassen in beeld.
- Ten slotte. Eutrofiëring blijft een hardnekkig probleem. Dit kenmerkt zich in kleinere wateren, zoals sloten, vijvers en vaarten, in een overmatige plantengroei van veelal eutrafente soorten, zoals waterpest, hoornblad en eendenkroos. In grotere meren en plassen is het water troebel met een overmatige algengroei, veel brasem en weinig waterplanten. De laatste paar jaar is hier en daar enige kentering waarneembaar, dit ondanks dat de dalende trend van N- en P-gehalten in het oppervlaktewater sinds 2006 niet meer doorzet. De eerste onderwaterplanten verschijnen weer in sommige meren, bijzondere libellen worden her en der waargenomen, de otter laat opnieuw zijn sporen na en snoek wordt meer en meer aangetroffen. Duidelijke tekenen van voorzichtig herstel.

In de afgelopen honderd jaar waren de veranderingen in maatschappij, economie, landbouw, verkeer en vervoer, natuur en landschap en in het waterbeheer zeer omvangrijk, haast ongekend groot ten opzichte van de eeuwen daarvoor. De bevolking verdrievoudigde, wegen en spoorwegen werden aangelegd, nieuwbouwwijken en industrieterreinen verrezen als paddenstoelen uit de grond. Na de Tweede Wereldoorlog leidde de scheiding landbouw-natuur tot een scherpe gebiedsafbakening. De landbouw intensiverde als nooit tevoren. Tussen 1920 en 1970 veranderde het water(kwantiteits)beheer enorm, het boezemwatersysteem veranderde van een vrij worstelaar tot een in de houtgreep klemgezet systeem. Deze veranderingen worden in paragraaf 9.7 in onderling perspectief gezet.



*Cosmarium tetrachondrum* (stond te boek als sinds de eerste helft van de vorige eeuw uitgestorven in Nederland) in de Rottige Meente, mei 2014 (foto W. Leurs).





De witte lotus  
treft geen smet  
als modder zijn bladeren raakt.  
Water en wind  
wiegen zijn stille zuiverheid.

*Marcel Messing, 1995.  
Ontwapenende spreuken over geweldloosheid.  
Ankh-Hermes bv, Deventer.*

## HOOFDSTUK 3

# Verscheidenheid in landschap, milieu en water

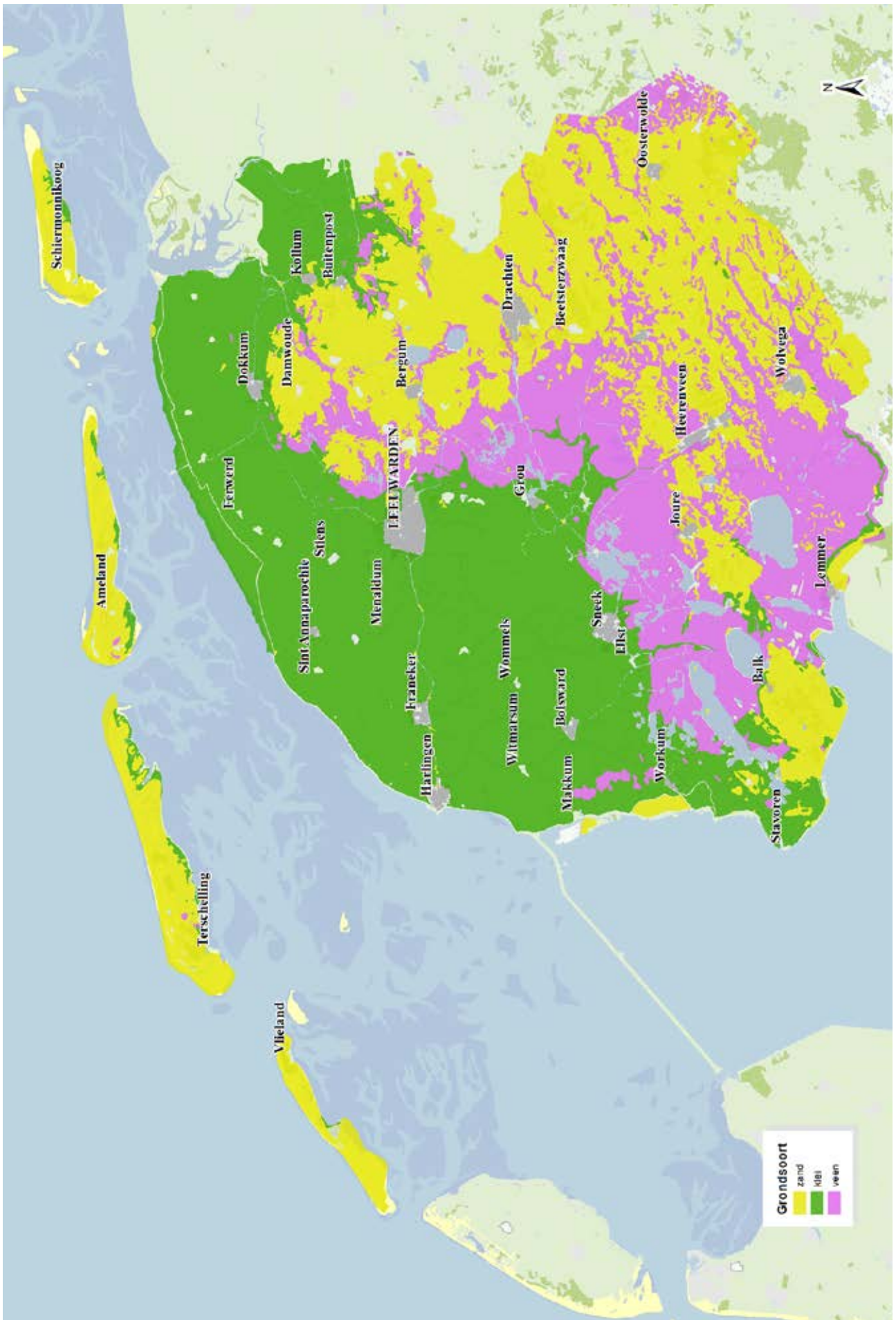
*“FRIESLAND, het land van de groote meren; het lage effene land, waar in verre verschieten eenvoudige kerktorentjes als langgerekte baksteenhuizen omhoogrijzen; het lage groene land met den verren einder, het land tevens van de compagnonsvaarten en van de kleine thans gekanaliseerde rivierkes. Een land van schoonheid, afwisselender, rijker van kleur en vorm dan men 't zich zou kunnen verbeelden. Onbekend voor velen, maar door wie het kennen in bijna alle opzichten bemind”, zo begint ‘Mijn Land, IV Friesland’ van G.J. Nijland (1930).*

Eerder al liet ook *Jac.P. Thijssen* zich daarvoor in vergelijkbare bewoordingen uit: *“Wij Hollanders hebben over het algemeen een heel verkeerd denkbeeld van Friesland en de Friezen, maar ik ben nu gelukkig al een heel eind op weg, om bekeerd te worden van de dwalingen mijns weegs”, in: Friesland (Verkade-album 1919).*

De nog oudere fysisch-geografische situatie van vele eeuwen terug kenmerkte zich door eindeloze moerasgebieden, wisselend onder invloed van overstromingen door de zee en meer naar het zuidoosten de hoger gelegen gronden met uitgestrekte bossen en heidevelden. In het begin van de huidige jaartelling lukte het Julius Caesar en keizer Augustus nauwelijks dit gebied (‘het was land noch water’) aan het Romeinse rijk toe te voegen. “Een uitgestrekte streek wordt daar bij tusschenpoozen tweemaal daags, des daags en des nachts, door de Oceaan overstroemd, zoodat men bij deze eeuwigen strijd in de gang der natuur er aan twijfelt, of de bodem tot de aarde dan wel tot de zee behoort”, aldus Plinius in die dagen. De eerste bewoners wierpen in het noordwesten talrijke terpen op, waarna zo’n duizend jaar geleden de dijkenbouw startte. Geleidelijk aan werd de zee buitengesloten en reep voor reep werd de zee verder teruggedrongen en nieuw land veilig gesteld.

Die vroegere historie blijft voor wat die is; minder relevant voor dit document waar het de waterkwaliteit vanaf grofweg 1850 betreft. Niet minder relevant als het gaat om landschapsvormende en -bepalende elementen, zoals de Waddeneilanden, de meren, de beekdalen met hun beken, de pingo-ruïnes en de laagveen- en hoogveengebieden. Daarnaast zijn voor de huidige constellatie de grondwaterkwel van zoet lithotroef grondwater aan de west- en noordwest rand van het Pleistocene Drents Plateau en het fossiel of indringend brak en zout grondwater in het Holocene deel van de provincie medebepalend voor de plaatselijke waterkwaliteit. Echter in grote lijnen is er sinds 1850 op dit vlak weinig basaal veranderd. Overigens is de invloed van de mens hoe met dat tableau, met die ondergrond fijnmazig is ‘geknutseld’ en ‘geboetseerd’ onweerlegbaar groot<sup>6</sup>: opwerpen van terpen, indijkingen van zeearmen, afgravingen van terpen, kanalisatie en normalisatie van beken, turfwinning, aanleg van polders, peilbeheer middels stuwen, sluzen en gemalen en opmalingen, ruilverkavelingen en landinrichtingen, graven van sloten en kanalen, zandexploitatie waarna diepe plassen resten, aanleg van wegen, nieuwbouwwijken en bedrijventerreinen, etc. Het zijn de condities en gegevenheden voor de huidige situatie. Die geschiedenis van terpenbouw, dijkenaanleg en waterhuishoudkundige inrichting en beheer is kort en bondig beschreven door onder meer *Walther (1958)* en *Schroor (1993)*. *Zandvoort (1966)* en *Korf (1973)* gaan dieper in op het ontstaan en hydrologisch functioneren van het Friese boezemsysteem als ‘het centraal bloedvatstelsel’ op het vaste land van de provincie. *Gildemacher et al. (2009)* beschrijven -ter gelegenheid van de eigendomsoverdracht van de meren van het Rijk (Rijksvastgoed- en ontwikkelingsbedrijf, voorheen de Dienst der Domeinen) naar de provincie- de geschiedenis en het reilen en zeilen van de boezemeren door de eeuwen heen.

<sup>6</sup> Heden te dage baart het veranderend landschap (overigens niet alleen) de Friezen zorgen, zo blijkt overduidelijk uit een onlangs gehouden peiling (*Partour, 2014*). Van de ondervraagden geeft 93 % aan het belangrijk te vinden hoe het Friese landschap zich ontwikkelt. Bijna 61 % maakt zich zorgen, vooral over de manier waarop veranderingen plaats vinden. Nieuwe ontwikkelingen in landbouw, economie, energievoorziening en woningmarkt worden door hen als bedreigend gezien. Mensen zijn bezorgd over de afname van flora en fauna, schaalvergroting van boerenbedrijven, vee op stal, verrommeling en versnippering van het landschap.



Kaart 2. - Vereenvoudigde bodemkaart van Friesland en het Westerkwartier, verdeeld naar zand-, veen- en kleigronden.



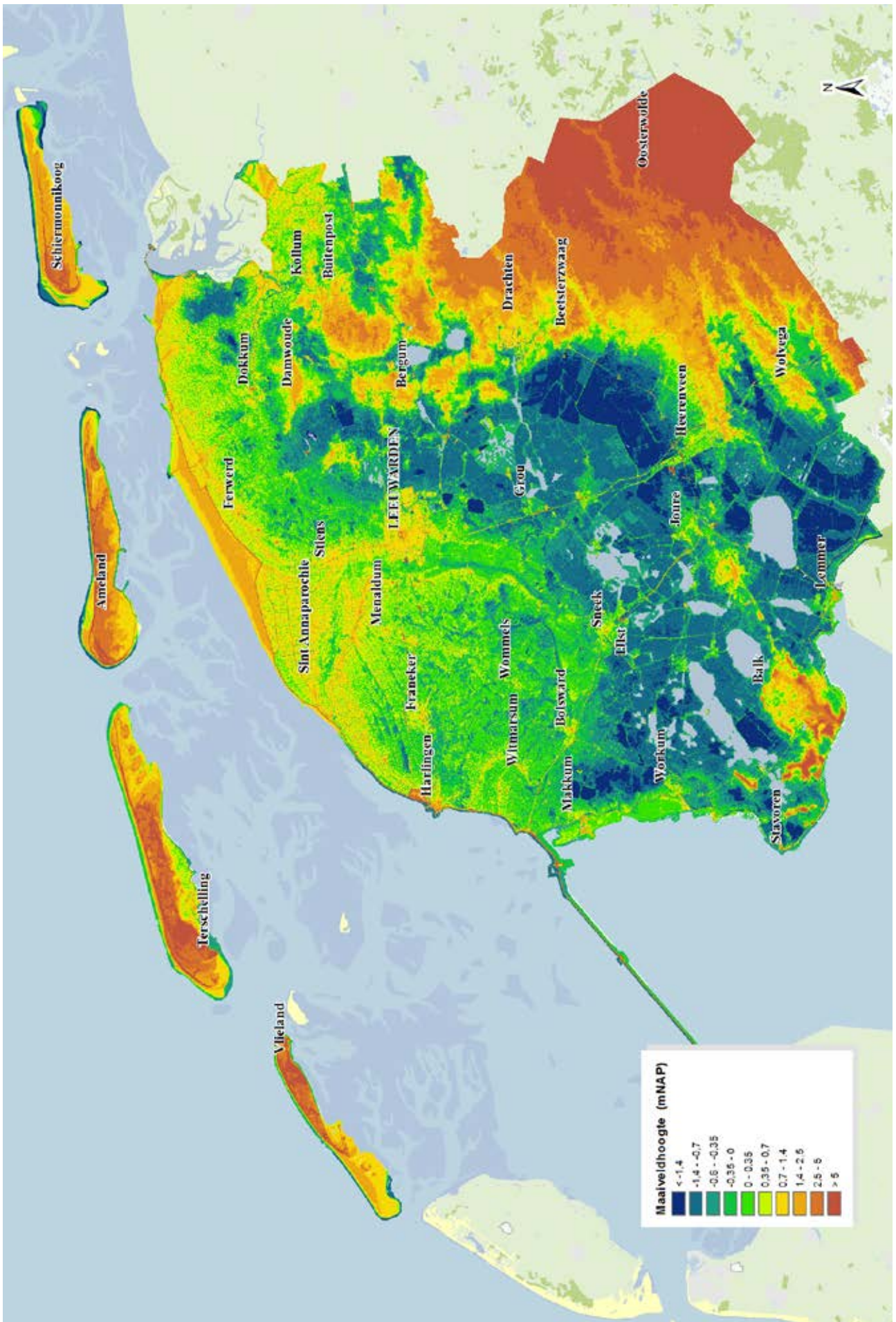
Het gebied waar dit literatuuroverzicht over gaat, komt overeen met dat van de provincie Fryslân, met uitzondering van het gedeelte IJsselmeer en Waddenzee dat ook tot de provincie behoort. Daar is, net als in de overige gedeelten van IJsselmeer en Waddenzee, Rijkswaterstaat waterbeheerder. Ook het ‘buitendijkse’ deel van de vier Friese Waddeneilanden wordt beheerd door Rijkswaterstaat. De precieze begrenzingen en afbakening van ieders beheergebied aldaar zijn vastgelegd in het IWBP 2001-2004 (Friese Waterschappen, 2000). Het waterbeheer van het Friese gedeelte van het Lauwersmeer is vanaf 2000 in handen van het waterschap Noorderzijlvest, gelijktijdig met de overname van het waterbeheer van het Groningse Westerkwartier<sup>7</sup> door Wetterskip Fryslân. Na 1999 heeft door Wetterskip Fryslân geen monitoring meer plaats gevonden in het Lauwersmeer, terwijl er sindsdien enkele meetpunten voor de waterkwaliteit in het Westerkwartier zijn bijgekomen.

### 3.1 Van alles wat

Het beheergebied van Wetterskip Fryslân kent een grote verscheidenheid aan grondsoorten, biotopen en watertypen. Zandgronden in het oosten en zuidoosten, laagveen in het midden en klei in het noorden en westen. Binnen het vasteland is de uitgestrekte Friese boezem het centrale watersysteem voor wateraan- en -afvoer en peilregulatie. De vier Waddeneilanden vormen ieder (water)systemen op zich en zijn haast te vergelijken met het vaste land in het klein. Groot verschil is de onmogelijkheid om zoet oppervlaktewater aan te voeren (anders dan voor drinkwater naar Terschelling en Ameland). Een typering van de waterkwaliteit kan via meerdere lijnen of ingangen plaats vinden: denk daarbij op hoofdlijnen aan zoet, brak en zout water, aan stilstaande en stromende wateren of aan lijnvormige en niet-lijnvormige wateren. De praktijk laat dan ook zien dat er vele indelingen worden gebruikt, waarbij een tweedeling herkenbaar is in watertypen (typologische indelingen) enerzijds en in hydrobiologische of fysisch-geografische districten (geografische indelingen) anderzijds (Claassen, 1987b). Vaak is er een relatie tussen beide indelingssystematieken, zoals vennen en dobben in het zandgebied van zuidoost Friesland, petgaten in het Lage Midden en duinplassen op de eilanden. Tabel 3.1 geeft een overzicht van in Friesland onderscheiden watertypen, zoals die mede op basis van het Waterkwaliteitsplan 1989-1995 is opgesteld (in algemene zin voor alle wateren op het zogenaamde ecologisch laagste niveau en op het niveau van specifieke ecologische doelstellingen en voor toegekende functies). Deze indeling sloot aan bij landelijke indelingen, zoals ze werden gebruikt voor ecologische beoordelingsmethoden van oppervlaktewateren. Nadat de KRW richtinggevend werd voor beleid en beheer werd de systematiek en indeling van watertypen (Dol, 1995; Van Meerendonk, 1996; Iwaco, 1997a, 1997b; Provincie Fryslân, 2000) verlaten en die van waterlichamen ingevoerd. In het Waterhuishoudingsplan Fryslân 2010-2015 zijn 25 oppervlaktewaterlichamen (waaronder het Lauwersmeer) aangegeven, die ingedeeld zijn in zeven watertypen: boezemmeren, boezemkanalen, laagveenplassen, zwak brakke wateren, polderplassen, vaarten buiten de boezem en beken. Voor het grondwater worden in dit waterhuishoudingsplan vier waterlichamen onderscheiden: zout in het kustgebied met een afdekkend kleipakket, zoet met een afdekkend klei-veenpakket, zoet met een afdekkend zandpakket en de Waddeneilanden. In het Eerste Waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995 waren nog 11 grondwatersystemen op het vaste land onderscheiden en voor de vier Waddeneilanden ieder een. Het Tweede waterhuishoudingsplan (Provincie Fryslân, 2000) geeft op de functiekaart de grondwaterbeschermingsgebieden weer. In dat plan worden ook vier locaties (Bergumermeer, Leijen, Alde Feanen en Nieuwe Vaart) genoemd als op termijn een potentiële bron zijnde voor drinkwaterbereiding. Het grondwater wordt in dit rapport verder nauwelijks behandeld en besproken. Voor de kwaliteit van het ondiepe grondwater wordt verwezen naar Bots et al. (1978). A. Kok beschrijft in hoofdstuk 11 van Deel 2 het grondwater als bron voor drinkwater.

Hierna volgt een beknopte beschrijving van de oppervlaktewateren, waarbij zes gebieden zijn onderscheiden. Enigszins hierbij aansluitende gebiedsbeschrijvingen zijn onder meer te vinden in de Encyclopedie van Friesland (Brouwer, 1958); Schroor (1993) en Wiersma et al., (2008). Vlieger (in Brouwer, 1958) onderscheidt de Waddeneilanden, het terpenlandschap (het gebied ten noordwesten van de lijn Workum-Sneek-Leeuwarden-Dokkum), het Lage Midden (het gebied van meren, plassen en laagveen tussen Stavoren en Dokkum) en de Wouden (Gaasterland en zuidoost Friesland). Schroor (1993) geeft een uitgebreide beschrijving van het Friese landschap, de Friezen in dat landschap en landschappelijke veranderingen. Hij onderscheidt daarbij negen landschappen: het Waddengebied, het bedijkingslandschap, het terpengebied van Oostergo, Westergo, het Lage Midden, de veenpolders, Gaasterland, de noordelijke Wouden en de zuidoosthoek. Wiersma et al. (2008) beschrijven naast de elf steden de Wadden, de Bouhoeko (het gebied ten noorden van de lijn Harlingen-Leeuwarden-Lauwersmeer), de Greidehoeko (het graslandgebied tussen Leeuwarden, Franeker, Sneek en Bolsward), de Lege Midden, Gaasterland en de meren, de IJsselmeerkust, de noordelijke Friese Wouden en de Zuidoosthoek. Links om of rechts om komen de indelingen globaal op hetzelfde neer.

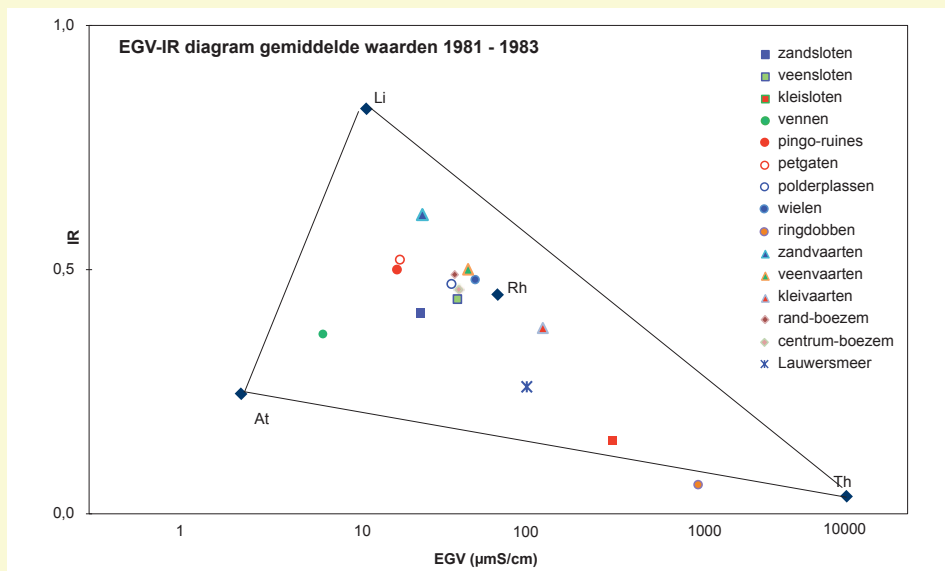
<sup>7</sup> Het waterkwantiteitsbeheer van het Groningse gedeelte dat afwaterert op de Friese boezem (Munnikezijlvest) werd in 1971 ondergebracht bij het toenmalige Waterschap Westerkwartier (1864-1994). Dat waterschap ging vervolgens per 1995 in z'n geheel op in Waterschap Noorderzijlvest. Het waterbeheer van dat zelfde gedeelte (Munnikezijlvest, de zgn. 2<sup>e</sup> afdeling van Waterschap Westerkwartier) kwam in 2000 bij Wetterskip Fryslân, gelijktijdig met de toedeling van het gehele waterbeheer van het Lauwersmeer aan Waterschap Noorderzijlvest.



Kaart 3. - Hoogtekaart van Friesland en het Westerkwartier. Het streefpeil van het boezemwater in de lichtblauwe kleur is -0,52 m NAP.

Tabel 3.1. - Indelingen van Friese oppervlaktewateren in watertypen. Tweedeling in zoet (links) en zout (rechts). Ringdobben en supralitorale poelen zijn vergelijkbaar (naar Claassen, 2006b).

Zoet, binnendijks		Marien, buitendijks	
Ecologische laagste niveau	Specifieke ecologische doelstellingen	Gebruiksfunctie-gerelateerd	Milieutypen
<b>Vaste land</b>			
Zandsloten	Laagveenmoerassen	<b>Viswater/karperachtigen</b>	Getijdengebied van platen en geulen
Veensloten	Brakke poldergebieden	Meren & plassen	Kwelders en kwelderkreken
Kleisloten	Beekdalgebieden	Petgatengebieden	Stranden en duinen
Vennen	Vennen	Dobben	Zeevaartse kustwateren
Dobben/pingo-ruïnes	Veenpolderplassen	Vaarten & sloten	Estuaria
Petgaten	Hoogveengebieden	Diepe plassen	Supralitorale poelen
Polderplassen	Kwelslotengebieden	<b>Zwemwater</b>	<b>Zwemwater</b>
Wielen	Dobben	Boezemeren	<b>Zeestranden</b>
Ringdobben	Diepe plassen	Polderplassen	Schelpdierwater
Zandvaarten	Boezemeren	Duinplassen	
Veenvaarten	Lauwersmeer		
Kleivaarten	<b>Eilanden</b>		Waddenzee
Boezemwater	Semipermanente duinplassen	<b>Drinkwaterbron (op termijn)</b>	
Lauwersmeer	Permanente duinplassen	Boezemeren	
	Polderplassen	Beken	



Figuur 3.1. IR-EGV diagram als een 1<sup>e</sup>-orde typologie voor 14 watertypen - zie de linker kolom uit tabel 3.1- op basis van gegevens uit 1981-1983 (naar Claassen, 1987d). De hoekpunten vertegenwoordigen referentiepunten voor lithotroof, atmosfeer en thalassotroof water. De zandvaarten liggen het dichtst bij zoet grondwater (Li), de vennen bij regenwater (At) en de ringdobben bij zeewater (Th).

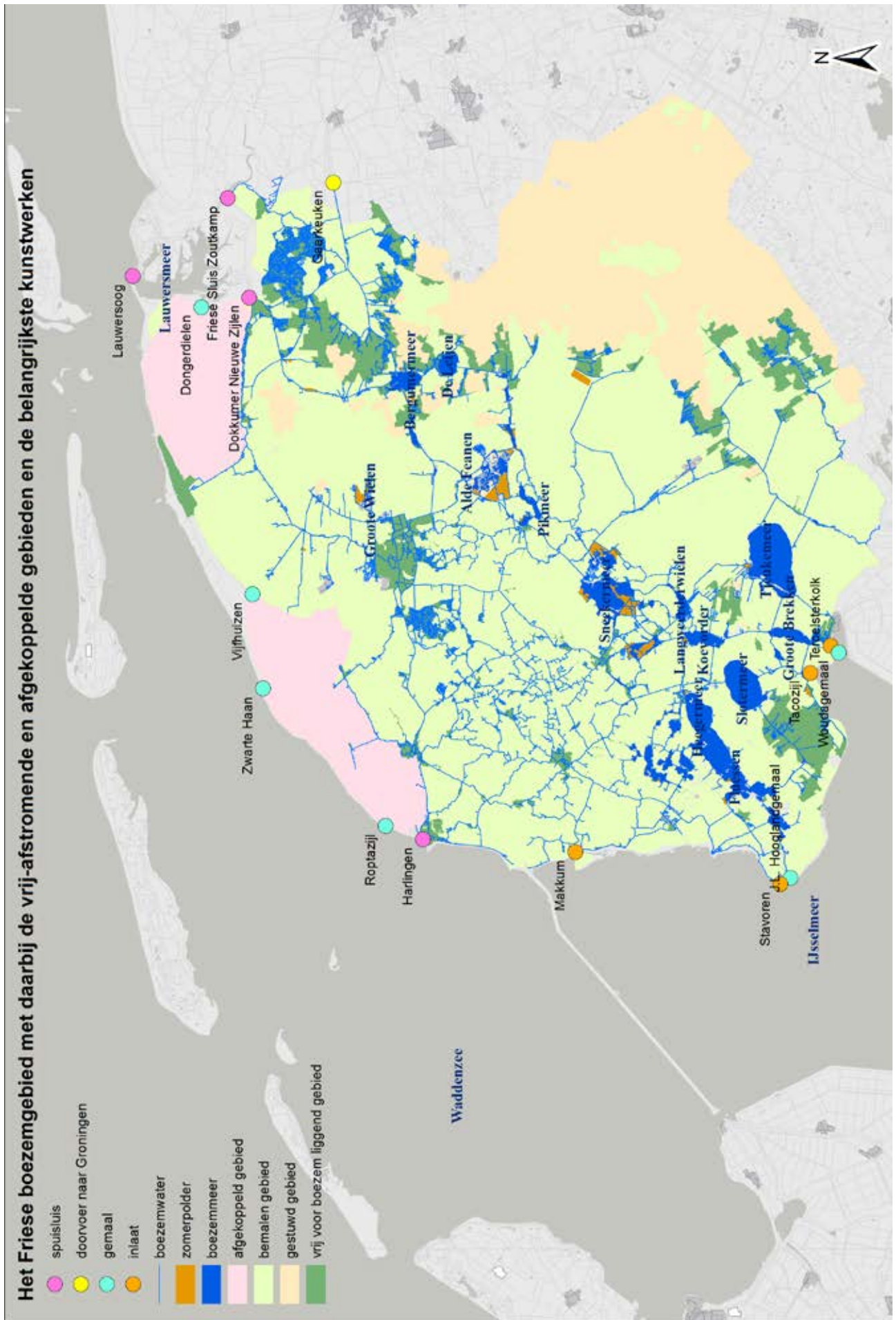
### 3.2 De Friese boezem

‘Humans and lakes are interdependent; their sustainability is enhanced by establishing and maintaining relationships that link humanity, aquatic ecosystems and the landscape in a harmonious manner that complements the attributes and addresses the needs of both.’

UNEP and ILEC, 2002. *World Lake Vision: a call for action*.

De Friese boezem is het grootste binnendijkse watersysteem en beslaat een oppervlakte van ruim 15.000 ha, en is daarmee in oppervlakte van vergelijkbare grootte als alle andere Friese binnenwateren samen. Het aaneengesloten stelsel van vaarten, kanalen en meren loopt van het zuidwesten tot in het noordoosten. Het hellend gebied in zuidoost Friesland watert af op de boezem. In het noorden ligt een drietal eigen bemalingseenheden: Dongeradiel (sinds 1930 afwaterend op de Lauwerszee en vanaf 1970 op het Lauwersmeer), Zwarte Haan en Roptazijl (sinds 1970 rechtstreeks afwaterend op de Waddenzee). Bij Ezumazijl en Roptazijl waren voor resp. 1930 en 1970 spuimogelijkheden op zee. Deze poldergebieden worden wel van boezemwater voorzien voor peilhandhaving en doorspoeling. De Friese boezem kent sinds 1970 (geformaliseerd in 1999) een streefpeil van -0,52 m NAP. In tijden van watertekort ('s zomers) kan door de inliggende gebieden water onttrokken worden aan de boezem, bij wateroverschot ('s winters) wordt dat op de boezem geloosd. Voor de boezem zelf zijn er innamepunten voor IJsselmeerwater bij Lemmer, Tacozijl en Stavoren (en zo nodig de scheepvaartsluizen van Hindelopen, Workum en Makkum) en lozingspunten onder vrij verval bij Harlingen (Waddenzee), Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp (Lauwersmeer) en middels bemaling bij Stavoren (Hooglandgemaal) en Lemmer Woudagemaal. Het laatste





Kaart 4. - Het Friese boezemstelsel. Alle gebieden worden van water voorzien vanuit de boezem. En alle gebieden worden van water voorzien van op de boezem, behalve de afgekoppelde gebieden in het noorden.

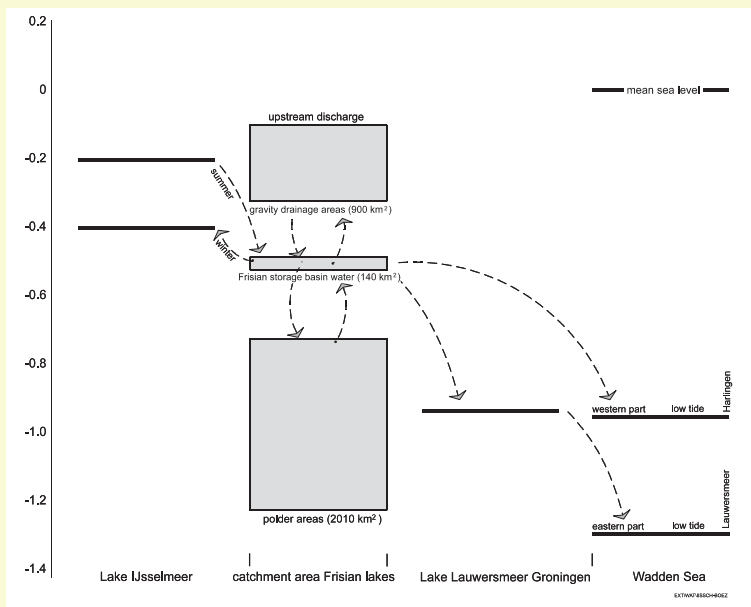


decennium worden zo nodig ook de gemalen te Roptazijl, Zwarte Haan (Miedema) en Ezumazijl (Dongerdielen) benut om de boezem van te veel water te ontlasten. Daarbij wordt de Friese boezem tijdelijk kortgesloten met die poldergebieden.

Het boezemstelsel dient ook voor doorvoer van water naar Groningen en indirect naar Drenthe. Seizoensverschillen van 1 m met hoge winter- en lage zomerwaterstanden zijn genivelleerd tot minder dan 0,1 m met een jaarrond vast streefpeil. Dergelijke grote interne peilverschillen ('scheefstand') zijn nu slechts kortdurende incidenten tijdens sterke opwaaiing, al dan niet in combinatie met gelijktijdige bemaling in Stavoren en Lemmer en/of bij gestremde lozing op het Lauwersmeer en/of de Waddenzee. Het oppervlak boezemland is door inpolderingen, vooral in de 2<sup>e</sup> helft van de 19<sup>e</sup> en de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw, met ongeveer een factor 50, zeer sterk gereduceerd.

Na afsluiting van de Zuiderzee en verzoeting van het IJsselmeer verzoette ook de westelijke kant van de Friese boezem in korte tijd. Daarvoor was het water soms iets brak vanwege (minimale) inlaat van zeewater ten behoeve van de scheepvaart. Vanaf 1937 kon volop zoet water ingelaten worden, ook voor de verziltingbestrijding in het noorden en noordwesten van de provincie. Een nog snellere verzoeting is beschreven voor het Lauwersmeer, nadat in het voorjaar van 1970 de Lauwerszee werd afgesloten van de Waddenzee.

Het waterhuishoudkundig functioneren van de Friese boezem is uitgebreid beschreven door Ehrhardt (1960; 1969), Zandvoort (1966) en Korf (1973). Louman (2007) beschrijft de politiek-bestuurlijke processen, besluiten en geschiedenis inzake het Friese waterbeheer tot aan 1970, het moment dat de grote infrastructurele werken en inrichting van het landelijk gebied zo goed als geheel waren afgerond en in grote lijnen vandaag de dag nog aanwezig zijn en functioneren. Toen was voor de waterbeheersing in Friesland, in het bijzonder van de Friese boezem, een 'stabiel systeem' tot stand gekomen, zoals hij dat noemt.



Figuur 3.2. Schematische weergave van het waterpeilbeheer van de Friese boezem door inlaat van IJsselmeerwater en afvoer van overtollig water van polders en hogere gronden (uit Claassen, 2000b); zie ook kaart 4 en tabel 7.1. Schaal y-as in m NAP.

Belangrijkst waterkwaliteitsprobleem is evenwel de eutrofiëring. Vanaf begin jaren '70 van tot begin jaren '90 van de vorige eeuw werd het boezemwater gekenmerkt als een door de blauwalg *Oscillatoria agardhii* (nu *Planktothrix agardhii* geheten) gedomineerd systeem. Het doorzicht is zeer gering en de nutriëntenbelasting is nog steeds te hoog voor een te verwachten omslag naar helder plantenrijk water. De overheersing van Brasem in het visbestand is ook nu nog aanwezig. Onderwaterplanten waren sinds begin jaren '70 zo goed als afwezig, doch komen nu in bescheiden mate weer hier en daar voor.

Voor de buitenstaander meer bekend en van groter belang is de Friese boezem met zijn talrijke meren als ideaal watersportgebied. Eenmaal binnen dit systeem is zonder sluispassage 15.000 ha water bevaarbaar van Stavoren tot Dokkumer Nieuwe Zijlen en van Wolvega tot Harlingen. Dat daarmee ecologie en economie op gespannen voet met elkaar kunnen komen te staan wordt al langer onderkend. Van der Knijff (1976) gaat daar als econoom uitgebreid op in met oog voor watervervuiling, botanische en faunistische waarden enerzijds en de watersport anderzijds. De conclusies begint hij met een wijze les voor vakgenoten: "Het is voor iedere econoom die zich met milieuzaken bezighoudt, raadzaam zich eerst in het puur ecologische vak thuis te gaan voelen alvorens zijn economische kennis hiertoe aan te wenden; het blijkt alleen al nuttig te zijn voor een zinvolle dialoog met ecologische wetenschappers". Hij noemt de wenselijkheid tot verplichting van het hebben van een vuilwatertank aan boord van recreatieschepen (daar gaat nog een generatie overheen voordat dat zo ver is), het afsluiten van kwetsbare gebieden en noemt delen van de Alde Feanen (in de discussies rond het oprichten

Lytse Griene,  
Sneekmeer,  
april 1990  
(foto Benny  
Klazenga).



van het Nationaal Park Alde Feanen eind jaren '90 heeft dit voorstel de eindstreep niet gehaald), een evenwichtige jachthavencapaciteit (die alleen maar blijft groeien) en hij vraagt zich af of grote publiekstrekkingen met nogal wat milieudruk, zoals het skutsjesilen, wel op dergelijke schaal georganiseerd moeten blijven worden (deze jaarlijkse wedstrijd en de Sneekweek blijven grote festijnen). Hij schrijft de aanwezige eutrofiëring vooral toe aan de kwaliteit van het IJsselmeewater. Als 'westerling' of 'Hollander' concludeert hij, ten slotte: "In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat Friesland een schone provincie is, die gezien de situatie in de randstad 'nog wel wat kan hebben'. Het is echter van het grootste belang dat het Westen geensdeels een maatstaf wordt van wat nu werkelijk vervuiling is voor het milieubeheer in Friesland. Het gaat m.i. meer om het behouden van het landelijke karakter en andere specifieke elementen van het landschap, waarbij alle vormen van vervuiling moeten worden vermeden" (Van der Knijff, 1976). Een volgende beschouwing is van Elshout (1981). Schade aan oevers en kwetsbaar achterland zou vooral met voorlichting tegengegaan moeten worden. Dat gebeurt later ook met slogans als 'Friesland is mooi, houden zo' en 'Niet in het riet'. Begin deze eeuw startte de provincie het Friese Merenproject met de bedoeling de waterrecreatie een flinke impuls te geven. Daarbij is ook aandacht voor ecologie en waterkwaliteit, zoals dat in diverse onderdelen (deeltrajecten) wordt meegenomen. Zo vonden bijvoorbeeld in de Leijen extra maatregelen plaats in aansluiting op het NOLIMP-project, is ook in het Slotermeer omzichtig te werk gegaan (Schuermans & Van Weperen, 2005), is in het zuidwestelijk merengebied gezocht naar kansrijke maatregelen voor waterkwaliteit en ecologie (Brongers & Altenburg, 2010) en participeert de provincie in het nu in uitvoering zijnde LIFE+-project 'Booming Business' in de Alde Feanen. Er zijn meer voorbeelden.

### 3.3 Hogere zandgronden

*"Rivieren van betekenis heeft Friesland nooit gekend; het ligt daarvoor te ver buiten het delta-gebied van de grote rivieren, die meer zuidelijk hun weg naar de Noordzee zoeken. Kleine rivierkes kent Friesland echter wel. Kende is misschien wel beter woord, want alles wat er aan riviertjes was, is in den loop der jaren gekanaliseerd. Linde, Kuinder of Tjonger, Boorn en in het Noorden de Lauwers is al wat Friesland aan kleine rivieren bezit" (Nijland, 1930).*

De huidige verschijningsvorm van de zandgronden, als randgebied van het Drents Plateau, is sterk bepaald door de laatste ijstijd, de laatste periode van het Pleistoceen. In het licht golvend landschap, globaal tussen +1 en +15 m NAP, liggen de (laagland)beken, te weten Linde, Tjonger (of Kuinder), Koningsdiep (of Boorne) en Lauwers (Abrahamse, 1986). Veel van die beken zijn echter rechtgetrokken en gestuwd en water kan heden ten dage soms -gedwongen- beide kanten op stromen, zoals dat het geval is in het Tjongerkanaal waarin zich drie opmalingen van boezemwater (-0,52 m NAP) bevinden. De daar vanaf 1981 gehanteerde peilen zijn +0,4 m NAP boven sluis I (Oudehorne), +2,1 m NAP boven sluis II (Jubbega) en +3,9 m NAP boven sluis III (Oosterwolde). In de Opsterlandse Compagnonsvaart wordt het waterpeil in negen stappen (peilvakken) gestuwd tot net boven +10 m NAP. Het Fochteloërveen vormt nu nog het restant van een eens omvangrijk hoogveen-gebied. Daarin bevinden zich met stagnerend regenwater gevulde veenputjes. Geologische gebiedsbeschrijvingen van zowel het ontstaan van het hoogveen, de latere verveningen (met het aanleggen van de Compagnonsvaarten en wijken),



Pagina 34 (deels) uit G.J. Nijland, 1930.  
*Mijn Land IV Friesland*

als de (wisselende) lopen van de beken is beschreven door onder meer *Crossen & Heijink, 1965; Crossen & Zandstra, 1965* en *Kuiper, 1973*. Hoe de Linde tussen 1921 en 1931 wordt 'verbeterd' (verbreed, verdiept, rechtgetrokken en genormaliseerd) beschrijven *Hagen & De Vries (2005)*. Twee andere watertypen met stilstaand water zijn de vennen en pingo-ruines. Vennen zijn door windwerking van nature ontstaan, de dobben zijn als depressies ontstaan na de laatste ijstijd en opgevuld met veen. De van oorsprong iets diepere dobben dan de vennen bevatten ook stagnerend water na het (meerdere malen) uitgraven van dat veen. Deze kleine plassen lager vroeger in uitgestrekte heidegebieden, net als de laagveenmoerasgebieden 'woeste grond' of 'Unlân' genoemd. Pas na de Tweede Wereldoorlog werden de restanten daarvan gevestigd van ontginning. Zo werd begin jaren '50 besloten om van de nog resterende 350 ha 'woeste gronden' tussen Koningsdiep en Tjonger het centrale deel van ongeveer 200 ha te behouden als natuureservaat: de huidige Duurswouderheide. Iets noordoostelijk daarvan liggen de gespaard gebleven Bakkeveenster Duinen. Twee door de mens gevormde watertypen tenslotte zijn de sloten en de diepe plassen. Een klein aantal sloten valt 's zomers droog en worden dan aangeduid als semipermanent. De zandwinplassen zijn van recente datum en ontstaan door zandwinning voor bedrijventerreinen, nieuwbouwwijken en wegen.

De waterkwaliteit is van oorsprong redelijk voedselarm, en wanneer (stagnerend) regenwater sterk bepalend is tevens zuur van karakter. In de beken is het water van oorsprong van het calcium-bicarbonaat type. Door inlaat en opmaling van van oorsprong IJsselmeerwater kan 's zomers natriumchloride gaan overheersen. In de afgesloten wateren is de ionenconcentratie veelal zeer laag en het bicarbonaatgehalte vrijwel nul. Het water is overwegend zuur en voedselarm, tenzij de invloed van meeuwen (guanotrofiëring) of landbouw (eutrofiëring) overheersend is. Sommige dobben hebben een venige bodem en dan vaak ook hogere stikstofgehalten. Zandsloten en zandwinplassen zijn van nature voedselarm.

De meeste diepe plassen liggen of in het zandgebied of hebben althans een zandondergrond. Door hun diepte treedt 's zomers stratificatie op en afhankelijk van de voedselrijkdom kan dat leiden tot eutrofiëringsproblemen, vooral in de vorm van overmatige algengroei in het epilimnion.



Duurswouderheide,  
 november 2012.



Foto 1. Woeste grond bestaande uit water (z.g. petgaten), rietland, wild grasland en enige boomgroei ontstaan door verving.

Foto 2. De woeste grond van foto 1 herschapen in vruchtbare landouwen door droogmaking en ontginning. Beide foto's met onderschrift uit De Haan (1952).

### 3.4 Laagveengebied

Vanuit de waterhuishouding bezien komen er in het laagveengebied twee typen water voor: boezemwater en polderwater. De polderwateren bestaan vooral uit vaarten, sloten, polderplassen (in het agrarische gebied) en petgaten (in natuurgebieden). Ze zijn ontstaan door menselijk handelen (graven van sloten en vaarten en verving waardoor petgatengebieden ontstonden). De diepe plassen in het laagveengebied reiken tot in de zandondergrond. Van oorsprong bepaalde grondwaterkwel de ionensamenstelling in de petgatengebieden en was dan van het calcium-bicarbonaat type. Momenteel komen 's winters verschillende typen voor: calcium-bicarbonaat type aan de oostkant, calciumchloride in het middengedeelte en het sulfaattype meer naar het westen. Door de inlaat en invloed van boezemwater is het water 's zomers nu overwegend van het natriumchloride type. Het boezemstelsel dient dan immers voor de wateraanvoer en peilhandhaving. Door de veengrond is het water matig voedselrijk, echter de invloed van bemesting en ontwatering leiden tot voedselrijker water. Slechts de westkant van de Alde Feanen ligt nog voor de boezem (hoewel daar begin jaren negentig verschillende gebieden hydrologisch zijn geïsoleerd van dat boezemwater). De overige petgatengebieden liggen binnen bemalen poldersystemen.

De Alde Feanen is, als Nationaal Park, vanwege de waterrecreatie en waar It Fryske Gea haar eerste natuurterrein verwierf, misschien wel het bekendste Friese laagveenmoerasgebied. *Dorhout (1942)* begint zijn 'Volk aan den plas' over dit gebied zo: "Waar de golven van Holstmeer, Wijde Saijter, Graft en Wijde Ee in eindeloze rijen wegdeinen, ligt, vrijwel in 't hart van Friesland, 'n uitgestrekte wildernis van ruige poelen en petten. 't Is het gebied der Oude Venen; 'n wirwar van grillig gevormde veenplassen met begroeide eilandjes, 'n dorado voor duizenden zwem- en slikvogels, welke er ieder voorjaar weer 'n veilige broedplaats vinden. Slechts 'n platbodem vaartuig, meestal 'n schouw, is in staat door te dringen in deze geheimzinnige wereld, afgewisseld met strepen of ribben, waar enkel biezen en wat mager gras moeizaam groeien. Alleen jagers en visschers kennen er de vertrouwde paadjes. De eeuwen door ligt hier dit natuuroord". De verving door kloostermonniken vanuit Smalle Ee, Oudega begon hier al in de 11<sup>e</sup> eeuw.

Vrijwel alle petgatencomplexen liggen momenteel binnen natuurgebieden, waarbij van zuid naar noord de volgende gebieden kunnen worden genoemd: Rottige Meente, Lindevallei, Brandemeer, Oosterschar, De Deelen, Alde Feanen, Kraanlânnen, Petgaten De Veenhoop, Boornbergumer Petten, Butenfjild (Sippenvennen en Ottema-Wiersma reservaat) en Houtwiel. De gebieden verschillen nogal in grootte, in aanwezige watertypen (plassen, petgaten en sloten) en in biotopen (water, verlandingsvegetaties en moerasbos), zie Grontmij (1991b). Deze reeks laagveenmoerasgebieden ontsprongen de dans van ontginning, die na de Tweede Wereldoorlog aan haar laatste horde begon. *De Haan (1952)* presenteerde een kaartje van nog te ontginnen woeste gronden in het Lage Midden. Een groot deel daarvan werd moderne landbouwgrond. "Dit jaar zal het eerste complex ter grootte van 800 ha worden aangepakt. De toestand zal er grondig door worden gewijzigd: verbetering van de ontwatering, aanleg van wegen en zo mogelijk bouw van boerderijen zal een exploitatie mogelijk maken, waardoor zeer aanzienlijke hogere opbrengsten aan gras en hooi van betere kwaliteit zullen worden verkregen", aldus De Haan. Hij beschreef ook grootse plannen om grote delen van de Waddenzee in te polderen. "Onze meren lenen zich in 't algemeen door hun onvruchtbare harde zandbodem minder goed voor ontginning, maar bovendien zijn ze onmisbaar voor het bergen van overtollig water", aldus *De Haan (1952)*.

Verlandingsvegetaties zijn kenmerkend en het meest gewaardeerd voor deze gebieden, waarbij in die eerste fase van de successie onderscheid gemaakt kan worden tussen een mesotrofe en een eutrofe pioniersfase. Door voedselverrijking



komt in Friesland veelal de eutrofe reeks voor, waarbij dan nog zelfs vaak de verlanding stagneert door overmatige eutrofiëring. Daarbij nemen algen de overhand boven waterplanten, vanwege een gunstiger concurrentiepositie om licht en voedsel. Dat gebeurt vooral in de grotere plassen en meren. In meer afgesloten petgaten, zoals in de Boornbergumer Petten is sprake van een mesotroof verlandingsproces met onder meer veel kranswervegetatie. De voorzuivering in een helofytenfilter van ingepompt water heeft hier, bij uitvoering van een ruilverkaveling rondom, bijgedragen aan deze goede waterkwaliteit. Na ongeveer 30 jaar is dat natuurlijke helofytenfilter in de winter 2007-2008 geplagd, omdat de zuiverende werking ervan merkbaar terugliep. Tevens is het de plas omringende rietveld geplagd en het jonge houtopschot verwijderd. Ook bij andere petgatengebieden worden bestaande rietpercelen gebruikt (Brandemeer, Rottige Meente) of zijn helofytenfilters aangelegd (De Deelen) voor polishing van in te laten boezemwater.

### 3.5 Zeekleigebied

Het huidige zeekleigebied van west en noord Friesland omvat in feite het bedijkte gedeelte van het voormalige getijdengebied. Die eerste bedijkingen en inpolderingen dateren al van zo'n duizend jaar geleden (*Provinciale Waterstaat van Friesland, 1956*). Ook hier is het water te verdelen in boezem- en polderwater. De oudere polders kennen nog vaak grillig verlopende vaarten en sloten, in recentere polders of na ruilverkavelingen zijn deze waterlopen veelal breder en rechter. De boezemwateren zijn overwegend bredere vaarten en kanalen. Dicht langs de waddenzeedijk komen enkele tichelgaten en kleiwinputten voor. Een drietal grote poldergebieden betreft boezemwater voor peilhandhaving en doorspoeling voor verziltingsbestrijding, doch heeft eigen afwatering met bemaling naar Lauwersmeer (Dongeradeel sinds 1930) of Waddenzee (Ropta en Zwarte Haan sinds 1970). Het water is zeer voedsel- en ionenrijk. Zowel 's zomers (vanwege inlaat van en doorspoeling met boezemwater) als 's winters (vanwege zoute kwelinvloed) is het water van het natriumchloride type. Intensieve doorspoeling vanwege verziltingsbestrijding heeft het brakke milieu vrijwel geheel verdrongen. Overigens mag verwacht worden dat vanwege klimaatverandering en zeespiegelstijging in combinatie met bodemdaling de verzilting langs de kuststrook de komende decennia zal toenemen. De ruim 50 buitendijkse ringdobben, aangelegd voor gebruik als veedrenkwater, vormen een ecologisch bijzonder milieu (Verhoeven et al., 1978) en een menselijk relict nu die functie is vervallen.

Vegetatie en aquatische fauna vormen een weerspiegeling van het voedselrijke en soms licht brakke milieu. De vegetatie in sloten en vaarten is vaak soortenarm en wordt gekenmerkt door algemene, eutrafente soorten, zoals Grof hoornblad, Smalle waterpest, Schedefonteinkruid, Veelwortelig kroos en Bultkroos. Langs de oevers van vaarten is Liesgras algemeen voorkomend. In brak water komt *Zannichellia* algemeen voor, terwijl Zilte waterranonkel en Snavelruppia slechts sporadisch worden aangetroffen. Op sommige plekken komen Zeebies, Lidsteng of darmwier talrijk voor. De macrofauna kenmerkt zich door soorten met een brede zouttolerantie.



Een van de buitendijkse ringdobben, juli 1982.

### 3.6 De Waddeneilanden

Binnen de dijkkringgebieden op de Waddeneilanden komen verschillende watertypen voor. In het duingebied zijn dat de duinvalleien en duinplassen (deels 's zomers droogvallend, deels altijd watervoerend) en de duinrellen of duinbeken (meest gegraven naar de polders waterafvoerende sloten). Sommige duinvalleien zijn bekend vanwege hun functie als ijsbaan. In de polders bevinden zich overwegend smalle en ondiepe sloten, nabij de zeedijken verbrede vaarten of plasjes en zo hier en daar eendekooien met de welbekende vijvers. Het water in de duinen is zoet, in de polders kan het vooral nabij de dijken licht brak zijn. De eilanden kennen ieder op zich een eigen ondergrondse zoetwaterbel, waarbij het oppervlaktewaterpeil (zeker in de duingebieden) sterk afhankelijk is van de grondwaterstand. Door de zandgronden is de waterdoorlatendheid groot en ondervindt eventuele kwel of wegzijging weinig weerstand (Buissink & De Wind, 2004; Buro Klaas Huizinga, 2008).

Inlaat, aanvoer van water, zoals op het vaste land, is niet mogelijk. Gereguleerde afvoer van overtollig water vindt -onder vrij verval- bij eb plaats via een of enkele suatiesluizen of, zoals op Vlieland, rechtstreeks via sloten richting Waddenzee. Op Terschelling is bij de beide suatiesluizen eind 2010 permanente hulpbemaling aangebracht, die in geval van veel water en gestremde lozing kan worden ingezet. Jonge duinvalleien en duinplassen bevatten relatief kalkrijk water, hoewel in het algemeen de Waddeneilanden -vergeleken met duinen van ten zuiden van Bergen- kalkarm zijn. Overigens is het water helder en voedselarm, tenzij vogelkolonies (guanotrofie) of zoutwater-invloed langs de zeedijken zorgt voor enige verrijking. Door hun voedselarme milieu, geïsoleerde ligging en -voor de wateren in het duingebied- hun natuurlijke vorm zijn deze wateren bijzonder waardevol. Ze worden gekenmerkt door een bijzondere vegetatie en fauna. In duinplassen kunnen bepaalde soorten kranswieren en fonteinkruiden soms massaal voorkomen. Droogvallende duinvalleien bezitten meer pionierssoorten, zoals Stijve moerasweegbree, Veelstengelige waterbies, Waterpunge, Oeverkruid en Schildereprijs. Ook de microflora (vooral sieralgen en kiezelalgen) en micro- en macrofauna vertegenwoordigen bijzondere soorten.



Terschelling bij Badhuiskuil, 18 maart 2005 en Schiermonnikoog op de zeedijk, 14 oktober 2007.

In tal van boeken wordt het Waddengebied en de Waddeneilanden prachtig beschreven: zie onder meer *Abrahamse et al.*, 1976 en *Buro Klaas Huizinga* in *Het Tij Gekeerd*, 2008. Door natuurkrachten gedreven waren de eilanden door afslag en aangroei enigszins 'beweeglijk' (Hazeu et al., 2002; *Buisink & De Wind* 2004). Geen wonder dat de Waddeneilanden als aantrekkelijkste groen gebied naar voren kwamen in een in 2013 uitgevoerd onderzoek van Alterra Wageningen en de Rijksuniversiteit Groningen. Veruit de meeste deelnemers aan deze hotspotmonitor-enquête kozen voor de eilanden.

### 3.7 Afgesloten zeearmen en estuaria

De vroegere Marneslenk en Middelsee zijn al zo lang geleden afgesloten en ingepolderd, dat die vrijwel niet meer als afgesloten zeearmen herkenbaar zijn. De Zuiderzee werd in 1932 en de Lauwerszee werd in 1969 afgesloten van de zee. Daardoor ontstonden er in korte tijd bedijkte zoetwatersystemen. Beide systemen vervullen een belangrijke functie voor de waterafvoer naar zee, in beide gevallen via spuisluizen (bij Den Oever en Kornwerderzand voor het IJsselmeer en bij Lauwersoog voor het Lauwersmeer). Het Lauwersmeer voert ook water af uit Groningen, vanuit het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest. Het streefpeil in het IJsselmeer bedraagt -0,4 m NAP in de winter en -0,2 m NAP in de zomer, zodat bij een Fries boezempeil van -0,52 m NAP er zoetwaterinlaat onder vrij verval mogelijk is. Zo ook kan bij een streefpeil van -0,93 m NAP voor het Lauwersmeer er bij Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp onder vrij verval water geloosd worden. Op haar





*Spuisluizen bij Lauwersoog en begrazing door paarden, juni 2008.*

beurt spuit het Lauwersmeer bij Lauwersoog bij eb overtollig water naar de Waddenzee. Incidenteel komt gestremde lozing van boezemwater voor bij kortdurende extreem hoge waterstanden in Waddenzee of Lauwersmeer. De verzoeting van beide afgesloten zeearmen ging snel. Het IJsselmeer was in 1937 zo sterk verzoet dat Friesland volop water kon gaan inlaten. Het Lauwersmeer verzoette vrijwel geheel in het eerste jaar (Otto, 1971), hoewel door zoute kwel invloed het water 's zomers nog steeds licht brak is, vooral in de diepere delen van de voormalige slenken. Vanaf 2000 is het waterbeheer van het Lauwersmeer ondergebracht bij het Groningse Waterschap Noorderzijlvest. Het laatste decennium is er uitgebreid gestudeerd op een meer natuurgericht seizoengebonden peilbeheer in het Lauwersmeer (Watervisie Lauwersmeer) in combinatie en samenhangend met een bestuurlijke wens tot een nieuw te bouwen gemaal bij Lauwersoog. Immers bij een verder stijgende zeespiegel wordt het tijdvenster, waarbinnen onder vrij verval gespuid kan worden, steeds kleiner. Verder dan studies en voornemens is het nog niet gekomen.

De Waddenzee, het IJsselmeer en het Lauwersmeer worden hier verder niet besproken. Voor ieder van deze systemen is een overzicht als het onderhavige te maken. Als een opstapje daartoe worden hier slechts enkele verwijzingen genoemd. Het Lauwersmeer is uitgebreid onder de loupe genomen in de 'Watervisie Lauwersmeergebied', een studie gestart vanuit een gewenste grotere peildynamiek en gecombineerd met een toekomstig gemaal bij Lauwersoog. *Arcadis (2003)* rapporteerde gevolgen voor de waterkwaliteit aan de hand van een modelstudie. In 2008 verscheen de haalbaarheidsanalyse van het compromis i.c. voorkeusalternatief de 'Derde weg' (*Rotsaert, 2008*). Daarnaast is het gebied Nationaal Park. Daarover zijn ook tal van rapporten opgesteld. *Altenburg & Wymenga* rapporteerde over beheer en inrichting van het gebied (*Beemster & Altenburg, 2006*). Het Beheerplan Natura 2000 verschijnt naar verwachting eind 2014.

Voor het IJsselmeer zijn dat 30 gebundelde presentaties van een CHO-TNO studiedag in 1981 (*Booghart 1982*); het beheerplan van IFG voor de Friese IJsselmeerkust (*De Vries, 1986*); een uitgebreide aquatisch-ecologische analyse van het voedselweb (*Lammens & Hoesper, 1998; Lammens, 1999*); en de Rijkswaterstaatstudie over de waterhuishouding in het Natte Hart (*Idema & Breukers, 1997; Rijkswaterstaat, 2000*). Voor de Waddenzee, een internationaal Werelderfgoed van iets meer dan 120.000 ha, eenzelfde korte opsomming. *Horstman & Dirckx (1981)* schetsen de watervervuiling. Een overzicht van de waterkwaliteit in de jaren '70 is van de hand van *De Wit et al. (1982)*. Er zijn in de loop der jaren meerdere beheerplannen gemaakt (zie onder meer *Waddencomité Rijkswaterstaat, 1987*) en meerdere Maatregelenprogramma's (*CUBWAD, 1992, 1999* om er twee te noemen). Rond 1990 is veel werk gemaakt van het Wadden Aktie Plan (*De Jonge & Van Meerendonk, 1990; Rijkswaterstaat/DGSM, 1990; De Bruin & De Graaf, 1991*). Dan nog twee rapporten over waterkwaliteitsgegevens (*Bakker et al., 1991; De Jong et al., 2000*). Dit kan aangevuld worden voor het aanliggende buitendijkse gebied met het proefschrift van *Esselink (2000)* en het overzicht van de landaanwinnings- en kwelderwerken (*Dijkema et al., 2001*) en *Dijkema et al. (2013)* over monitoring. Ook is er veel aandacht (geweest) voor herstel van estuariene overgangen en zoet-zout gradiënten (zie bijvoorbeeld *Janssen, 2000*).



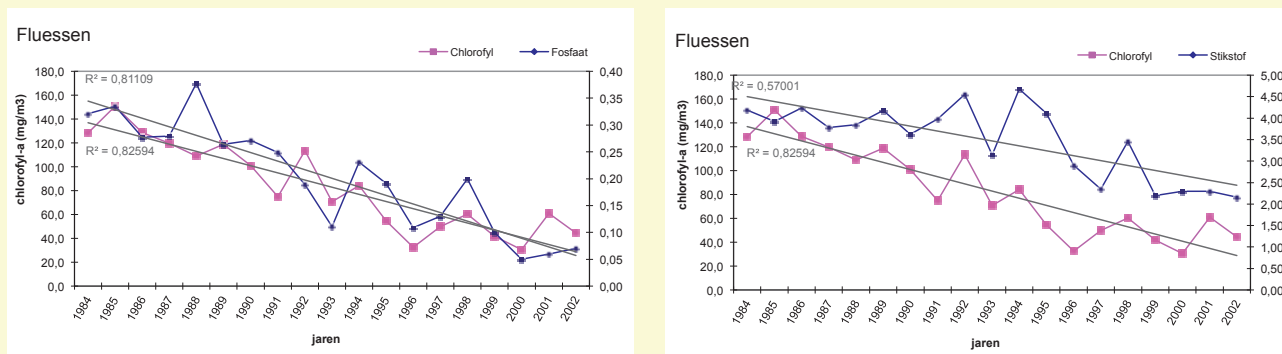
*Restanten van  
landaanwinningwerken  
in noord-Friesland,  
juni 2008.*

### **3.8 De toestand van het milieu**

Voor een algemene eerste indruk van de natuur-, milieu- en waterkwaliteit wordt verwezen naar de Toestand van het milieu 1993-1996, de Toestand Leefmilieu Fryslân 1999, Toestand leefmilieu Fryslân 2004, Toestand leefmilieu Fryslân 2008 en De Steat fan Fryslân 2013. In vier fraaie publiek-vriendelijke boekwerkjes (van 1993-1996, 1999, 2008 en 2013) zijn kleurenkaarten en figuren met beknopte toelichtingen opgenomen over milieu, water en natuur, als poging te komen tot (meer) integratie van afzonderlijke plannen en rapportages over deze thema's. De notitie van december 2004 was een bescheiden uitgave (Van Grunsven Latour, 2004), waarin eerder de beleidsinspanning centraal stond dan de toestand van het milieu. Bij beschrijvingen van de milieukwaliteit komen de verschillende 'ver-thema's' aan bod. De eerste rapportage (Visser et al., 1998) was sterk gericht op emissies (per milieucategorie en door doelgroepen). De aanbiedingsbrief meldt onder meer: "Het beeld van de uitgevoerde milieumonitoring toont globaal gezien een relatief schone provincie. Dat neemt overigens niet weg dat dit beeld door voortdurende en nieuwe milieuproblemen wordt vertroebeld. ... Verheugend daarentegen is de weliswaar geringe en langzame verbetering in de vermistingsstoestand van het oppervlaktewater dat in relatief opzicht voor Fryslân van groot belang is". De algehele toestand van onder meer vermisting, verzuring, verspreiding en verdroging wordt in figuren weergegeven. De zomergemiddelde normen voor fosfaat (0,15 mg/l) en stikstof (2,2 mg/l) in het oppervlaktewater werden in de periode 1993-1996 in meer dan 85 % van de meetpunten overschreden. Voor chlorofyl was toen al een sterke verbetering (afname) zichtbaar: in 1996 voldeed 92 % van de meetpunten aan de norm van 100 µg/l. De rapportage uit 1999 bevat onder meer kaarten van rioolwateroverstorten, verzuring, zwemwaterkwaliteit, brasem in de Friese meren, verdroogde natuurgebieden, kwaliteitsoordeel van het oppervlaktewater en per gemeente de hoeveelheid verontreinigde waterbodem (Latour Advies, 1999). In 1998 was het gewichtsaandeel van brasem aan de visstand in de boezemmeren ca. 75 %. Hoofdstuk 6 uit de rapportage over 2008 is gewijd aan waterkwaliteit (Latour, 2009). De belasting met en concentraties van nutriënten neemt gestaag af. De ecologische kwaliteit is nog onvoldoende.

De provinciale publicatie uit 2013 (Provincie Fryslân, 2013a), als separate bijlage bij de Kadernota 2014, bevat onder andere een kaart van de toplijst verdrogingsgebieden (gebieden met de hoogste prioriteit om aangepakt te worden). "In de landbouw is de waterhuishouding dusdanig dat daar nagenoeg geen structurele problemen optreden met betrekking tot verdroging. In natuurgebieden daarentegen is dit wel een belangrijk knelpunt, en komt voor als het grondwaterstandsverloop of de grondwaterkwaliteit onvoldoende is voor de beoogde natuurdoelen. Ongeveer 40 % van de 30.000 hectare natuurgebied binnen de Ecologische Hoofdstructuur kampt met verdroging". De oppervlaktewaterkwaliteit wordt beschreven naar de maatstaven van de KRW. "Van de 24 Friese waterlichamen krijgt 29 % het oordeel slecht, 50 % ontoereikend en 21 % matig. De oppervlaktewateren blijken meestal niet te voldoen aan de eisen met betrekking tot de biologische componenten algen, waterplanten, macrofauna en in mindere mate vissen. Van de ondersteunende parameters blijkt vooral 'doorzicht' niet te voldoen aan de eisen". Concluderend: "In Fryslân is de kwaliteit van het oppervlaktewater de afgelopen decennia aanzienlijk verbeterd. Maar de laatste jaren stagneert de verbetering waardoor veel van de ecologische doelstellingen nog buiten bereik liggen". Zie verder de bijdrage van R. Veeningen in hoofdstuk 12 van Deel 2.





Figuur 3.3. - Het verloop van de fosfaat-, stikstof- en chlorofylgehalten in de Fluessen van 1984 tot en met 2002. Het fosfaatgehalte daalt sterker dan het stikstofgehalte en is meer gecorreleerd met (de daling van) het chlorofylgehalte. Zie figuur 8.2 voor het doorzicht. (uit Grijpstra & Meijer-Bielenin, 2003).

In 2012 verscheen een vergelijkbare populaire brochure: de 'Integrale Watersysteemrapportage 2012' (Wetterskip Fryslân, 2012e). Daarin komen de thema's Veilig, Voldoende en Schoon voor het voetlicht. De waterkwaliteit volgens de KRW-doelen bleek nog verre van voldoende. Op basis van monitoringgegevens uit de jaren 2006-2010 is het eindoordeel voor 29 % van de waterlichamen slecht (rood), voor 50 % ontoereikend (oranje) en voor 21 % matig (geel); dezelfde percentages zijn overgenomen in de hiervoor genoemde provinciale Kadernota 2014. Van de chemische stoffen geven zink, koper en ammoniak overschrijdingen van de normen. De beoordeling van de kwaliteit van de zwemwateren gaf het volgende beeld: 38 % is goed, 41 % aanvaardbaar en 16 % slecht. Van 5 % van de zwemwateren was nog geen beoordeling beschikbaar. Begin 2012 verscheen het Plan van Aanpak acties zwemwater (Wetterskip Fryslân, 2012c), met daarin tal van maatregelen om de zwemwaterlocaties in kwaliteit te verbeteren.

Gegevens en bevindingen van oudere datum, zoals van de Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging (1949) en van Kamps (1957) en specifiek of uitsluitend gericht op de waterkwaliteit, bijvoorbeeld de themarapportage over trends in hydrobiologische data (Van Dam & Wanink, 2007) komen verderop aan bod. Daarnaast is er veel algemene documentatie over Friesland, zoals vele historische boeken met geschiedschrijving en historische atlanten, kaarten-, foto- en (recente) wateratlanten. In het achterin gevoegde literatuuroverzicht is het een en ander opgenomen (Anonymus, 1883; Brouwer, 1958; Brummelkamp & Fahrenfort, 1945; Groot, 1977; Kersbergen, 2005; Keulen, 1999; Kooistra et al., 2008; Robas Producties, 1990; Schroor, 1993; Spahr-Van der Hoek & De Vries, 1970; Vlieger 1958; Wiersma et al., 2008; Wolters-Noordhoff 1992).



IJsselmeer, februari 2012.



Lauwersmeer, juni 2008.



Waddenzee, april 2004.



## Verleden

Deze tekening symboliseert de waterkwaliteit in Friesland van rond 1900. De overheersende gestalte, een landschapsdeva<sup>8</sup>, beeldt de overkoepelende energie van de Friese wateren uit. Hij is de ziel van het gehele gebied en met name van het water. Deze energie, dit bewustzijn, beheert en beschermt al het leven in het gebied. De vorm zoals hij zich laat zien is de situatie uit het verleden. Het water is donker met gebrek aan zuurstof en weinig leven. Het water voelt benauwd en kil aan, heel zwaar. De vissen, de plantenwereld, maar ook de waterwezens zoals de nimfen roepen om hulp. Waternimfen zijn wezens van zeer verfijnde energie, door sommige mensen wel waarneembaar, maar door de meeste mensen niet. Zij zijn het bewustzijn van het water en dragen zorg voor de kwaliteit en leefbaarheid. Alles is leven, de gehele planeet Aarde is leven, is bewustzijn. Zij wordt niet voor niets 'Moeder Aarde' genoemd en zij dient dan ook met respect behandeld te worden. De waterbewoners kunnen de verzorging echter niet alleen af, ook de mens behoort zich bewust te worden van haar verantwoordelijkheid voor een goede waterkwaliteit. Dit vraagt om erkenning en samenwerking met de bewoners van het water, ook met diegene waarvan wij ons nog niet zo bewust zijn. In vroeger tijden was het heel normaal om met de verschillende natuurwezens samen te leven en te werken.

*Lydia van Oort, 30 oktober 2013.*

De landschapsdeva is vermoeid en draagt een juk. Hij is, als onderdeel van de vier elementen, van groot belang voor de kringloop van het leven. Alles gaat door hem heen, aan alles draagt hij bij, zijn taak omvat veel. Hij helpt mensen boven water te komen. Bij zijn levenswerk krijgt hij back-up van lucht, aarde en vuur. En het hem omringende licht geeft hij gefocust door.

*Frank Silvis*

<sup>8</sup> While dismissed by many as merely products of imagination, the spirits of nature (also called devas) are actually an other-dimensional kingdom of life on Earth. Seen by clairvoyants in all sizes, shapes and colours, they exhibit vitality, emotion and intelligence. They interact with the flora and fauna, and often assist its development and evolution. Some are more at home in the Earth, or its water, air or fire; these devas are often referred to as elemental beings (Moore, 2007). Zie verder *De Jong (2004)* en *Weirauch (2004)*.

# Over vervuiling, klachten, beleid, plannen en maatregelen

Eind 19<sup>e</sup> eeuw was het in veel plaatsen een vieze boel met afval, mest, afvalwater, stank en onhygiënische toestanden. Klachten daarover namen snel toe, maatregelen daarentegen bleven aanvankelijk uit. Dan wordt er mondigesmaat ingezet op letterlijke verschuiving van de problemen, bijvoorbeeld naar de randen van de bevolkingscentra. Was aanvankelijk de menselijke gezondheid het motief voor initiatieven tot bestrijding van de watervervuiling en verbetering van het milieu, toen het vanaf 1970 eenmaal tot grootscheepse maatregelen kwam, waren de intrinsieke waarden van natuur en milieu en de (ecologische) kwaliteit van het oppervlaktewater zelf leidend. Ook dit werd geïnitieerd en bewerkstelligd vanuit druk van de bevolking<sup>9</sup>. En, na een generatie volop doorpakken, niet zonder succes.

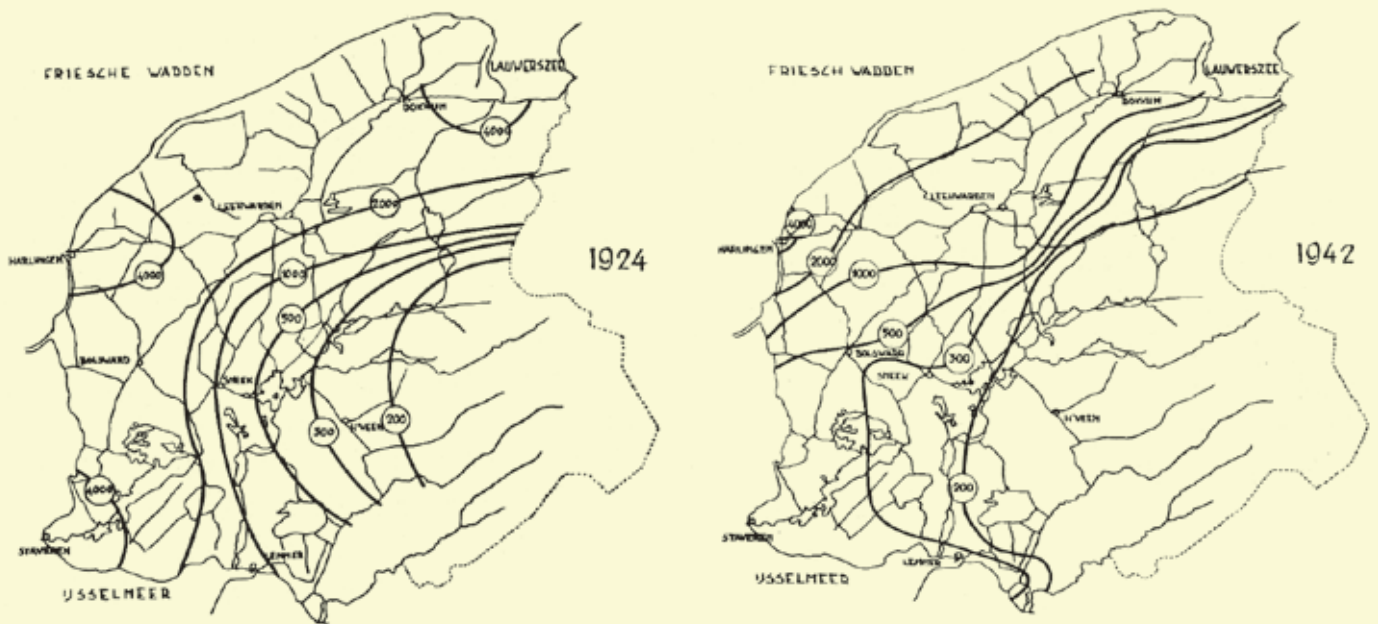
### 4.1 Regionale en lokale gradiënten

Enige informatie over de waterkwaliteit verschijnt pas in de 2<sup>e</sup> helft van de 19<sup>e</sup> eeuw. En dat zijn dan berichten over de plaatselijke slechte waterkwaliteit. Ongetwijfeld moeten er toen ook (veel) plekken geweest zijn met een goede waterkwaliteit en helder water, doch informatie daarover ontbreekt zo goed als geheel. Provinciebreed was er vast een verloop in waterkwaliteit, globaal van zuidoost naar noord west, gekenmerkt door een zoet-zout gradiënt met resp. een grote invloed van regen en lithoclien kwelwater vanuit het zuidoosten en van brak- en zeewater vanuit de Zuiderzee, Lauwerszee en Waddenzee. De Marneslenk en Middellzee waren toen al afgesloten en ingepolderd. Bij extreme droogte vielen vaarten, zoals de Compagnonsvaarten in het oosten van de provincie droog en werd er in de 2<sup>e</sup> helft 19<sup>e</sup> en begin 20<sup>e</sup> eeuw incidenteel zout Zuiderzeewater ingelaten om scheepvaart enigszins mogelijk te maken. Op die regionale gradiënt kwamen waarschijnlijk lokale gradiënten voor bepaald door uittreidend kwelwater of door al dan niet overstromde (boezem)landen. Aanwijzingen daarvoor zijn onder meer af te leiden uit later verschenen informatie, zoals:

- Het proeven van het (zout) water door een ambtenaar van RWS in de jaren '60 van de 19<sup>e</sup> eeuw. Periodiek en regionaal werd er ver landinwaarts brak water aangetroffen. Kamps (1975) initieerde een jarenlange zoutmonitoring in een groot deel van de provincie. Walther (1952) presenteerde provinciedekkende kaartjes met isohaliene lijnen uit 1924, 1942 en 1948; Den Hartog & Tulp (1960a)<sup>10</sup> nemen die over (zie verder paragrafen 6.1 en 8.6). Daaruit is een geleidelijk terugdringen van het brakke water uit midden Friesland naar het noordwesten zichtbaar (na 1937 mede door inlaat van zoet geworden IJsselmeerwater). Momenteel komt binnendijs nauwelijks nog brak water voor.
- De jaarverslagen van de binnenvisserij van het ministerie van LNV in de eerste decennia van de 20<sup>e</sup> eeuw. Overstromingsgraslanden (boezemland) waren prima paaigebieden voor snoek. Dat waren voorheen uitgestrekte oppervlakten. Schotsman (1988) presenteert een kaartbeeld van boezemlanden uit 1850 (naar de atlas van Eekhof) en de Provinciale Waterstaat van Friesland (1978) nam in het jaarverslag over 1976 -ter gelegenheid van haar honderdjarige bestaan-

<sup>9</sup> In het 1<sup>e</sup> IMP Water (1975) is dit als volgt opgepakt en verwoord. "Nu de stelselmatige sanering van de Nederlandse oppervlaktewateren op gang is gekomen, doet zich de vraag voor welke waterkwaliteit moet worden nagestreefd. Vaak meent men dat het streven naar een goede oppervlaktewaterkwaliteit voornamelijk gericht is op het verschaffen van gunstige omstandigheden voor het directe, georganiseerde gebruik, dat de mens van dit water maakt. De moderne opvatting echter, gaat nog wat verder en schenkt meer en meer aandacht aan de instandhouding of het weer terug verkrijgen van een aquatische samenleving, die de situatie welke van nature in het betreffende water thuishoort zoveel mogelijk benadert".

<sup>10</sup> Den Hartog en Tulp maakten vanaf 1953 enkele excursies naar Friesland en keken daarbij vooral naar de macrofauna in de oeverzones van grotere wateren, gerelateerd aan het zoutgehalte en de watervervuiling. Lozingen van zuivelfabrieken verhoogden ter plekke het zoutgehalte. "Bovendien vormen deze fabrieken een van de voornaamste bronnen van vervuiling der Friese wateren. De waterverontreiniging is er evenwel nog niet verontrustend, en de meren, die wij bezochten, droegen hiervan geen sporen, uitgezonderd een klein gedeelte van de zuidoever van het Tjeukemeer bij de Gieterse Brug, waar een zuivelfabriek haar afvalwater loost" (Den Hartog & Tulp, 1960a).



- een kaart op van het rond 1876 onder water staande boezemland. Deze kaart en de bijbehorende gemiddelde boezemwaterstand in 1876 is door velen als voorbeeld van ‘vroegere natuurlijke waterstandsdynamiek’ gebruikt (zie ook de bijdrage van W. Altenbrug in hoofdstuk 11 van Deel 2).
- Het reilen en zeilen van de eens omvangrijke onbemeste graslanden in Friesland, uitgebreid gedocumenteerd door Schotsman (1988). Verschillende vegetatietypen waren in de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw kenmerkend voor die verspreid voorkomende graslanden, waarvan de relicten nu gewaardeerd worden vanwege hun relatief grote natuurwaarden.
  - Het vroegere en huidige voorkomen van Noordse woelmuis, Waterspitsmuis en in mindere mate Dwergmuis (Martens, 1995; Bergers & Van Apeldoorn, 1995). Vooral de Noordse woelmuis is afhankelijk van natte, dynamische milieus, zoals open waterrietzones en periodiek natte graslanden. Noordse woelmuis en Waterspitsmuis zijn gevoelig voor veranderingen in de waterhuishouding, een strakker peilbeheer, ontwatering en inpoldering, alsmede voor concurrentie van bijvoorbeeld de Aardmuis (voorkomend in drogere, minder dynamische terreinen).
  - De nu nog aanwezige reeks laagveenmoerasgebieden aan de west- en noordwestzijde van het Drents Plateau, daar waar lithotroof grondwater uittrad (Schotsman et al., 1986). Deze gebieden waren lastig in cultuur te brengen en bleven uiteindelijk als restanten ‘woeste gronden’ gespaard. Grootse plannen daartoe waren er tot in de 50-er jaren (*De Haan, 1952*) en werden nog tot in de jaren ‘80 uitgevoerd. In 1966 werd nog het twee-dammenplan naar Ameland tot gedeeltelijke inpoldering van de Waddenzee gepubliceerd (Zandvoort, 1966). En de strijd om de bedijkingsplannen A tot en met D van Noord Friesland Buitendijks werd, mede onder druk van de Waddenvereniging, pas in 1988 beslecht ten gunste van plan A. Die restanten ‘woeste gronden’ zijn nu onze natuurgebieden.
  - Inname van oppervlaktewater uit voedselarme heldere plassen nabij de Wijde Ee-Monnik Ee ten zuiden van Oudega door de beroepsbinnenvaart voor gebruik als drinkwater tot in het midden van de vorige eeuw. Het betrof hier een niet-overruledede kwelinvloed van lithotroof grondwater. In de ‘zandingen’<sup>11</sup> daar was ook nog lang de enige Friese groeiplaats van *Isoetes lacustris* (Biesvaren). Deze soort kwam daarvoor nog voor in zuidoost Friesland en de noordflank van het Drents Plateau (Arts et al., 1986). Ook Waterlobelia is van daar bekend uit de jaren ‘20 van de vorige eeuw. Plekken waar deze grondwaterkwel plaatselijk nog manifest is, zijn onder meer genoemd gebied bij Oudega (Keizer & Brongers, 1988), het gebied direct onder Drachten (De Jong & Sikkema, 1990), direct ten noorden van Garyp (Wymenga, 1994) en de Mieden in het oosten van de provincie (Croes, 1987; Grontmij, 1994f; Loeb, 2014).
  - De verspreiding van andere, nu veel minder voorkomende soorten, zoals Mattenbies (Olivier, 2003), fonteinkruiden (Joustra, 1953; De Nie & Lammens, 1988; Hendriksma, 2000), Grote boterbloem, *Zannichellia*, etc. (Van der Ploeg, 1977b).

11 Schotsman (1988) geeft daar uitgebreid tekst en uitleg over met een kaartbeeld er bij. “Sandingen waren (ze zijn intussen allemaal verdwenen) tamelijk voedselarme plassen met een zandbodem en zeer helder, schoon water. In deze overvloed aan stromend, tamelijk voedselarm water was blijkbaar geen sprake van vergevorderde verlanding. De Geeuw, die in de omgeving van de Westertzanding ontstond, kan als afvoerriviertje van dit systeem beschouwd worden”. Hij beschrijft de hydrologische werking van dit (‘Bergum-Oudega’) systeem en noemt daarbij voorkomende soorten als *Potamogeton praelongus*, *P. gramineus* en *Cladium mariscus*.





Figuur 4.1.  
 Isohalinen van het chloridegehalte in mg/l  
 in de Friese boezemwateren in 1924, 1942 en 1953.  
 (uit Den Hartog & Tulp (1960) aangepast  
 naar Walther, 1952).

Hendriksma (2000) geeft een kaartje van het Sneekermeer, waar in de jaren '30 van de vorige eeuw zogenaamde 'wierplaten' voorkwamen: grote aaneengesloten begroeiingen van fonteinkruiden. Die werden toen door de georganiseerde zeilverenigingen in kaart gebracht om daarmee hun wedstrijdbanen uit te zetten, waarmee die 'wierplaten' vermeden werden<sup>12</sup>. Joustra (1953) karteerde de fonteinkruiden-velden in de Leijen. Grote delen waren begroeid met Glanzig fonteinkruid. Evenzeer kwamen ze in andere meren voor (Van der Ploeg, 1990), en concreet gemeld van het Tjeukemeer (De Nie & Lammens, 1988).

Over die 'goede oude tijd' is dus slechts sporadisch wat bekend, des te meer over de plaatselijke slechte situaties. In de 2<sup>e</sup> helft van de 19<sup>e</sup> eeuw was die toestand in en om woonkernen en stedelijk gebied zo slecht dat ten langen leste in 1897 de 'Staatscommissie tot voorbereiding van maatregelen tegen verontreiniging van openbare wateren' werd ingesteld om een wet voor te bereiden om daaraan een einde te kunnen maken, althans met regelgeving en saneringsvoorstellen daartoe te komen. Het duurde echter bijna een eeuw voordat het in 1970 zover was. Opmerkelijk is wel dat de meeste (gedocumenteerde) klachten lijken te dateren van eind 19<sup>e</sup> en begin 20<sup>e</sup> eeuw. Over de periode grofweg vanaf de Eerste tot en met de Tweede Wereldoorlog werd er weinig 'geklaagd', enkele uitzonderingen daargelaten. Grote vervuilers waren soms ook de broodheren van de arbeidende bevolking<sup>13</sup>. Waarschijnlijke oorzaken van minder geklaag waren de verbetering van de melkhygiëne, het conserveren van voedingsmiddelen en vooral de aanleg van drinkwaterleidingen (Hofman, 1955). "De noodzaak van schoon drinkwater was groot. Leeuwarden wist uit ervaring dat ondeugdelijk drinkwater tyfus en cholera kon veroorzaken. De Leeuwarder notabelen dronken dan ook een glas 'tintelende Franschen wijn', toen een fontein op het Hofplein het eerste leidingwater omhoog spoot. Dat was op 22 december 1888. De Leeuwarder Waterleidingmaatschappij begon voorzichtig met 36 aansluitingen, maar daarna ging het snel. In 1900 telde de stad al 3643 aansluitingen, in 1913 waren het er 7473. Vanaf 1922 werkte Leeuwarden samen in het Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden (IWGL). Sneek (1907) en Heerenveen (1915) kregen hun eigen waterleidingmaatschappijen. Over het belang van schoon leidingwater was iedereen het wel eens. Toch duurde het tot ver na de Tweede wereldoorlog voordat de laatste Friese gemeente op het waterleidingnet werd aangesloten" (Keulen, 1999). Voor de periode daarna zie de bijdrage van A. Kok in hoofdstuk 11 van Deel 2.

<sup>12</sup> In verklaringen van Friese waternamen schrijven *Gildemacher & Versloot* (2005) over de Fluessen: "De naam wijst erop dat men dit water onderscheidde door de begroeiing die er op dreef. Fonteinkruid, gele plomp, krabbescheer, enz. Die planten vormden vliezen op het water. Als naam van een meer -onderdeel van belangrijke vaarwegen- komt *Flwessen* het eerst in 1488 voor. De naam van dit meer was lastig te schrijven. Er zijn veel varianten". Op oude kaarten staat onder andere 'De Flyussen' (1573), 'Fluyssen' (17<sup>e</sup> eeuw), 'De Fluessen' (1853-1856) en 'Vluessen' (1865). Velden fonteinkruiden werden door schippers en vissers herkend als plekken in het open water waar de golfslag werd getemperd als 'olie op de golven'. Met noemde die planten 'Bearzewier' of 'Bearzeruch'.

<sup>13</sup> In zijn boek 'De eeuw van mijn vader' beschrijft Geert Mak (1999) boeiend en fijngevoelig het maatschappelijk en bestuurlijk-politiek gebeuren in de vorige eeuw. Slechts één keer wordt het 'milieu' aangestipt. Als na de Tweede Wereldoorlog het maatschappelijk leven en de bedrijvigheid sneller gaan draaien, lezen we: "Ook met een ander aspect van het moderne leven had hij (grootvader Mak) steeds meer problemen: de toenemende vervuiling. Medio februari 1951 beschreef hij een wandelingetje langs de haven. "Het vuil lag met dikke vlokken op het water, zoals ik het nog nooit gezien had. Het leek wel room!"

Watergentiaan  
in de Leijen,  
augustus 1997.



## 4.2 Erbarmelijke toestanden

Over de plaatselijke slechte waterkwaliteit werd eerder en meer geklaagd. Daarover doet onder meer Riemersma uitgebreid verslag in enkele berichten in de LC van eind 1901. Van Zon (1986) heeft veel naspeurwerk gedaan en daarover uitgebreid verslag gedaan in zijn proefschrift 'Een zeer onfrisse geschiedenis'. Het was hoofdzakelijk de 'volksgezondheid', die als probleem en zorgpunt en bij inventarisaties en aanpak centraal stond. Ook de in 1909 verschenen Codex Alimentarius over water getuigt van een zorgelijke waterkwaliteit, af te leiden uit analysevoorschriften voor onder meer tyfus en cholera. Specifiek door sterke verzilting vanwege ingelaten zout water en de negatieve effecten op de visstand is anekdotische informatie te halen uit de Verslagen en Mededelingen van het Departement van Binnenlandsche Zaken en Landbouw, later het ministerie van Landbouw en Visserij en vervolgens het ministerie van LNV. Zo vermeldt het 'Verslag over de Visscherij gedurende het jaar 1928' onder meer het volgende. "In de provincie Friesland werd het water in de Harlinger trekvaart wederom verontreinigd door afvalwater van de aan dat water gelegen beetwortelsuikerfabriek; evenwel was de schade, welke daardoor aan de visscherij werd berokkend, van minder ernstigen aard dan andere jaren, dank zij den sterken regenval tijdens de campagne, waardoor het vuile water sterk werd verdund. In het Noorden en Noordwesten van de provincie werd het water in den nazomer en herfst tijdens de langdurige droogte door het binnendringen van zeewater brak. Nadelige gevolgen, zooals zich die bij de in 1921 opgetreden verzouting voordeden, had zulks gelukkig thans niet" (Departement van Binnenlandsche Zaken en Landbouw, 1929). Uit het verslag over het jaar 1912 het volgende citaat: "Zoo kon in verschillende vischwateren, waarin in 1911 zout water was ingelaten, een nog in 1912 voortdurende vermindering van den vischrijckdom worden geconstateerd. Dit was het geval in sommige Friesche meren, vooral in den zuidwesthoek. Daarnaast kon in verschillende hooggelegen polders worden geconstateerd dat de vischstand nog in sterke mate den nadeeligen invloed ondervond van het sterven van visch door het geheel of gedeeltelijk uitdrogen van den slooten in den zomer van 1911. Eerst geleidelijk herstellen zoodanige wateren zich weder". Zie verder de bijdrage van J. Quak in hoofdstuk 11 van Deel 2.

In 1949 publiceerde de Nederlandsche Vereeniging tegen Water -, Bodem- en Luchtverontreiniging haar in 1942 en 1943 in Friesland verzamelde onderzoeksresultaten. Over dit alles nog enkele anekdotes om de milieuhygiënische situatie van toen en het zo goed als geheel ontbreken van bestuurlijke wil er wat aan te doen te duiden.

In de LC van 1901 schrijft Riemersma in een drietal bijdragen de erbarmelijke toestand van het oppervlaktewater met alle gevolgen van dien voor volksgezondheid, veedrenkwater, visserij etc. Hij begint als volgt: "Sinds jaar en dag ontwaart men in ons kleine land de meest stuitende verontreiniging der openbare wateren. Te vergeefs hebben af en toe velen van goeden wille gepoogd daaraan paal en perk te stellen. Hygiënisten waarschuwden als om strijd tegen de ernstige gevolgen, die eene dergelijke verwaarlozing als van zelf uitlokken en het Geneeskundig Staatstoezicht bleef daarin evenmin achterwege. Reeds in 1872 werd door de inspecteurs van dit toezicht aan de Regering in bedenking gegeven eene wet in 't leven te roepen, zulks op 't voorbeeld van andere beschaafde landen, die aan stelselmatige vervuiling van 't water een einde zou maken". Met talloze voorbeelden geeft hij aan hoe de toestand er toen bijlag. Er was geen enkele vorm van regelgeving, noch een vorm van afvalwaterzuivering. En de overheid, landelijk, provinciaal en lokaal, was niet serieus van plan daar wat aan te doen. Nog enkele citaten geven een aardige impressie van de toestand der openbare wateren. "Tot groote ergernis van hen, die de verpeste lucht bedenkelijk achten voor de gezondheid des volks, blijft de stocartonfabriek te Leeuwarden de stad en den omtrek bezwangeren met kwalijk riekende gassen, zonder dat het blijkt, dat dit ooit anders zal worden. ... Al weder door voorlichting van meergemeld verslag daar toe in staat gesteld zij herinnerd, dat door de

'Vereeniging ter bevordering der Volksgezondheid te Leeuwarden' op 14 Oct. 1896 aan Burg. en Weth. der gemeente een rapport werd aangeboden bevattende de resultaten van een onderzoek door drie hare leden ingesteld, betrekkelijk verontreiniging van de stadsgrachten te Leeuwarden, door het afvalwater der stoccartonfabriek". Dan volgen de nodige getallen. "De hoeveelheid afvoerwater bedroeg in 24 uur 4,060,800 liter (er werd zes dagen per week gewerkt). . . . De hoeveelheid ontlast eiwit, door de fabriek gedurende 24 uren in de Potmarge geloosd, bedroeg 1,167,048 K.G. en de oneindig grooter massa gomachtige amyloïde eveneens in de Potmarge uitgestort, 12,576,808 K.G. Deze cijfers geven gewisselijk stof voor zeer ontmoedigende gevolgtrekkingen, vooral als men bedenkt, dat de toestand sinds 1896 nog zeer verergerd is". En zo gaat zijn relaas verder, met voorbeelden ook elders in de provincie, met onder meer slachterijen, leerlooierijen en vlasrotten. Zijn derde bijdrage gaat vooral over epidemieën (typhus en cholera) en de binnenvisserij. "Gerustelijk mag aan de hand over hand toenemende verontreiniging van het Friesche water worden geweten, dat de resultaten onzer binnenvisscherij beneden de meest bescheiden verwachtingen blijven. Een sterk sprekend voorbeeld van algeheele verontreiniging leveren gedurende den zomertijd de wateren en grachten om en in Leeuwarden. Het kwalijk riekend vocht, dat eene onnatuurlijke kleur aanneemt, doemt heele scharen geslachtsrijpe visschen tot eenen ontijdigen dood en put, wijl dit verschijnsel zich geregeld herhaalt, den vischvoorraad bijna geheel uit. En wanneer eene gunstige windrichting de besmettingskiemen steeds verder verspreidt kan het gebeuren, zoals dan ook reeds onderscheidene malen is geschied, dat op eenige uren afstands van Leeuwarden de visschen nog in menigte sterven. In de Ee geschiedt dit vaak op zeer in het oogloopende wijze. Overall drijven doode exemplaren. Bedwelmdde visschen worden gegrepen met haken, netten, korven enz. Hoofdzakelijk zijn dit visschen van grootere afmeting; kleiner drijven in onnoemlijke hoeveelheden aan den waterzoom. Klachten van dien aard en van andere daaraan verwant, vermeldt het verslag uit Dokkum, Eernewoude, Giekerk, Franeker, Sneek, Leeuwarden, Frankeradeel, Hennaarderadeel e.m.a. Uit alles blijkt, dat onze binnenvisscherij grootendeels ten doode is opgeschreven, wanneer niet onverwijd aan verontreiniging van het water paal en perk wordt gesteld". Maar ook buiten de steden was de waterkwaliteit soms 'kwalijk riekend'. Riemersma (1901): "In de bouwhoek der provincie kent men allerwege het vlasrotten. Het is het rottingsproces, dat in den nazomer het vlas in 't water een tijdlang ondergaat. In sloten en vaarten wordt 't vlas in bosschen gebonden, zoolang onder water gehouden, dat het eiwit der vlasstengels ontleed is en zich in kwalijk riekende stoffen daarin heeft opgehoopt. De kleur van het water ondergaat eene geheele verandering, van helder wordt 't donker. Maar dit niet alleen. Wordt 't vlas, na geroot te zijn, er uit verwijderd, dan is de lucht, die alsdan 't water verspreid in hooge mate walgelig, niet alleen in de onmiddellijke nabijheid, maar ook op aanmerkelijke afstand van de plaats, waar een en ander zijn beslag kreeg".

Wie zich wil verdiepen in deze historische geschiedschrijving is het omvangrijke proefschrift van Van Zon (1986) een aanrader. De eerste documenten vanaf midden 19<sup>e</sup> eeuw over waterkwaliteit kwamen overwegend van de Geneeskundige Inspecties waarin, de naam zegt het al, geneeskundigen, apothekers en gezondheidsdeskundigen zaten. Watervervuiling was toen vooral een gezondheidsprobleem. "De 'Wet regelende het geneeskundig Staatstoezicht' van 1865 hield onder meer in dat de staat verplicht was de volksgezondheid te beschermen als onderdeel van de bevordering van de welvaart en het geluk der inwoners. De staat moest zorg dragen voor het 'voorkomen, verligten en beteugelen van ziekten'. De regering had daarvoor te weinig, in veel opzichten absoluut niets gedaan" (Van Zon, 1986). In discussies en publicaties over de verwijdering van vuilnis en afval uit de steden en dorpen werd vooral aandacht besteed aan het vloeibare afval. Van Zon: "Die accentuering van de waterverontreiniging hoeft weinig verbazing te wekken: de meest verwoestende ziektes, cholera en tyfus, hadden een ook voor de tijdgenoten aanwijsbaar verband met verontreinigd water. Aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw uitten de leden van de *Staatscommissie tot voorbereiding van maatregelen tegen verontreiniging van openbare wateren* voor een deel bestaande uit geneeskundigen- zich in dezelfde geest uit. Rond 1900 was er in Friesland nog nauwelijks waterleiding. Men was voor drinkwater aangewezen op regenwater (maar regenbakken waren 's zomers opgedroogd, en bij gebruik van loden buizen was loodvergiftiging een serieus risico), grondwater of oppervlaktewater. Van Zon: "De constructie van pompen en putten was doorgaans zodanig, dat het geleverde water vervuild en met ziektekiemen besmet



*Galigaan in de Boornbergumer  
Petten, juli 1993.*



was. . . Vooral beerputten stonden in dit verband in een kwaad daglicht. De bouw daarvan was meestal zo ondeugdelijk, dat de inhoud vrij gemakkelijk in de omringende bodem kon wegvloeien. . . Restte dus het oppervlaktewater. Ook al werd dit door medici geheel ongeschikt geacht om als drinkwater te dienen, in de praktijk vervulde het voor een groot deel van de bevolking wel die functie. Een geneeskundig inspecteur gaf in 1872 in beeldende taal lucht aan zijn bezorgdheid over de kwaliteit van het als drinkwater gebruikte oppervlaktewater: 'Wij hebben in ons land toch alom publieke wateren, die ook tot drinkwater strekken, genoeg, waarin krenge en excrementen rondrijven, paarden- en menschenurine afvloeit, privaten en riolen zich ontlasten enz., zonder dat er van gemeentewege veel of zelfs wel iets gedaan wordt, om aan zulk een meer dan half-barbaarschen staat van zaken een einde te maken'. Het probleem vloeide voort uit de gangbare neiging om het oppervlaktewater te beschouwen als het 'meest natuurlijke' reservoir van afvalstoffen -er was daarom weinig verbetering te verwachten. Voor de Staatscommissie van 1897 was het nog steeds duidelijk, dat het oppervlaktewater niet tevens drinkwater kon zijn -dit bleek niettemin in niet geringe mate het geval te zijn. Deze commissie achtte het een voordeel, dat het water in sommige plaatsen en streken geheel ondrinkbaar was door overduidelijke vervuiling of omdat de smaak ervan te weerzinwekkend was. Soms maakte de overheid het oppervlaktewater -uit vrees voor het uitbreken van een cholera-epidemie- ondrinkbaar door petroleum aan het grachtwater toe te voegen. Zo'n maatregel was, meer dan voorlichting of waarschuwingen, in staat om te voorkomen dat mensen water gebruikten dat gevaar voor hun gezondheid opleverde".

Dat de waterkwaliteit, primair met het oog voor drinkwater, aan het begin van de 20<sup>e</sup> een serieus issue was, moge blijken uit de in 1909 gepubliceerde Codex Alimentarius, de allereerste voorloper van wat nu NEN-normen zijn. Die Codex werd uitgegeven op initiatief van het *Nederlandsch Congres voor Openbare Gezondheidsregeling*, een min of meer permanent orgaan, die meerdere Codices publiceerde, zoals over 1. melk; 2. spijsvetten en kaas; 4. plantaardige voedingsmiddelen; en 5. meel en brood. Het concept van de Codex over water werd ter becommentariëring onder andere voorgelegd aan C.J. de Vogel, apotheker en scheikundige, bacterioloog aan de Leeuwarder Waterleiding te Leeuwarden, maar dit terzijde.

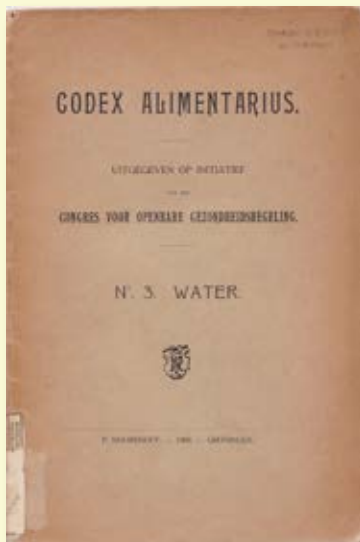
De Codex bevat een uitgebreide lijst met benodigde reagentia, titervloeistoffen en voedingsbodems voor waterkwaliteitsonderzoek. En het geeft voorschriften voor onderzoek, monsterneming en beoordeling van de (drink)waterkwaliteit. Enkele citaten geven een aardige impressie van de toonzetting en strekking van die Codex. *"Al naar de plaats van herkomst en de wijze van verzamelen worden onderscheiden: regenwater, grondwater (zakwater en welwater) en oppervlaktewater: water uit rivieren, beken, kanalen, meren en plassen. Het onderzoek wordt deels ingesteld ter plaatse, deels in het laboratorium. . . . Het onderzoek ter plaatse moet ten eerste strekken om een oordeel te vormen omtrent de betrouwbaarheid van den watervang (prise d'eau), ten tweede om die eigenschappen van het water te bepalen, welke door transport of bewaring verandering kunnen ondergaan. . . . Gewenscht is, dat de monsterneming van het water door den onderzoeker zelf plaats heeft. . . . Voor een volledig fysisch, chemisch en microscopisch onderzoek is een hoeveelheid van 10 Liter noodig. . . . In gemakkelijk toegankelijk water, zoals van beken, rivieren, meren en plassen, wordt het fleschje even onder den waterspiegel gedompeld".* Er worden voorschriften gegeven voor de bepaling van zes fysische, 23 chemische en vier bacteriologische parameters en een voor microscopisch onderzoek. Bij dit laatste onderzoek moet gelet worden op *'anorganische stoffen, afvalproducten, zoals vezels van papier, hout, linnen, wol, resten van faecaliën (spiervezels, darmepitheel, resten van plantendelen, eieren en embryonen van darmparasieten), zoomende dierlijke en plantaardige organismen en op plankton en vastzittende of in den bodem voorkomende organismen'*.

Enkele passages over helderheid, kleur, reuk en smaak. De helderheid van oppervlaktewater werd met een Secchi-schijf (hoewel niet zo genoemd) gemeten *'bij rustig wateroppervlak en helder weer'*. De kleur wordt in het laboratorium bepaald. *'Troebel water wordt vóór de waarneming gefiltreerd'. De reuk wordt, zoo geen andere bepaalde omschrijving de aangewezen is, aangeduid door een der volgende bijvoegelijke naamwoorden: aromatisch, teerachtig, grasachtig, vischachtig, grondig, duf, onaangenaam, veenachtig, zoetig.* Die aanduiding wordt aangevuld met de intensiteit van de reuk: *'geen, zeer zwak, zwak, duidelijk, beslist en zeer sterk'*. Bij 'zeer sterk' luidt de benaderde definitie: *'Een reuk, van zulk een intensiteit, dat het water absoluut ongeschikt zou zijn om te drinken, (een term, die alleen in uiterste gevallen mag worden gebruikt.)'*. En *'Indien geen andere bepaalde omschrijving de aangewezen is, wordt de smaak aangeduid door een der volgende bijvoegelijke naamwoorden: aangenaam, frisch, zoutig, bitter, grondig, veenachtig'*. Bij deze parameter is de vermelde voetnoot nog wel aardig: *'Bij verdacht water informeere men liever bij de gebruikers dan te proeven'*.

Vermeldingswaard is dat het bacteriologisch onderzoek ook voorschriften kent voor *'Onderzoek op typhysbacillen'* en *'Onderzoek op Cholera bacillen'*. Ten slotte bevat de Codex richtlijnen voor de beoordeling van het onderzochte water, deels gesplitst naar regenwater, grondwater (zakwater en welwater) en oppervlaktewater. *'Oppervlaktewater is zelden betrouwbaar. Het is veelal blootgesteld aan verontreiniging'*.

Bedacht moet worden dat doorspoelen van vaarten en kanalen nauwelijks gebeurde. Het boezemnetwerk, zoals dat vandaag de dag bestaat, was nog lang niet zo vertakt en aaneengesloten. Diverse kanalen tussen de boezemmeren ontbraken nog. Bovendien was er geen zoet IJsselmeerwater beschikbaar voor peilhandhaving en doorspoelen van de Friese boezem. Pas nadat in 1932 de Zuiderzee was afgesloten, kon vanaf 1937 zoet IJsselmeerwater ingelaten worden. De mogelijkheid





om de Friese boezem (en de Schermerboezem) van zoet IJsselmeerwater te voorzien werd als een van de grote voordelen gezien van het afsluiten van de Zuiderzee. Primair daarbij was de verziltingsbestrijding. Tot in de jaren '70 waren verziltingsbestrijding en zuiveringsbeheer de twee pijlers van het Friese waterkwaliteitsbeheer. Beide waren gebaat bij 'doorspoelen'.

Vorenstaand relaas schept een duidelijk beeld hoe de vlag er zo rond 1900 bij hing, zeg maar halfstok. En dat veranderde maar heel langzaam. In sommige steden werd particuliere mestverzameling binnen de bebouwde kom verboden; in Workum en Dokkum vanaf 1877 en in Bolsward gold een jaarlijks mestopslagverbod tussen 12 mei en 12 november. In de 2<sup>e</sup> helft van de 19<sup>e</sup> eeuw wordt in diverse grotere plaatsen het tonnenstelsel werd ingevoerd. Per privaat waren dan twee houten tonnetjes beschikbaar voor opvang en afvoer van fecaliën. Die werden meestal twee keer per week met paard en wagen opgehaald en aan de rand van stad of dorp gelegd en aan het oppervlaktewater geschoond. Samen met huisvuil konden de fecaliën gecomposteerd worden. Van Zon (1986) noemt de volgende jaartallen wanneer een aantal Friese plaatsen dit tonnenstelsel invoeren: Harlingen 1871; Leeuwarden en Lemmer 1872; Heerenveen en Sneek 1873; Drachten 1874; Dokkum 1875; Franeker 1877; Bolsward en Haskerland 1881 en Achtkarspelen 1908. Begin 20<sup>e</sup> eeuw was het hoogtepunt van dit systeem ook al weer voorbij. Er worden daarna meer en meer rioleringsstelsels aangelegd, die nog wel ongezuiverd aan de rand van de plaatsen uitmondten in buitenwater. Het duurt dan nog een halve eeuw voordat de eerste rioolwaterzuiveringsinstallaties worden gerealiseerd. Tegen die tijd was het 'zelfreinigend vermogen' (Mauch, 1998) van groot ontvangend oppervlaktewater<sup>14</sup>, waar lang op werd geteerd, godeldeels verbruikt.

### 4.3 Langzame start van sanitiatie

Het in 1920 opgerichte Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA) was een belangrijke motor achter de bouw van eenvoudige rwzi's. Maar deze aanvankelijk kleine organisatie, er werkten in de beginjaren slechts ca. 10 mensen, kon het probleem van de alom aanwezige waterverontreiniging zelf niet aanpakken. Tot aan de Tweede Wereldoorlog waren vooral voorlichting geven en het uitbrengen van adviezen haar belangrijkste bezigheden. Vaak werden zij niet serieus gehoord, en omdat door de aanleg van waterleidingen de bevolking minder afhankelijk werd van oppervlaktewater als bron voor drinkwater, nam ook de toch al geringe politieke aandacht voor dit probleem nog verder af. Bovendien had men met de recessie van toen andere zorgen. Na 1950 begint het RIZA<sup>15</sup> ook met onderzoek naar (de oorzaken van) de waterverontreiniging.

De Nederlandse waterschappen hebben hun wortels in de Middeleeuwen en lange tijd heerste er een sterke op zichzelf gerichte houding. 'Wie het water deert, wie het water keert' en 'zelfgenoegzaam en hovaardig individualisme ziet slechts uitkomst bij een gescheiden verweer'. In die houding kwam begin vorige eeuw verandering. In 1928 wordt het Technisch

<sup>14</sup> Golterman (1974) geeft ingenieurs uit die tijd een veeg uit de pan, wanneer hij de rooibouw op natuurlijke systemen beschrijft: "Wij hebben door schade en schande geleerd dat de natuur niet 'voor niets' gebruikt kan worden om ons afval op te ruimen. Het enthousiasme waarmee sommige ingenieurs nog steeds over 'de zelfreinigende werking van het oppervlaktewater' spreken is nog steeds een teken aan de wand".

<sup>15</sup> In de wettekst van de WVO wordt verwezen naar dit instituut, dat een officiële rol krijgt toebedeeld bij de implementatie van deze wet. Artikel 32, lid 1 uit de tekst van 1969 luidt als volgt: 'Er is een rijksinstituut voor zuivering van afvalwater, belast met het wetenschappelijke en praktische onderzoek van de hoedanigheid van oppervlaktewateren en van de wijze waarop deze kunnen worden beschermd tegen verontreiniging in welke vorm dan ook en voorts met het geven van adviezen betreffende de met het oog op die bescherming te treffen voorzieningen'. Het RIZA (nadien de Waterdienst van RWS) heeft deze taak lange tijd uitgevoerd.

Bureau der Unie van Waterschapsbonden N.V. (het latere ingenieursbureau TAUW) opgericht. Het oude standpunt van isolement bleek niet meer in overeenstemming met de eisen en geest van de nieuwe tijd. Dit technisch bureau ondersteunde de waterschappen met hun waterhuishoudkundig beheer en infrastructuur. Het is tekenend dat pas op 1 september 1953 de afdeling Zuivering van Afvalwater aan haar dienst werd toegevoegd 'met de indiensttreding van een civiel-ingenieur, meer gespecialiseerd op het gebied van de afvalwaterzuiveringstechniek'. Welgeteld één dus.

In de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw kwam de aanleg van rioleringen op gang. Daarmee raakte het tonnenstelsel meer en meer uit gebruik. Die rioleringen eindigde aan de rand van de woonkernen om daar, als ongezuiverde puntlozing, een ernstig waterkwaliteitsprobleem te veroorzaken. Immers de aanspraak op het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewatersysteem werd van veel plekken tot één plek beperkt. Bij het in 1976 en 1977 verrichte hydrobiologisch waterkwaliteitsonderzoek werden vier van dergelijke ongezuiverde lozingen (Elsloo, St. Nicolaasga, Metslawier en Sexbierum) en vier effluënten van rwzi's (Appelscha, Holwerd, Surhuisterveen en Wolvega) bemonsterd (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979b). Het beoordelingssysteem van Moller Pillot (zie paragraaf 5.1) bleek hier goed toepasbaar.

In 1939 is voor het eerst massale algengroei in de Nederlandse binnenwateren te zien. Dan start ook de bouw van rwzi's (Hopmans, 1955). Hij somt er talrijke op en geeft een overzicht van rwzi's gelabeld met 'in bedrijf', 'in aanbouw', 'verzonden plannen' en 'plannen in voorbereiding'. Tot ca. 1965-1970 is dat een taak voor de gemeenten. Elders in ons land zijn er in 1949 al 43 operationeel en zijn er plannen voor 128 nieuwe installaties, behalve in de provincie Friesland, waar het water kennelijk nog schoon genoeg is (De Boo, 1998). De bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) komt in Friesland pas vanaf 1956 op gang. Friesland sloot daarmee de rij van provincies; alle andere waren al eerder begonnen met afvalwaterzuivering. De grootste slag wordt echter in de periode 1969 tot 1987 geslagen. Dit verklaart ook mede de waterkwaliteitsverslechtering in de Friese boezem(meren), waarvan geconstateerd is dat daarin begin jaren '70 grote veranderingen optraden: waterplanten verdwenen, de eutrofiëring sloeg toe. Want niet alleen huishoudelijk afvalwater werd tot dan toe grotendeels ongezuiverd geloosd, ook dat van bedrijven. Het destructiebedrijf NTF in Suameer loosde tot 1970 ongezuiverd afvalwater -met een gemiddelde vuillast van 30.000 i.e. welke incidenteel kon oplopen tot 60.000 i.e.- op het Prinses Margrietkanaal. Friesland telde in de hoogtijdagen tenminste 126 melkfabrieken. In 1900 waren dat 75 coöperatieven en nog eens 51 particuliere fabrieken, die al het spoelwater en restproducten van boter- en kaasbereiding ongezuiverd loosden. En daarnaast slachterijen, leerlooierijen, scheepswerven etc. Tot 1960 loosden alle zuivelfabrieken hun overtollige wei (restproduct van de kaasproductie) ongezuiverd ter plekke op het oppervlaktewater, met alle gevolgen van dien. Vanaf 1961 werd de wei met tankauto's centraal afgevoerd naar daartoe door de provincie aangewezen stortplaatsen. Dat waren het Prinses Margrietkanaal te Spannenburg, het Van Harinxmakanaal te Dronrijp en te Franeker en de Waddenzee bij pier van Holwerd. In 1963 werd alleen al te Spannenburg zo meer dan 14 miljoen aan i.e. vervuilingswaarden geloosd. Vanaf 1964 werd de wei meer en meer in de fabrieken verwerkt en namen deze lozingen geleidelijk af.

Het onderzoek van de Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging in de jaren 1936 tot 1948 was het eerste grote landsdekkend onderzoek naar de toestand van de oppervlaktewateren. De bevindingen in zeven bundels zijn in 1949 gepubliceerd (I Noord-Holland 1936-1937; II Zuid-Holland noord en Utrecht 1942-1943; III Friesland 1942-1943; IV Groningen en Noord Drenthe 1942-1943; V Gelderland noord, Overijssel en zuid Drenthe 1944-1948; VI Noord-Brabant 1948; VII Limburg 1948). Friesland werd in de jaren 1942-1943 onder de loupe genomen. De algemene inleiding begint als volgt: "De Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging heeft dit onderzoek ingesteld

Aanleg van  
riolering  
in Burgum,  
oktober 2006.





*De rioolwaterzuiveringsinstallatie op Ameland, juni 2006.*

in de overtuiging, daarmee de totstandkoming van een meer afdoende regeling ter bestrijding van de waterverontreiniging in Nederland te bevorderen. Zij acht dit van groot belang, omdat de vervuiling der oppervlaktewateren met hare hygiënische gevaren en economische nadelen, in de laatste decennia door de toenemende bevolkingsdichtheid en industrialisatie, een stijgende tendens vertoont. Het uitblijven van een afdoende regeling tegen deze toenemende vervuiling is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de omstandigheid, dat over de vervuiling der Nederlandse oppervlaktewateren, op overzichtelijke wijze gegroepede gegevens ontbreken, waardoor de urgentie van de bestrijding dezer vervuiling niet voldoende tot de overheid en het publiek doordringt. Bij het scheppen van een afdoende regeling ter bestrijding van de waterverontreiniging is bovenal nodig, dat men zich een goed gefundeerd oordeel kan vormen omtrent de omvang en aard der vervuiling, opdat met wete, waar en door welke oorzaken zich de misstanden voordoen, en daarmee dus, tegen welke euvelen de regeling zich heeft te keren. Het in kaart brengen van de vervuiling der oppervlaktewateren leek de meest doeltreffende vorm ter vastlegging van de resultaten van dit onderzoek. Bovendien is een hydrobiologische beschouwing gegeven over waterverontreiniging en een beschouwing over lozing van afvalwater". Het Friese 'Rapport over de watervervuiling in Friesland' kent naast een algemene inleiding en prae-advies mappen over afwatering (map 15), verzilting (map 16) en wooncentra, zuivelfabrieken en industrie (map 17). "Voor Friesland danken wij veel aan prof. dr. D. van Os; op het Pharmaceutisch laboratorium kon door J.B. Lenstra, apotheker, in de jaren 1942-1943 het zeer uitgebreide onderzoek worden gedaan".

Het meeste bedrijfsafvalwater werd ongezuiverd ter plaatse geloosd op sloot of vaart. "Wanneer fabrieksafvalwater antiseptica bevat, zoals phenolen, vrij chloor, vrij zuur of alkaliën, dan kan een dergelijk water bij lozing in een waterloop en bij onvoldoende verdunning, de daarin aanwezige flora en fauna geheel doen afsterven. Was deze waterloop van te voren onbesmet, dus natuurlijk schoon water, dan is hij daarmee totaal bedorven en ongeschikt gemaakt voor elke zelfreiniging, bij gebrek aan levende organismen. Was de waterloop voordat de lozing van het genoemde fabrieksafvalwater plaats had reeds sterk vervuild, bijv. met stedelijk rioolwater, dan kunnen somtijds de antiseptica een betrekkelijk gunstige werking uitoefenen. De antiseptica zullen nl. bacteriën -ook pathogenen- doden. Ook andere micro-organismen zullen sterven en de rotting komt tot stilstand. De ingebrachte chemicaliën werken veelal sedimentatie-bevorderend; de waterloop verspreidt geen stank meer en voert weer water dat min of meer van zwevende stoffen ontdaan is. Een fabrikant, ervan beschuldigd de visstand schade te hebben toegebracht door de lozing van 'chemisch' afvalwater in de waterloop verdedigde zich als volgt: 'De geloosde hoeveelheden giftige stof kunnen niet schadelijk voor de vis zijn geweest, daar zij daarvoor te klein waren. Daarentegen ontvangt de waterloop op zijn tocht door de stad al het rioolwater en ander stedelijk vuil, dat er zonder enige voorafgaande reiniging in wordt geloosd, waardoor hij geheel het aspect van een open riool aanneemt. Het daarna ingebrachte fabrieksafvalwater oefent slechts een desinfecterende en sedimenterende invloed uit op dit totaal vervuilde en voor de volksgezondheid gevaarlijke openbare water'. Hij kreeg korte tijd daarna gelijk, want later staakte hij de lozing van het antiseptische afvalwater, waarop een epidemie uitbrak, die naar men aannam, in het betreffende water haar oorzaak vond".

De Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging pleitte alom sterk voor aanpak van de waterverontreiniging. Een chronologisch overzicht van feiten en genomen stappen vanaf 1875 tot 1949 om tot wet- en regelgeving te komen is door deze vereniging gegeven. Het duurt echter tot 1970 voordat de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren tot stand komt, nadat al in 1897 een staatscommissie was ingesteld 'ter voorbereiding van maatregelen tegen verontreiniging van openbare wateren' en er in 1903 een eerste wetsvoorstel lag. Uit uitgebreide historische documentatie van de totstandkoming van de WVO en de implementatie ervan met de eerste zuiveringen, rioleringsstelsels en vergunningverleningen is te vinden in Van den Berge *et al.* (1995). Hopmans (1955) beschrijft voor die tijd de techniek van afvalwaterzuivering en de toen reeds operationele zuiveringen. Ook het 1<sup>e</sup> IMP Water (1975) legt de techniek van afvalwaterzuivering uit, toen een nog volop in ontwikkeling zijnde tak van sport. Na 25 jaar WVO verscheen de brochure 'Schoon water' (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995), waarin ook een kort historische schets van de afvalwaterzuivering wordt gegeven.

## 4.4 De eerste Friese rwzi's

In 1960 kende Friesland nog slechts vier gemeentelijke rwzi's: Joure, Buitenpost, Appelscha, en Oosterwolde. Die van Surhuisterveen was toen in aanbouw. Dan worden er in de jaren 1963 tot 1968 nog acht rwzi's gebouwd te Jubbega, Oudehorne, Heerenveen-oud, Kollum, Bakkeveen, Langezwaag Holwerd en Oosterwolde-oud. Dat waren soms hele kleine installaties, zoals die van Bakkeveen en Langezwaag (beide 500 i.e.). Al deze eerste rwzi's zijn in de loop der jaren geamoveerd. Vanaf 1969 werden veel grotere en modernere rwzi's gebouwd, als eerste in dat jaar die te Drachten en Leeuwarden. Dat waren tot dan toe gemeentelijke installaties. Aansluitend wordt de grootste zuiveringscapaciteit gerealiseerd in de jaren 1970 tot en met 1981. Dan worden er 19 nieuwe rwzi's gebouwd. En de oudere installaties worden of geamoveerd of aangepast en uitgebreid. Ook de eerste awzi's werden in (het begin van) deze periode gebouwd: in 1970 van de NTF (Rendac-Sonac) en in 1971 van Frico te Warga. Het netwerk van rwzi's wordt gesloten in de jaren 1982 tot en met 1994 met nog eens zes nieuwe rwzi's. Vlieland (1993) en Schiermonnikoog (1994) waren de hekkensluiters. In de bijdrage van A. Brouwer in hoofdstuk 12 van Deel 2 is het huidige overzicht van de rwzi's met de behaalde zuiveringsprestaties in tabelvorm gepresenteerd.

**Tabel 4.1. - De per 1 oktober 1974 in Friesland in bedrijf zijnde rwzi's. Alle rwzi's die tot en met 1970 in gebruik genomen zijn, waren toen nog bij de gemeenten in beheer, maar zouden overgedragen worden aan de provincie (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1974b).**

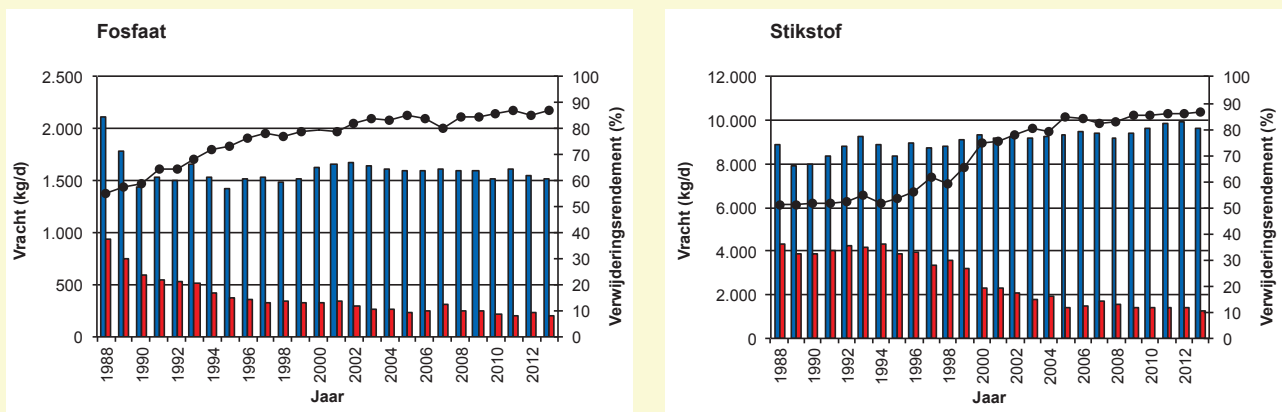
Plaats	Inbedrijfstelling	Type	Capaciteit (i.e.)
Joure	1956	Imhofftank	5.000
Appelscha	1957	Imhofftank	4.000
Oosterwolde	1959	Oxydatiebed	6.000
Buitenpost	1960	Imhofftank	2.500
Surhuisterveen	1961	Oxydatiebed	6.000
Jubbega	1963	Pasveersloot	1.200
Oudehorne	1963	Pasveersloot	1.200
Heerenveen	1964	Oxydatiebed	30.000
Kollum	1968	Pasveersloot	4.500
Holwerd	1968	Pasveersloot	2.200
Oosterwolde (uitbreiding)	1968	Carrousel	15.000
Bakkeveen	1968	Pasveersloot	500
Langezwaag	1968	Pasveersloot	500
Haulerwijk	1969	Pasveersloot	5.000
Leeuwarden	1969	Actief slibinstallatie	132.000
Drachten	1969	Oxydatiebed	50.000
Bergum-Suameer	1970	Oxydatiebed	45.000
Wolvega	1974	Carrousel	45.000
Gorredijk	1974	Carrousel	20.000
St. Annaparochie	1974	Pasveersloot	10.000
Damwoude	1974	Carrousel	24.000
Haulerwijk (uitbreiding)	1974	Carrousel	11.500

In de jaren '60, in de aanloop naar de WVO, was er bij de provincie nog aarzeling of zij de zuiveringstaak op zich zou nemen. "De vraag of en in hoeverre de provincie in het kader van de wet op de waterverontreiniging ook een verdergaande zuiveringstaak op zich zal nemen, of dat hiervoor een andere oplossing zal worden gekozen, is in onderzoek" (Ehrhardt, 1969). De provincie had toen al wel verordonneerd dat het zonder vergunning verboden was om 'afvalstoffen, giftige stoffen, fecaliën, olie, zout water, huishoud-, riool-, fabrieks- of afvalwater, dan wel andere stoffen of vloeistoffen, die verontreiniging, schade, gevaar of hinder kunnen veroorzaken' te lozen. Kort daarna, op 13 mei 1970 besloten Provinciale Staten het zuiveringsbeheer toch in eigen hand te nemen, daartoe een Adviescommissie Zuiveringsbeheer in te stellen en de Provinciale Waterstaat op te dragen het zuiveringsbeheer vorm en inhoud te geven.

De eerste plannen voor geheel Friesland gingen uit van in totaal 60 rwzi's. Het werden er uiteindelijk dertig. Recent is dat aantal zelfs teruggelopen naar 28 en verwacht wordt dat dit aantal nog iets verder daalt. De basis voor deze verdere optimalisering van het netwerk van rwzi's is nagegaan in de recent uitgevoerde 'optimalisatiestudie' (Bos, 2013). Ook is toen een eerste globale verkenning uitgevoerd naar ruimtelijke inpassingsmogelijkheden voor de aanleg van waterharmonica's (zuiveringsmoerassen) bij de rwzi's (Van den Boomen & Kampf, 2013).

Nadat in 1970 een wettelijke en financiële basis ontstond om de sanering van ongezuiverde lozingen aan te pakken, ging het snel met de afvalwaterzuivering. Binnen 25 jaar werd het netwerk van rwzi's voltooid met grotendeels nieuwbouw en waar nodig vervanging en renovatie van verouderde installaties. Ook aansluitingen van de gemeentelijke riolerings-



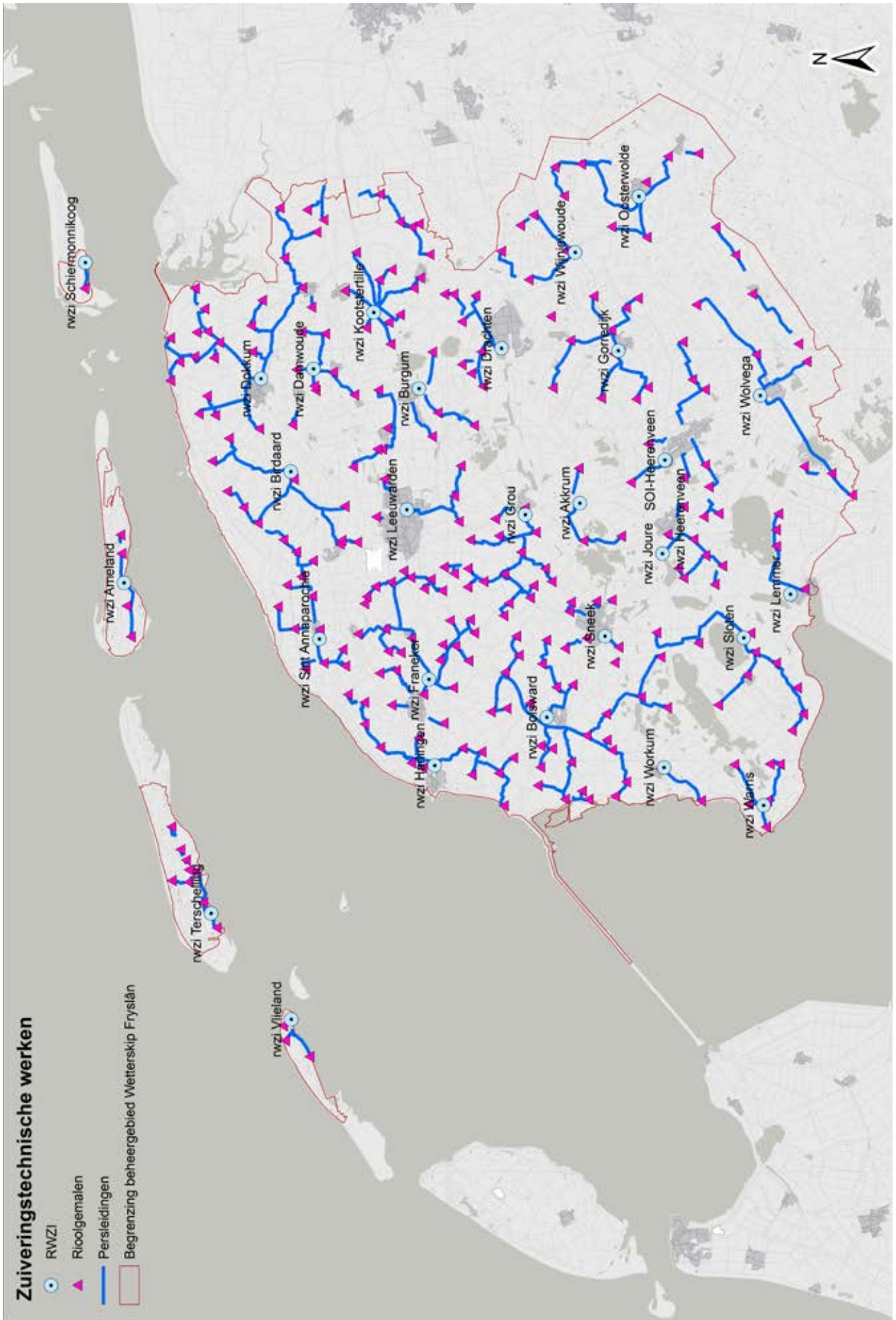


Figuur 4.2. - Gemiddelde fosfaat- en stikstofvrachten in influent en effluent van de Friese rwzi's in de periode 1988-2013 en het daarbij behaalde verwijderingspercentages (aangepast en uitgebreid naar Claassen, 2000b, gegevens van Wetterskip Fryslân).

netwerken groeiden snel; meer en meer kleine kernen werden aangesloten. In 1979 startte de defosfatering als extra stap in het zuiveringsproces op de rwzi's Sloten en Lemmer. Het besluit daartoe ging echter niet vanzelf. De onderbouwing hiervoor werd gegeven in het rapport van de Provinciale Waterstaat van Friesland (1976) over biologische aspecten van de waterkwaliteit. Uit de toezendbrief daarbij van 28 december 1976 van de hoofdingenieur-adjunct directeur aan Gedeputeerde Staten de volgende passage: "Bij diverse gelegenheden is de kwestie van fosfaatverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, de zgn. 'defosfatering', onderwerp van discussie geweest in de Statencommissie Milieubeheer, de Commissie Advies en Bijstand voor het Zuiveringsbeheer en in de Statenvergadering zelf. Deze maatregel, die beoogt de verdere eutrofiëring van het Friese oppervlaktewater te voorkomen, is bij de behandeling van het zuiveringsplan uitvoerig ter discussie geweest. Inmiddels heeft de afdeling milieu van mijn dienst zich nader in deze problematiek verdiept. De eerste bevindingen van deze studie -zie bijgevoegd rapport- luiden dat in het zuidwestelijk merengebied wel degelijk effect van defosfatering verwacht mag worden. De termijn, waarop een waarneembare verbetering geconstateerd zal kunnen worden, is echter door de vele onbekende factoren, o.a. het gedrag van het in de bodem opgeslagen fosfaat, niet te voorspellen". Er viel een positief besluit. Defosfatering op andere rwzi's volgden in de jaren daarna. In 2001 werd 75 % van het inkomend stikstof en 80 % van het inkomende fosfaat verwijderd. In 2006 lagen die percentages voor beide nutriënten al op 84 %. Momenteel liggen die boven de 85 % verwijdering.

Verdere optimalisatie en zoeken naar meer efficiëntie, rekening houdend met de kwaliteit van het ontvangend water, zijn een blijvend gebeuren (Kuin & Icke, 2002; Witteveen+Bos, 2002; Langeveld & Hulsbeek, 2006; Bos, 2013; Arcadis, 2013). 'Waterkwaliteitsspoor' en 'Optimalisatiestudie' zijn daarbij terugkerende begrippen. In het kader van deze optimalisatie van het zuiveringsbeheer zijn onlangs enkele rwzi's geamoveerd en voor enkele lopen nog studies. In hoofdstuk 12 van Deel 2 geeft A. Brouwer een overzicht hoe het na 1970 verder is gegaan met de provinciale zuiveringstaak. Naast deze intussen zeer complete reductie van puntbronnen is er sinds eind jaren '90 ook veel aandacht voor de aanpak van diffuse bronnen van watervervuiling. Vanaf 1997 functioneerde daarvoor het Regioteam diffuse bronnen, een samenwerkingsverband van verschillende overheden. Met grote regelmaat werden nieuwsbrieven uitgegeven en actieprogramma's opgesteld met daarin tal van activiteiten (Van Wezel & Boelhouwer, 2002), deels ook verankerd in provinciale beleidsplannen (onder meer in het IWBP van 2000). Het Regioteam maakte de problematiek van diffuse lozingen inzichtelijk en zette die op de bestuurlijke agenda.

In het 35 pagina's tellende hoofdstuk 'Waterstaat' in de uitgave 'Friesland 1945-1970', uitgegeven ter gelegenheid van de 25-jarige ambtsperiode van de CdK H.L. Linthorst Homan, onder redactie van Van der Hoek & De Vries (1970) wijdt A. Schrijver één alinea aan waterkwaliteit: "Wat de waterkwaliteit van de boezem betreft, staan we nog maar aan het begin. Het was al een hele stap vooruit, toen met behulp van uit het IJsselmeer ingelaten vers water de boezem af en toe kon worden doorgespoeld en zo van te veel zout en andere schadelijke stoffen gezuiverd. Naar het schijnt is dit voor de toekomst niet voldoende en is het nodig, grote concentraties van vervuiling aan te pakken, nog voor zij de provinciale boezem bereikt hebben, door middel van zuiveringsinstallaties. Tot voor kort kwamen enkele van deze installaties tot stand buiten bezwaar van de provinciale schatkist, op kosten van de betrokken gemeente, met behulp van extra subsidies van het Rijk. Maar omdat het op deze wijze te langzaam gaat en te veel afhankelijk is van factoren, die met de vervuiling niets hebben uit te staan (werkloosheid o.a.) is er nu een wettelijke regeling in de maak, die althans voor het financiële probleem een oplossing biedt".



Kaart 5. - De huidige situatie van aanwezige rwzi's, persleidingen en rioolgemalen in het beheergebied van Wetterskip Fryslân.



*Met grote regelmaat werden nieuwsbrieven uitgegeven en actieprogramma's opgesteld met daarin tal van activiteiten (Van Wezel & Boelhouwer, 2002), deels ook verankerd in provinciale beleidsplannen (onder meer in het IWPB van 2000). Het Regioteam maakte de problematiek van diffuse lozingen inzichtelijk en zette die op de bestuurlijke agenda.*

Aantasting van natuur en milieu ging voort tot ver in de 20<sup>e</sup> eeuw. De 'ver'-thema's (vermesting, vervuiling, versnippering, verzuring, verdroging, etc.) werden alom, vooral in Rijksnota's voor het voetlicht gebracht. Die aanslag op de natuurlijke omgeving had niets van doen met 'rentmeesterschap'. Ook in kringen buiten de natuurwetenschappen maakte men zich druk over die aanslag op Moeder Aarde. In 1989 verscheen hierover nummer 57 van het tijdschrift *Prana*, 15 (1), waarin 23 bijdragen over dit onderwerp. In het redactioneel *Ten Geleide* lezen we: "Vanuit verschillende benaderingen biedt de redactie u dit themanummer 'De bedreigde Aarde' aan. Een extra dik nummer, omdat het hier om een zeer belangrijk thema gaat. De rekening wordt nu gepresenteerd. Een rekening, die ons laat zien dat de mens in een buitengewoon korte tijd alle elementen van Moeder Aarde heeft verstoord. Nu er alom een ontspanning plaats vindt ten aanzien van de bewapening en zelfs chemische wapenen worden teruggedrongen, wordt pas goed zichtbaar wat er reeds decennia lang aan de gang is. Er heeft al grootschalig een gigantische chemieoorlog plaatsgevonden. En het einde lijkt nog niet nabij. Lucht, water, aarde en voeding blijken overal vergiftigd te zijn, omdat de mens dr. Faustus Chemicus vrij spel gaf in zijn uitvindingen en zijn behoeften op allerlei gebieden liet bevredigen onder bedrieglijke namen van 'voortgang' en 'economische groei'. Rapporten stapelen zich op en waarschuwingen en alarmfasen zijn aan de orde van de dag. Het rapport van de Club van Rome; *Zorgen voor Morgen*; *Nationaal Milieubeleidsplan Kiezen of Verliezen*; *Internationaal Milieubeleid*; *Our Common Future* (Rapport Brundtland) ... Het lijkt pas tot ons door te dringen als er catastrofes plaatsvinden: als de zomers steeds droger worden, oogsten dreigen te mislukken, de ozonlaag steeds dunner wordt, grondwater en oppervlaktewater in kwaliteit zienderogen achteruitgaan, voedsel en melk vergiftigd zijn, onze tuinen vol chemicaliën zitten en smog als een giftige deken op ons neerdaalt".

Op een aantal gebieden is sindsdien het nodige ten goede gekeerd; dat geldt zeker voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in ons land. Dus reeds voor het van kracht worden van de WVO was er door enkele gemeenten al gestart met afvalwaterzuivering. Na 1970 kwam er een wettelijke basis voor, evenals de mogelijkheid van belastingheffing door de waterkwaliteitsbeheerders. In Friesland nam de provincie die taak op zich, welke in 1993 werd overgedragen aan het toen nieuw opgerichte Waterschap Friesland. De provincie nam de bestaande gemeentelijke rwzi's over en ging voortvarend aan de slag tot uitbreiding van het aantal rwzi's met aansluitende persleidingen vanaf de gemeentelijke rioolstelsels. In de loop der jaren werden ook steeds kleinere kernen hierop aangesloten. Die waterkwaliteitstaak werd verwoord en vastgelegd in een reeks plannen. De naamgeving van de achtereenvolgende plannen (zie tabel 4.2) duidt de ontwikkeling aan van steeds verder verbrede taken en integratie van de taakvelden binnen het waterbeheer: van Zuiveringsplan (1972, 1974), via Waterkwaliteitsplan (1979, 1990) naar Integraal Waterbeheerplan (2000, 2009), en in de KRW setting naar (deel) Stroomgebiedsvisie (2003) en (deel) Stroomgebiedsplan (2009 en binnenkort 2015). Afvalwaterzuivering als zodanig is routine geworden en beleidsmatig naar de achtergrond verdwenen. Een korte toelichting op (de inhoud van) deze reeks regionale beleidsplannen volgt hierna.

## 4.5 Beleidsplannen op provinciaal niveau

Na 1970 stelde het Rijk een uitvoeringsprogramma op om de WVO handen en voeten te geven. In 1975 verscheen het eerste Indicatief MeerjarenProgramma voor de periode 1975-1979: De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Dit IMP begint als volgt: "In de loop der jaren is de lozing van afvalstoffen als gevolg van de snel toenemende bevolking en een sterke industriële ontwikkeling aanzienlijk toegenomen. Vele oppervlaktewateren zijn daardoor in meerdere of



mindere mate verontreinigd, zowel in grote gebieden zoals het stroomgebied van de Rijn als in kleine gebieden. Tegelijkertijd is ook de behoefte aan goed oppervlaktewater voor o.a. de bereiding van drink- en industriewater toegenomen. Daarnaast worden, mede onder invloed van de toenemende welvaart, hogere eisen gesteld aan het leefmilieu o.m. door de sterk toegenomen behoefte aan recreatie. Tevens is er sprake van een groeiende bewustwording van de gevaren van de sterk toegenomen vervuiling voor het totale aardse ecosysteem, waarvan de mens zelf een onderdeel is. De aanslag op de in het wild levende planten en dieren wordt door een groter wordend deel van de bevolking niet meer geaccepteerd” (*Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1975*). Hier wordt voor de eerste keer het belang van het ‘ecosysteem’ bij het waterkwaliteitsvraagstuk opgevoerd. Dat paste in de tijdgeest na onder meer ‘Dode lente’ (*Rachel Carlson, 1962*)<sup>16</sup>, ‘Het Verstoorde evenwicht’ (*Van de Kramer et al., 1970*), ‘Wat is de natuur ons waard’ (*Huetting, 1970*), het Europees Natuurbeschermingsjaar 1970 en het ‘Rapport van de Club van Rome’ (*Meadows et al., 1972*). De verwachtingen waren hooggespannen: binnen 15 jaar zouden de Nederlandse oppervlaktewateren weer schoon zijn, aldus een ministeriele mededeling uit 1970. Het zou langer duren, we zijn nu drie maal 15 jaar verder en de (intussen met de KRW) gestelde doelen zijn nog niet bereikt. *Golterman (1970)* voorzag destijds al dat het langer zou duren, zoals hij verwoorde in een open brief aan de minister van Verkeer en Waterstaat. N.B. In die brief ageerde hij ook tegen het voornemen van het Rijk om zand te winnen in het Tjeukemeer. Dat gebeurde inderdaad een jaar later en werd de druppel die de eutrofiëringsemmer daar deed overlopen.

Dit eerste IMP-water schetste uitgebreid hoe de waterverontreiniging invloed heeft op de waterkwaliteit en hoe die moet worden aangepakt. Inzameling en zuivering van afvalwater vormen daarbij de kern van de maatregelen<sup>17</sup>. Het wettelijk instrumentarium met bestuurlijke organisaties, heffingen (‘de vervuiler betaalt’), vergunningverlening, handhaving en normstelling (‘stand-still beginsel’) en planstructuren zijn daarbij het vlechtwerk, waaraan de maatregelen worden vastgehecht. Nadien volgen nog twee IMP’s voor resp. de perioden 1980-1984 en 1985-1989. Die rijksplannen zijn sterk stimulerend, sturend en richtinggevend geweest voor het regionale waterkwaliteitsbeheer, ook in Friesland.

**Tabel 4.2. - Chronologisch overzicht van de Friese beleids- en beheerplannen voor waterkwaliteit van provincie en waterschappen.**

Vaststelling (jaar en maand)	Plan(periode)	Instantie
1963	Vijfjarenplan ter bestrijding van de waterverontreiniging	Provincie Friesland
1970 december	Nota bestrijding waterverontreiniging in Friesland	Provinciale Waterstaat van Friesland
1972 maart	Provinciaal Zuiveringsplan Friesland	Provincie Friesland
1974 september	Zuiveringsplan Provincie Friesland 1973-1979	Provinciale Waterstaat van Friesland
1979 november	Waterkwaliteitsplan provincie Friesland 1979	Provinciale Waterstaat van Friesland
1983 augustus	Nota van aanvulling op het Waterkwaliteitsplan Friesland 1979	Provinciale Waterstaat van Friesland
1990 december	Waterkwaliteitsplan 1989-1995; beleid en beheer*)	Provincie Friesland
1991 oktober	Eerste Waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995	Provincie Friesland
2000 mei	Tweede Waterhuishoudingsplan Fryslân 2000-2008 ‘Dreaun troch it wetter’	Provincie Friesland
2000 december	Integraal Waterbeheerplan Friese waterschappen 2001-2004 (acht delen)**	Friese waterschappen
2005 december	Het IWBP 2001-2004 (wordt verlengd tot 2009)	Wetterskip Fryslân
2003 juni	Deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050	Provincie Fryslân
2008 mei	Beslisnota KRW/WB21. Schoon en gezond water in Noord-Nederland. Separate Samenvatting met maatregelen voor beheersgebied van Wetterskip Fryslân	RBO Rijn-Noord/Stuurgroep Water 2000+
2009 november	Waterhuishoudingsplan 2010-2015 ‘Wiis mei Wetter’	Provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân
2009 november	Waterbeheerplan 2010-2015 ‘Wetter jout de romte kwaliteit’	Wetterskip Fryslân en Provincie Fryslân
2015 december (in voorbereiding)	Stroomgebiedsbeheerplan	Wetterskip Fryslân en Provincie Fryslân

\*) In juli 1993 verscheen het Waterkwantiteitsbeheersplan Friese boezem 1993-1996 (*Waterschap Friesland, 1993*). Na dit provinciaal Waterkwantiteitsbeheersplan en het Waterkwaliteitsplan van december 1990 worden voortaan het kwantitatief en kwalitatief waterbeleid en -beheer geïntegreerd. Nadat in 2004 een all-in waterschap was ontstaan, was dit integraal waterbeheer bestuurlijk voortaan in een hand en vanzelfsprekend.

\*\*) De planperiode van de kwantiteitsbeheersplannen van de voormalige boezemwaterschappen liep eind jaren '90 af. Tevens waren de kwantiteitswaterschappen gefuseerd van 11 naar vijf. Het waterbeheer van het Westerkwartier kwam per januari 2000 bij de Friese waterschappen. Het IWBP kende een vrij lange aanloop met eraan voorafgaand een Hoofdlijnennotitie (1998) en Gebiedsnotities (1999).

16 Op 17 november 2012 vond het symposium ‘Silent Spring, 50 jaar later’ plaats bij Naturalis in Leiden, met als onderwerpen pesticiden, biodiversiteit en milieu. *Vijver & De Snoo (2013)* gaven daar een overzicht van de waterkwaliteit in ons land. Zij vinden een behoorlijke verbetering van de waterkwaliteit voor bestrijdingsmiddelen en van de uitwerking daarvan op biota. Opvallend is wel dat die afgenomen milieuschade voornamelijk is geboekt voor 2001. Na die tijd is er nauwelijks een (verdere) verbetering van de waterkwaliteit opgetreden. N.B. Een vergelijkbare trendbreuk en stagnatie in afnemende concentraties zijn gevonden voor nutriënten (*Rozemeijer & Klein, 2013*).

17 Hoe pril de techniek van afvalwaterzuivering toen nog was, toont wel het 1<sup>e</sup> IMP Water (1975). Daarin is een apart hoofdstuk gewijd aan de behandeling van afvalwater. Mechanische en biologische zuivering wordt uitgelegd en enkele typen zuiveringsinrichtingen (oxydatiebedden, oxydatiesloten en actief slibinstallaties) worden behandeld. Ook de techniek van defosfatering, desinfectie en de slibbehandeling worden uitgelegd.



Waterkwaliteitsonderzoek door de Provinciale Waterstaat in het veld en in het laboratorium (foto Laboratorium WF).

### Nota Bestrijding Waterverontreiniging in Friesland (december 1970)

Deze eerste nota gelijk met de inwerkingtreding van de WVO schetst een beeld van de waterkwaliteit in Friesland alsmede een programma tot sanering van lozingen en de bouw van rwzi's. Deze nota is opgesteld samen met het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater. Het gepresenteerde kaartbeeld van de waterkwaliteit bevat ingekleurde trajecten van boezemvaarten en -kanalen voor de chemisch-biologische kwaliteit in juni-september 1970 in vijf klassen, alsmede (merendeels rode) stippen voor de bacteriologische kwaliteit in april-september 1970 in drie klassen van de meren. De kanaal-trajecten zijn, met uitzondering van het Prinses Margrietkanaal (blauw/goed), overwegend groen/redelijk, geel/matig en oranje/slecht gekleurd. De kleur rood (zeer slecht) is aangegeven bij Wolvega, St. Nicolaasga, Bolsward, en verspreid in het noordelijk kleigebied, veelal veroorzaakt door ongezuiverde puntlozingen van huishoudelijk afvalwater.

### Hoofdpijnen Provinciaal Zuiveringsplan Friesland; Zuiveringsplan Provincie Friesland 1972

In dit zuiveringsplan is een overzicht gegeven van de zuiveringstechnische maatregelen voor de komende jaren. Er werd al verwacht dat dit plan 'reeds over enkele jaren' herzien zou moeten worden vanwege de toen snelle ontwikkelingen op dit gebied en vanwege te verwachten nieuwe inzichten en kennis. In 1974 verscheen al het volgende plan. Er waren toen 16 gemeentelijke rwzi's en twee industriële awzi's, deels mechanisch deels oxidatief-biologisch, waarvan een aantal (sterk) overbelast. Verwacht werd dat een uitbreiding met ca. 45 rwzi's en de aanleg van diverse persleidingen noodzakelijk waren. Immers op vele plaatsen liet de waterkwaliteit zeer te wensen over. Uit de bijgevoegde waterkwaliteitskaarten van het jaar 1970 (van 22 merenpunten en 90 vaste punten in het boezemwater) "valt op te merken dat op vele plaatsen de kwaliteit zeer te wensen overlaat. Vooral in vaarten en opvaarten waar geen of nauwelijks doorstroming mogelijk is, komt permanent ernstige verontreiniging voor, bijvoorbeeld de Schipsloot te Wolvega, de opvaart St. Nicolaasga, de Noordwoldervaart bij Noordwolde, de Luts bij Balk, alsmede sommige vaarten in het noord-westelijke deel van de provincie. De stroomkanalen rondom Bolsward, het Van Harinxmakanaal en de Dokkumer Ee worden in meer of mindere mate vervuild door ongezuiverde lozingen van aanliggende kernen, zoals Bolsward, Franeker, Harlingen en Dokkum en industrieën". Vanwege het zelfreinigend vermogen wordt gestreefd (effluent)lozingen zoveel mogelijk op boezemwater te laten plaats vinden. Er werd ook al een paragraaf gewijd aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater, vooral van de boezemmeren. Fosfaatverwijdering op rwzi's was echter nog een stap te ver. Eerst moest worden nagegaan op welke plaatsen in het merengebied fosfaatlimitatie het meeste zin zou hebben en wat de invloed van het in te laten eutrofe IJsselmeerwater was. "Ofschoon de provincie Friesland niet verantwoordelijk is voor de kwaliteit van de Waddenzee (het beheer berust immers bij Rijkswaterstaat) is de provincie van mening dat directe lozingen van ongezuiverd afvalwater op dit natuurwetenschappelijk zo belangrijke gebied, mede in verband met de visserijbelangen uiteindelijk niet toelaatbaar zijn. Voor de Waddeneilanden, waar zich gedurende de zomermaanden grote aantallen recreanten bevinden, zullen dan ook zuiverings-technische maatregelen getroffen moeten worden". Ameland en Terschelling krijgen al in resp. 1975 en 1977 hun afvalwaterzuivering. De overige twee rwzi's worden uiteindelijk gerealiseerd in 1993 (Vlieland) en 1994 (Schiermonnikoog), daarmee het gehele nieuwbouwprogramma van rwzi's vervolmakend.

Het waterkwaliteitsonderzoek kende de eerste jaren een aantal parameters, die later zijn vervallen. Dat betrof onder meer bacteriologisch onderzoek van de merenpunten met het totaal kiemgetal op agar (maat voor het totaal aantal bacteriën) en de gistingstest volgens Eijkman (voor het aantonen van thermotolerante faecale coli-bacteriën) en op alle meetpunten (in 1970 waren dat er 90 in boezemwater, welke vier maal per jaar werden bemonsterd in maart, juni, september en december) chemisch-biologisch onderzoek, zoals de methyleenblauwproef (als maat voor de rotbaarheid van het water), het zuurstofverzadigingspercentage en de BOD. Vanaf 1963 werd al een waterkwaliteitsoordeel gegeven aan de hand van wat later de IMP-index ging heten.

Begin 1974 rapporteerde Grontmij over optimalisatie van de locaties voor (nieuwe) rwzi's en rioelgemalen in combinatie met aan te leggen persleidingen. De resultaten hiervan zijn betrokken bij het eind 1974 verschenen Zuiveringsplan 1973-1979. Grontmij concludeerde: "Gezien de resultaten van de berekeningen biedt een grotere centralisatie in verschillende gebieden economische voordelen". Voor het eerdere kaartbeeld met geplande rwzi's betekent dat aanzienlijk minder te bouwen rwzi's met langere trajecten van aan te leggen persleidingen.

### Zuiveringsplan Provincie Friesland 1973-1979

Dit tweede plan, nadat de WVO van kracht is geworden, noemt als belangrijkste knelpunten voor de oppervlaktewaterkwaliteit de lozing van ongezuiverd afvalwater (door huishoudens, bedrijven en recreanten). Er waren in 1972 17 rwzi's in bedrijf plus twee awzi's (van de NTF te Suameer en Frico in Warga). Werd er bij het Zuiveringsplan van 1972 nog uitgegaan van 45 nieuw te bouwen rwzi's, inmiddels wordt een kleiner aantal en meer centralisatie voorzien. Nadat er in 1974 al weer vier rwzi's waren bijgekomen (Wolvega, Gorredijk, St. Annaparochie en Damwoude) en Haulerwijk was uitgebreid, werden er tot en met 1979 nog tien nieuwe en vier uit te breiden rwzi's geprogrammeerd. Na 1979 zouden er dan nog eens vijf nieuwe rwzi's bijkomen om dat netwerk compleet te maken. Uiteindelijk, zo bleek later, waren er in totaal 30 rwzi's in Friesland en dat aantal is vanwege verdere concentratie al weer dalende. De effluënten van de Imhofftanks en Pasveersloten waren verre van voldoende om geen zuurstofproblemen en bacteriologische vervuiling in het ontvangend oppervlaktewater te veroorzaken. Ook de aansluiting van gemeentelijke rioleringsstelsels op de rwzi's vergde nog veel inspanning. Er wordt zeer fors geïnvesteerd in de aanleg van persleidingen. Een twintigtal onderzochte galvanische bedrijven bleken vrijwel allemaal zware metalen te lozen. Slootonderhoud gebeurde deels met bestrijdingsmiddelen, zoals diuron en dichlobenil. Opnieuw werd eutrofiëring als probleem onderkend: "Door de gestadige aanrijking van voedingszouten neemt de algenontwikkeling steeds meer toe, met als gevolg een labiele waterkwaliteit". Dat kwam vooral door vele ongezuiverde lozingen, nog slecht werkende rwzi's en door lozingen van mest en gier. "Nauw in verband met de toenemende algenbloei staat het steeds stijgende fosfaatgehalte onder meer als gevolg van het toenemend gebruik van fosfaathoudende wasmiddelen. Ook het fosfaatgehalte van het in te laten IJsselmeerwater stijgt voortdurend. Illustratief voor de belasting met fosfaten in het Friese boezemgebied zelf is de toename van het fosfaatgehalte van de Groote Brekken tot het Bergumermeer op basis van gegevens van 1973. Het totaal fosfaatgehalte bedraagt in Groote Brekken 0,14, Koevorder 0,15, Sneekermeer 0,19, Pikmeer 0,23 en Bergumermeer 0,34 mg/l".

### Waterkwaliteitsplan provincie Friesland 1979

In dit plan, waarin de belangrijkste prognoses zijn verwoord tot en met 1990, zijn de doelstellingen van het waterkwaliteitsbeheer uitgewerkt, waarbij 'het ecologisch aspect een belangrijke plaats inneemt'. Vanwege het aanstaande Indicatieve Meerjarenprogramma Water van het Rijk is al vast een aantal waterkwaliteits- en lozingsnormen opgenomen. De gewenste waterkwaliteit volgens de IMP-index zal tenminste klasse 2 (groen) moeten zijn. Naast deze IMP-index is de basiskwaliteit beoordeeld voor een aantal zware metalen en voor fosfaat en stikstof. Voor chloride en fosfaat is daarbij onderscheid gemaakt in acht waterkwaliteitsgebieden (De Heer, 1978a). Voor zwemwater zijn normen opgenomen voor doorzicht en



Waterbodemonderzoek van ongestoorde (begin jaren '80) en mengmonsters (1994).



faecale verontreiniging en voor agrarische doeleinden chloridenormen. Voor de periode 1979-1985 is een uitvoeringsschema van te bouwen en amoveren rwzi's opgenomen. De rwzi's te Appelscha, Bakkeveen en Jubbega 3<sup>e</sup> Sluis zullen sluiten, terwijl die te Drachten, Oosterwolde en Surhuisterveen zullen worden uitgebreid. Nieuwbouw zal plaats vinden, zo is geprogrammeerd te Birdaard, Dokkum, Heerenveen (Engelenvaart) en Workum (1979), Harlingen en Wijnjewoude (1981), Franeker (1982), Grou en Warns (1983), Heeg (1984) en Schiermonnikoog en Vlieland (1985). Daarmee zal de communale zuiveringscapaciteit (in inwoner equivalenten) toenemen van bijna 700.000 tot ruim 1.000.000. In 1979 wordt begonnen met defosfatering van het afvalwater te Sloten en Lemmer, nadat H. Golterman, toenmalig directeur van het Limnologisch Instituut, provinciale staten daarover had toegesproken. De andere rwzi's in het merengebied (Grou, Akkrum, Sneek, Warns, Joure, Wolvega en Heeg) zullen daarna volgen, zo staat gepland.

### **Nota van aanvulling op het Waterkwaliteitsplan Friesland 1979**

Het in 1980 door de provincie vastgestelde Waterkwaliteitsplan provincie Friesland 1979 diende, vanwege een wijziging in de WVO, te worden bijgesteld tot een formeel juridisch kloppend 'waterkwaliteitsplan'. Daartoe dus een bijstelling (en actualisatie) in deze Nota, waarmee voor de lopende planperiode tot 1986 (dat werd uiteindelijk tot 1989) er een wettelijk correct vigerend plan is. De in deze Nota van aanvulling opgenomen programmering van zuiveringstechnische werken heeft als doel het gehele nieuwbouwprogramma te voltooien. Daarbij zijn de te bouwen rwzi's op Vlieland en Schiermonnikoog in 1988 als laatste nieuwe zuiveringen aan de beurt. N.B. Dit zou resp. vijf en zes jaar later worden. Het defosfateringsprogramma op rwzi's wordt voortgezet. Verder wordt er een voorschot genomen op de vaststelling van functies aan wateren in het Waterkwaliteitsplan 1986-1995 (in werkelijkheid werd dat 1989-1995). Genoemd worden zwemwateren, wateren die effluent ontvangen, viswateren (EG-normen voor karperachtigen), recreatiewater, ecologisch waardevolle gebieden en water voor agrarisch gebruik. Het WVO heffingsbedrag zal jaarlijks stijgen met 7,8 %, waarbij in 1984 dat bedrag uitkomt op f 37,20 per i.e.

### **Waterkwaliteitsplan 1989-1995; beleid en beheer**

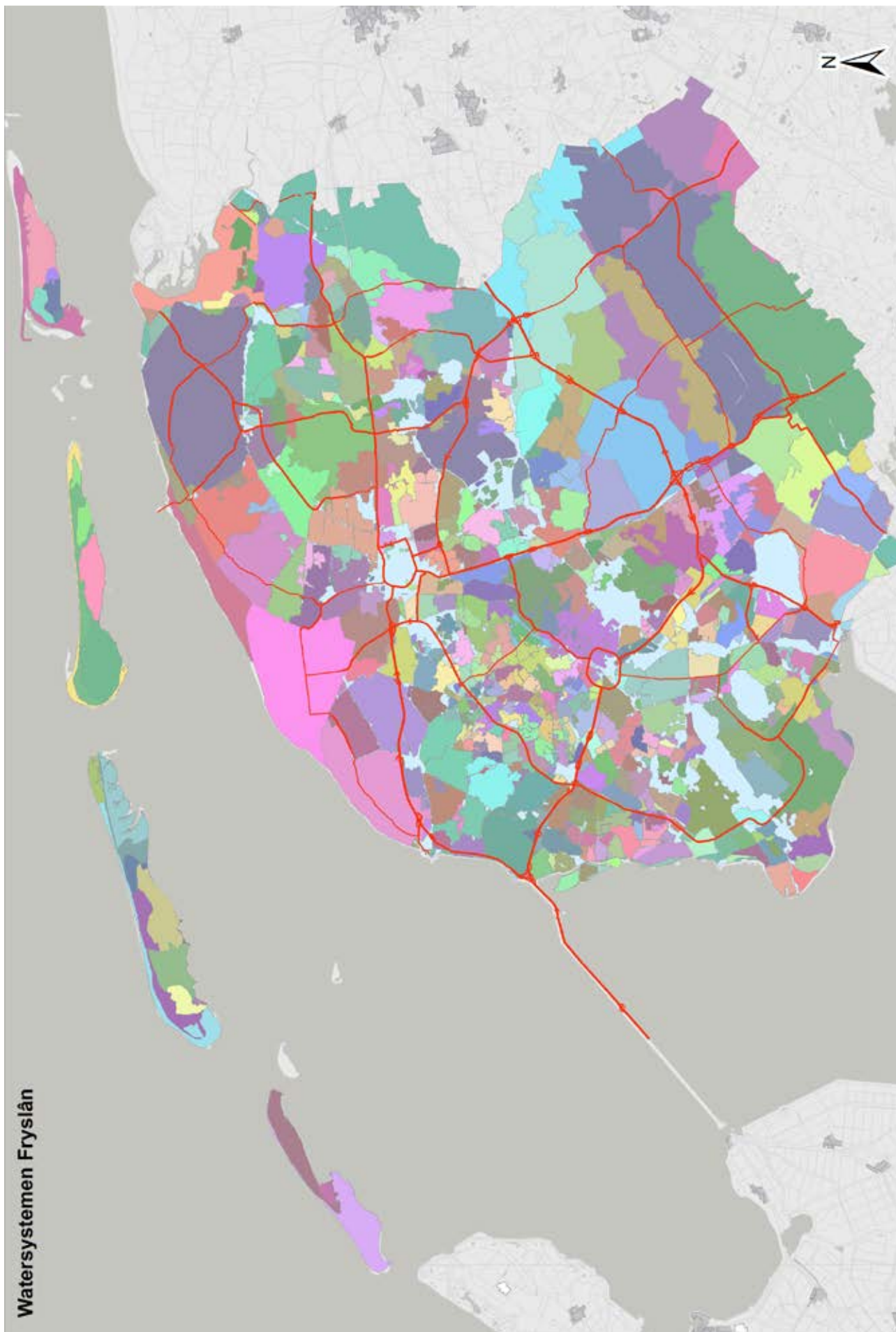
Dit plan bevat zowel beleid als beheer, gezien die dubbele taken bij de provincie. Na de basale aanpak van waterverontreiniging en sanering van lozings sinds 1970 en de daarmee bereikte waterkwaliteitsverbeteringen, richt de aandacht zich nu meer op differentie van beleid en beheer naar functies en kwaliteitsdoelstellingen. De basiskwaliteit is gedifferentieerd naar 13 watertypen, een aanzienlijk aantal wateren heeft specifieke ecologische doelstellingen gekregen en er worden negen mensgerichte gebruiksfuncties onderscheiden: zwemwater, viswater, agrarisch water, recreatiewater, industriewater, drinkwater, ontvangmedium voor effluënten, beroepsscheepvaart en inlaat, afvoer en doorvoer vanwege peilbeheer. Bijgevolg is er een breed scala aan normensets, (routinematig en projectmatig) waterkwaliteitsonderzoek en waterkwaliteitsmaatregelen. Enkele bevindingen: "De kwaliteit van het oppervlaktewater in Friesland verkeert qua zuurstofhuishouding in labiel evenwicht. Bij de huidige ontwikkeling zal de algenbiomassa zich nog jaarlijks in grote hoeveelheden kunnen ontwikkelen. In de meren voldoet de waterkwaliteit in de zomer aan de bacteriologische normen voor zwemwater. De zichtdiepte blijft beperkt. Zware metalen en organische microverontreinigingen komen in het oppervlaktewater veelal slechts in lage concentraties voor. Door de sterke bindingscapaciteit aan zwevende stof en bodemmateriaal betekent dit niet dat de belasting met deze stoffen ook gering is. Globaal gezien is de algemene waterkwaliteit op basis van de IMP-index in polderwater minder goed dan in boezemwater". Ook beleid met betrekking tot agrarische en industriële lozings en het zuiveringsbeheer zijn in dit plan opgenomen.

### **Eerste Waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995**

In dit beleidsplan staat voor het eerst 'integraal waterbeheer' centraal. De Derde Nota waterhuishouding van het Rijk vormde de aanzet daartoe. Getracht wordt relaties te leggen tussen waterkwaliteit en waterkwantiteit, tussen water, waterbodem en oevers en tussen oppervlakte- en grondwater, en dat dan afgestemd met andere beleidsterreinen van milieu, ruimtelijke ordening en natuur. De opgenomen functiekaart geeft de waterhuishoudkundige systemen weer (gebaseerd op grondwater) en de functies landbouw, natuur, transport en water met bijzondere kwaliteitsdoelstellingen. Alle 12 systemen worden beschreven, voorzien van 'aandachtspunten'. Voor wat betreft waterkwaliteit richt het nieuwe beleid zich op zuurstofbindende stoffen, nutriënten, zware metalen, organische microverontreinigingen, waterbodem en oevers. Enkele highlights daaruit: kernen met een vervuilingswaarde van 200 tot 350 i.e. worden op een rwzi aangesloten; in 1995 moet 75 % P-verwijdering en 60 % N-verwijdering zijn bereikt op de rwzi's; het gebruik van oeverbeschermingsmateriaal dat zware metalen bevat en van geïmpregneerd hout wordt teruggedrongen; er wordt een prioriteitenlijst opgesteld van te saneren vervuilde waterbodems; aan te leggen oeverconstructies dienen milieuvriendelijk te zijn.

### **Tweede Waterhuishoudingsplan Fryslân 2000-2008 'Dreaun troch it wetter'**

Meer dan voorheen is dit beleidsplan 'in een open dialoog met veel maatschappelijke groeperingen tot stand gekomen'. De afwatering van Friesland en het peilbeheer in het veenweidegebied kregen extra aandacht. "De kwaliteit van het oppervlaktewater is vooruitgegaan, maar de eutrofiëring en de ongezuiverde lozing van huishoudelijk afvalwater blijven zorgen baren". Kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden voor huishoudelijke afvalwaterlozings zijn op kaart aangegeven. De provincie gebruikt de in 1997 gemaakte watersysteemindeling bij de afweging van belangen. Naast concreet beleid tot 2008 wordt



Kaart 6. Watersystemen, zoals opgenomen in het Tweede Waterhuishoudingsplan. Zie tabel 6.3 voor de kwaliteitsbeoordeling van de watersystemen.

steeds de ‘gewenste situatie in 2015’ benoemd. Voor de oppervlaktewaterkwaliteit is dit als volgt omschreven: “De kwaliteit is zodanig dat tal van functies voor menselijke en ecologische belangen duurzaam kunnen worden vervuld. De grotere wateren zijn geschikt om in te zwemmen”. Er wordt gewag gemaakt van de aanstaande Kaderrichtlijn Water: “Er is nu nog niet te overzien welke consequenties aan deze Europese richtlijn moeten worden verbonden”.

### **Integraal Waterbeheerplan Friese waterschappen 2001-2004**

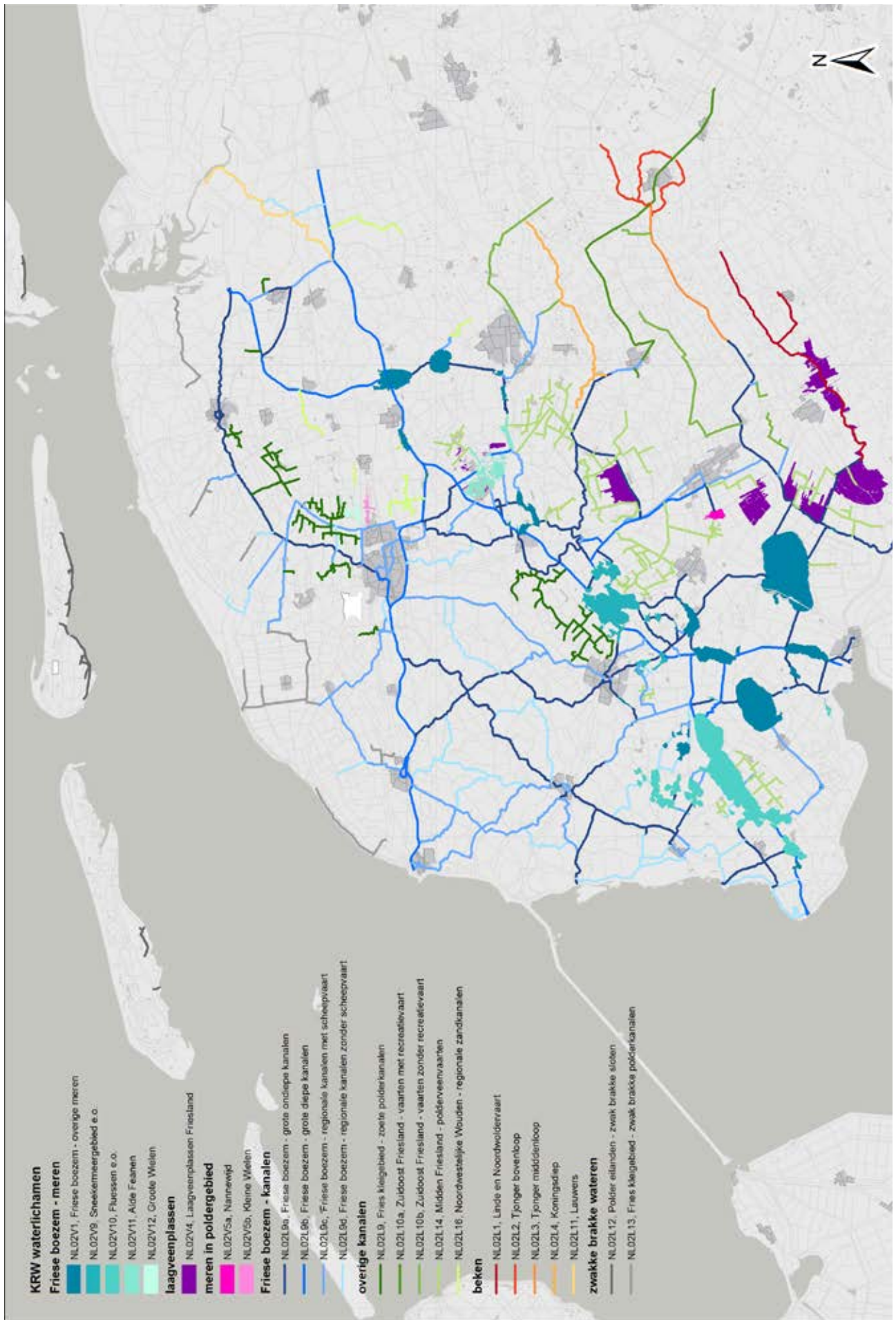
Dit eerste integraal waterbeheerplan (IWBP) was een coproductie van de zes Friese waterschappen (Wetterskip Fryslân, Wetterskip Lauwerswâlden, Wetterskip Boarn en Klif, Wetterskip Marne-Middelsee, Wetterskip De Waadkant en Waterschap Sevenwolden). De NW4 van het Rijk (1998) en het Tweede provinciale Waterhuishoudingsplan (2000) waren de beleidsmatige kaders voor dit beheerplan. De aanstaande KRW (vanaf 2000) en het Advies van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw (2000) speelden op de achtergrond mee, maar inhoudelijk kon daar nog geen rekening mee gehouden worden. Het IWBP bestaat uit acht delen: een algemeen deel, een deel voor ieder van de vijf kwantiteitswaterschappen, een deel voor de Friese boezem en een voor de Friese Waddeneilanden. In de deelplannen is het themagerichte en het functiegerichte beheer geconcretiseerd op basis van (clusters van) watersystemen. Eerder was het provinciale gebied immers ingedeeld in watersystemen (Iwaco, 1994c; Dol, 1995; Van Meerendonk, 1996; provincie Friesland, 2000). De onderscheiden thema's waren veiligheid, afwatering, peilbeheer, oevers, eutrofiëring, emissies, waterbodems en onderhoud. Daarnaast waren de maatregelen functiegericht gegroepeerd naar algemene hydrologische functie, algemene ecologische functie, water voor landbouw, water voor natuur, water voor bebouwd gebied en zwemwater. Ten aanzien van het peilbeheer van de Friese boezem wordt een onderzoek naar de voor- en nadelen van een variabel peil aangekondigd, immers “Voor de oevervegetatie en de mede daarvan afhankelijke stabiliteit van oevers en kaden, de waterkwaliteit, de algemene ecologische functie en natuurfunctie is op de Friese boezem een winterpeil gewenst dat hoger is dan het zomerpeil”. De eutrofiëringsaanpak zette zich in op integrale gebiedsgerichte projecten en actief visbeheer. Bij de waterbodems wordt in de hoofdwatergangen gebaggerd volgens een cyclus van eens in de 7 à 10 jaar om het waterhuishoudkundig onderhoudsprofiel te waarborgen. Vervuilde waterbodems (klasse 4, ernstig verontreinigd) worden gesaneerd. Geschat werd in de planperiode ca. 150.000 m<sup>3</sup> vervuild slib te verwijderen. Bij het onderhoud van watergangen wordt nagegaan hoe -middels kennisontwikkeling en stimulering van gedifferentieerd onderhoud- meer rekening gehouden kan worden met flora en fauna. Er wordt begonnen met de aanleg van vispassages bij renovatie of bij nieuwe kunstwerken op voor vismigratie belangrijke locaties. N.B. De eerste twee vismigratievoorzieningen in Friesland waren al in 1995 aangelegd.

Eind 2005 besloot het algemeen bestuur van Wetterskip Fryslân (nadat op 1 januari 2004 de zes Friese waterschappen waren gefuseerd tot een all-in waterschap) de geldigheidsduur van het IWBP te verlengen tot 1 januari 2009 om daarmee een geldig beheerplan te hebben voor de periode 2005-2009. Het IWBP bood immers voldoende inhoud voor deze aanvullende planperiode. In het nieuwe plan (dat werden de Beslisnota en het Waterbeheerplan 2010-2015) konden dan de voorstellen uit WB21, NBW en de KRW doelen en maatregelen een plek krijgen.

### **Deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050**

Het Tweede Waterhuishoudingsplan Fryslân 2000-2008 heeft concreet beleid geformuleerd tot 2008, met een schets van een gewenste situatie voor 2015 en een doorkijk naar 2030. Landelijke afspraken (met name WB21, NBW en de KRW) vereisen een lange termijn visie en -afspraken tot 2050 en 2100 vanwege verwachte gevolgen van klimaatverandering, bodemdaling en veranderingen in landgebruik. Vandaar dit tussentijds plan, waarin tevens de ‘hoofdkeuzen en randvoorwaarden voor berging en afvoer van water in Fryslân’ is opgenomen. Aan de orde komen verder het herstelprogramma Oevers en Kaden, de watervoorziening in de hogere delen van de provincie, waterbeheer op de Wadeneilanden, GGOR (gewenst peilbeheer), waterbeheer in bebouwd gebied; dit alles met opgaven voor water en ruimte. De opgaven voor waterkwaliteit zijn als volgt omschreven: “De verdere verbetering van de waterkwaliteit stagneert. Nieuwe inspanningen zijn nodig om concentraties van nutriënten, zware metalen en organische microverontreinigingen in het oppervlaktewater onder het MTR (maximaal toelaatbaar risiconiveau) te krijgen. Op dit moment is geen duidelijk zicht op hoe de verzilting de komende jaren zal worden bestreden. Bij de eutrofiëring wint het inzicht veld dat op korte termijn de belasting van het boezemwater niet zal afnemen waardoor de vastgestelde doelstellingen niet zullen worden gehaald. Een verdere kwaliteitsverbetering van het Friese oppervlaktewater voor wat betreft eutrofiëring ligt dan ook alleen binnen het bereik wanneer de verschillende overheden hun beleid op de twee genoemde punten nog meer op elkaar afstemmen. Ook voor de overige verontreinigende stoffen is nadere analyse noodzakelijk om te zien, welke aanpak de komende jaren het meest effectief is. Tenslotte wordt steeds duidelijker, dat de hydrologie (peilbeheer en waterhuishouding) en de morfologie (inrichting watersysteem en oevers) medebepalend zijn voor de waterkwaliteit. Hetzelfde geldt voor maatregelen binnen het visstandbeheer door waterbeheerder en sport- en beroepsvisserij. Met het oog op het voorgaande verwachten wij van de betreffende waterbeheerders [er waren toen nog zes waterschappen; per 1 januari 2004 wordt er één all-in waterschap gevormd] dat deze begin 2005 een voorzet geven voor de wateropgaven voor de waterkwaliteit tot 2050. Daartoe behoren het verschaffen van inzicht in de mogelijkheden, effecten en consequenties van concreet aangeduide maatregelen”. Dat wordt uiteindelijk 2009 bij de definitieve vaststelling van het Waterbeheerplan 2010-2015. Ook dit Waterbeheerplan komt tot stand na uitgebreide maatschappelijke raadpleging en inspraak.





Kaart 7. - De 24 voor Friesland aangewezen KRW waterlichamen, verdeeld in vijf hoofdgroepen (rapportage-eenheden): beken, Friese boezem (meren en kanalen), laagveenplassen, polderplassen, overige kanalen en zwak brakke wateren. De boezemmeren die deel uitmaken van Natura 2000 gebieden zijn als aparte waterlichamen aangewezen. De overige boezemmeren vormen gezamenlijk een waterlichaam (Friese boezem-overige meren).



*Nieuwsbrief Fryslân leeft met water, nummer 1 januari 2006.*

*Vanaf begin 2006 verscheen regelmatig de 'Nieuwsbrief Fryslân leeft met water' van provincie, waterschap en VFG, waarmee betrokkenen werden geïnformeerd over de voortgang van het proces naar het eerste op de KRW-geënte Waterhuishoudingsplan en Waterbeheerplan.*

### **Beslisnota KRW/WB21. Schoon en gezond water in Noord-Nederland**

Nadat de KRW was vastgesteld en in de Nederlandse wetgeving was verankerd, werd de eerste jaren daarna veel gezegd en geschreven over waterlichamen, referenties, doelen, maatlatten, monitoring en maatregelen. Voor de deelstroomgebieden Rijn-Noord en Eems (het gebied van de waterschappen Fryslân, Noorderzijlvest en Hunze & Aa's, de Waddenzee en de estuaria van Eems en Dollard) culmineerde die discussie in de vaststelling van deze Beslisnota. Deze nota geeft de hoofdlijnen tot 2015 weer van doelen, maatregelen en kosten vanwege de KRW. Voor Friesland worden 24 waterlichamen onderscheiden, verdeeld in zeven watertypen. Natura 2000 gebieden en zwemwateren krijgen als 'beschermd gebied' extra aandacht. De waterkwaliteitsdoelen worden voor de waterlichamen vastgelegd als het 'goed ecologisch potentieel' (GEP), met ecologische kwaliteitsratio's (ekr-waarden op een schaal van 0 tot 1) voor fytoplankton, macrofyten, macrofauna en vissen en normen voor fosfaat en stikstof. Beheer- en inrichtingsmaatregelen worden globaal aangegeven.

In de Samenvatting met adviezen voor het beheersgebied van Wetterskip Fryslân (RBO Rijn-Noord/Stuurgroep Water 2000+, 2008) is een groot aantal maatregelen, verdeeld naar bron-aanpak en inrichting en beheer, opgesomd. De kosten daarvoor zijn globaal aangegeven, verdeeld voor de periode 2010-2015 en 2016-2027 en toebedeeld naar diverse instanties en doelgroepen.

### **Waterhuishoudingsplan 2010-2015 'Wiis mei Wetter' en Waterbeheerplan 2010-2015 'Wetter jout de romte kwaliteit'**

Dit 'Derde waterhuishoudingsplan Fryslân' en het Waterbeheerplan (als vervolg op het IWBP en de Beslisnota) zijn in grote gezamenlijkheid opgesteld, niet alleen tussen provincie en waterschap, maar ook (na overleg) met de Friese gemeenten, de waterschappen Noorderzijlvest en Zuiderzeeland, Rijkswaterstaat en diverse maatschappelijke groeperingen. Bij beide plannen horen drie separate bijlagen: Achtergronddocument beschrijving watersysteem en wettelijk kader; Status, toestand waterkwaliteitsdoelen en maatregelen KRW waterlichamen; en Kaarten. De drie hoofdtaken van het regionale waterbeheer zijn uitgeschreven: waterveiligheid, voldoende water en schoon water, met in het Waterhuishoudingsplan de uitwerking naar de doelen en in het Waterbeheerplan naar de maatregelen. De beleidsdoelen voor schoon water zijn gesplitst in oppervlaktewaterkwaliteit, zwemwater, natuur, waterketen en grondwaterkwaliteit. Daarbij is de KRW leidend. Alle Friese waterlichamen zijn 'sterk veranderd' of 'kunstmatig'. Zie de bijdrage van R. Veening in hoofdstuk 12 voor de kwaliteitsbeoordeling van deze waterlichamen. Uiterlijk in 2027 moet aan de eisen voor chemie, ecologie en inrichting zijn voldaan. De KRW kent een resultaatverplichting ten aanzien van uitvoering van maatregelen, zoals opgenomen in de Beslisnota en het Beheerplan. Die maatregelen betreffen vooral brongerichte emissiereductie uit rioolsystemen, sanering van lozingen in het buitengebied, verminderde emissies uit rzwi's, saneren van diffuse bronnen en waterbodemsanering. Vergeleken met de (plan)perioden hiervoor zijn dit maatregelen met een bescheiden impact op de waterkwaliteit. Meer ecologische effecten worden verwacht van inrichtingsmaatregelen, zoals aanleg van natuurvriendelijke oevers, uitbreiding boezem-berging en herstel boezemlanden, beekherstel en vismigratievoorzieningen. Hier wordt dan ook fors op ingezet. Daarnaast gaan beheer en onderhoud een belangrijkere rol spelen bij het streven naar een goede waterkwaliteit en een goede ecologische toestand. Specifieke uitwerking vindt plaats voor beheer en onderhoud van waterlopen en van vismigratievoorzieningen. Beperkte innovatiemaatregelen vinden op experimentele wijze plaats, veelal met subsidie van derden (zoals vanuit de KRW innovatie-subsidieregeling, Innovatie in de Visketen, Europees visserijfonds, Building with Nature en LIFE) en in samenwerking met andere organisaties. Hier kunnen als innovatief genoemd worden groene nazivering van effluenten, emissiereductie vanuit landbouwpolders, tijdelijke droogval, flexibel peilbeheer en nieuwe technieken voor vismigratie.



# Belangrijke beheerkwesties

Hoewel de discussies met doelgroepen in de regio nu veel bescheidener van omvang zullen zijn dan zes jaar geleden, hebben diverse maatschappelijke organisaties 'belangrijke beheerkwesties' ingebracht ten behoeve van de stroomgebiedsbeheerplannen 2016-2021 (*Ministerie van IenM & PBL, 2012*). Die beheerkwesties zijn op landelijk niveau geformuleerd en aangereikt, echter in belangrijke mate ook van toepassing op de regio i.c. Friesland. Het PBL beschrijft in die nota dat het oppervlaktewater grotendeels voldoet aan de doelen voor zwemmen, drinkwater, landbouw, recreatie en sportvisserij. "De kwaliteit van het ingenomen grond- en oppervlaktewater is in combinatie met het aanwezige zuiveringssysteem ruimschoots voldoende om gezond en veilig drinkwater te kunnen produceren. Geen van de kustzwemlocaties behoefde in 2011 voor het publiek te worden gesloten en van de zoetwaterzwemlocaties

werden twee locaties gesloten. Wel zorgen incidenteel blauwalgen voor problemen; hierover is een nationaal Blauwalgenprotocol (2012) opgesteld. De waterrecreant toont zich in ledenraadplegingen en opinieonderzoeken een tevreden gebruiker van het water; het water voldoet dus grotendeels aan de wensen van deze gebruikers". In de door hen ingediende 'belangrijke beheerkwesties' tonen diverse maatschappelijke organisaties zich daarentegen veel minder positief. Hier slechts enkele van die kwesties (welke naar verwachting in meer of mindere mate ook de inspraak op het SGBP 2016-2021 in Friesland zullen gaan bepalen) van een aantal van de organisaties die belangrijke beheerkwesties hebben ingebracht. Van vijf maatschappelijke organisaties is steeds slechts een ingebrachte kwestie gekozen. In hoofdstuk 11 van Deel 2 komen landbouw, natuur, visserij en drinkwater, dan vanuit de regio, opnieuw in beeld.



*Optimalisatie peilbeheer in veengebied voor de landbouw in polder Echten, april 2010.*



*Verdrogingsbestrijding in het laagveenmoeras De Houtwiel, augustus 2005.*



*Kadeverbeteringswerken bij de Wydlannen, Alde Feanen bemoeit visintrek de polder in, april 2008.*



*Onderzoek naar lotgevallen van medicijnresten en hormoonderivaten in het effluent van rwzi Grou, juli 2010.*

## Landbouw

### Constaterende:

- Dat de landbouw afhankelijk is van voldoende water van een goede kwaliteit, maar door het gebruik van hulpstoffen (meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen) ook effecten heeft op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater.

### Overwegende:

- Dat de sector op zo kort mogelijke termijn streeft naar een duurzame productiewijze waarbij vermijdbare emissies naar grond- en oppervlaktewater worden uitgesloten.

### Verzoekt de overheid:

- Te bewerkstelligen dat waterbeheerders bij de ontwikkeling van de ecologische en chemische waterkwaliteit in het agrarisch gebied het mineralen- en het gewasbeschermingsdossier leidend laten zijn en in de gebiedsprocessen na te gaan welke stikstof- en fosfaatsnormen in de specifieke omstandigheden in redelijkheid haalbaar zijn.

## Natuur

### Constaterende:

- De grondwaterpeilen in veengebieden structureel 1-2 cm/Jr dalen door klink, veenoxidatie en overige peilverlagingen t.b.v. de landbouw, waardoor directe verdrogingseffecten optreden, het peilverschil met inliggende natuurgebieden toeneemt en er compensatie nodig is voor behoud van de kwalitatief goede toestand van het grondwater.

### Overwegende:

- Dat eenmaal genomen verdrogingsherstelmaatregelen op termijn weer effect kunnen verliezen door verdere grondwaterstanddalingen in veengebieden.

### Verzoekt de overheid:

- Te stimuleren dat waterschappen beleid ontwikkelen om veenoxidatie te remmen en te beperken.

## Sportvisserij

### Constaterende:

- Dat de visproductie in veel (grotere) oppervlaktewateren onder druk staat door een combinatie van verschillende factoren (orde van grootte afnamen 30-50 % in vergelijking met 1990, verder dalende trend) in essentie door de vermindering van antropogene nutriënten, bij tegelijkertijd het uitblijven van herstel van natuurlijke productieprocessen.

### Overwegende:

- Dat een natuurlijker oppervlaktewaterpeilbeheer nodig is om ecologische doelen te halen, waaronder het in voldoende mate mogelijk maken van de voortplanting, het opgroeien en de biologische productie van kenmerkende vissoorten.

### Verzoekt de overheid:

- Verder te gaan en de maximale grenzen aan speelruimte op te zoeken bij het herstel van het natuurlijke karakter van waterlichamen, zoals bredere oeverzones voor meren en plassen, vergroting areaal vloedvlaktes, hermeandering van beken en peilbeheer.

## Beroepsvisserij

### Constaterende:

- Dat de paling genoemd wordt als migrerende vissoort in de KRW en de Beneluxbeschikking.

### Overwegende:

- Dat op een groot aantal locaties de paling gedood of verwond wordt door gemalen.

### Verzoekt de overheid:

- De aal, als indicator voor connectiviteit van wateren, een prominente plaats te geven in de KRW-maatlatten voor de Nederlandse binnenwateren van sloten tot grote meren.

## Drinkwater

### Constaterende:

- Dat volgens de Europese Kaderrichtlijn Water en het BKMW de zuiveringsinspanning van drinkwaterbedrijven niet mag toenemen en de kwaliteit van de waterlichamen voor de drinkwatervoorziening niet mag verslechteren. De KRW stelt in artikel 7.3 dat 'de lidstaten zorg dragen voor de nodige bescherming van de aangewezen waterlichamen met de bedoeling de achteruitgang van de waterkwaliteit daarvan te voorkomen, teneinde het niveau van zuivering dat voor de productie van drinkwater is vereist, te verlagen. De lidstaten kunnen voor die waterlichamen beschermingszones vaststellen'.

### Overwegende:

- Dat de genoemde bedreigingen (door bestrijdingsmiddelen, meststoffen, zware metalen, nieuwe en hormoonverstorende stoffen, verzilting, puntbronnen en bodemverontreinigingen en ruimtelijke ontwikkelingen) ertoe kunnen leiden dat de drinkwaterbedrijven, vanwege een verslechterende waterkwaliteit, verdere aanvullende maatregelen moeten nemen om de kwaliteit van het drinkwater te garanderen. Dit is in strijd met de KRW en het BKMW.

### Verzoekt de overheid:

- Maatregelen te nemen om bovengenoemde bedreigingen voor de drinkwatervoorziening weg te nemen, zodat de waterkwaliteit van die winningen verbetert en de zuiveringsinspanning gereduceerd wordt.



Als verdiepingsslag en detailuitwerking van het Waterbeheerplan startte Wetterskip Fryslân in 2010 met het opstellen van 19 regionale Watergebiedsplannen. Die voor Terschelling (2007) was eerder afgerond, aansluitend op de daar uitgevoerde watersysteemanalyse (Van Immerzeel, 2002; Claassen, 2003). In deze 20 plannen wordt de waterhuishouding van de betreffende gebieden geanalyseerd en waar nodig uitgewerkt in verbetervoorstellen voor het waterkwantiteitsbeheer. Waar mogelijk vindt integratie plaats van maatregelen voor verbetering van de waterhuishouding en de waterkwaliteit (inclusief KRW-opgaven). Intussen zijn WGP-en afgerond voor Schiermonnikoog, Ferwerderadiel-Leeuwarderadeel, Koningsdiep-West, Vlieland, Dongeradeel, Ameland, Grootte Wielen, Appelscha en Alde Feanen. Er volgen nog Watergebiedsplannen voor de regio's Gaasterland, Tjonger, zuidelijke Veenpolders, Tusken Ie & Swemmer, Koningsdiep-Oost, Twijzel, Súdwesthoeko-Fryske Marren, Greidehoeke, Linde en Zwarte Haan & Ropta.

### Stroomgebiedsbeheerplan 2016-2021

Conform de regelgeving van de KRW moet er uiterlijk in december 2015 een door het algemeen bestuur van Wetterskip Fryslân vastgesteld KRW-maatregelenprogramma voor de periode 2016-2021 liggen. Dat nieuwe Stroomgebiedsbeheerplan wordt vooral een actualisatie van de begrenzing van enkele waterlichamen, de actuele chemische en ecologische toestand en de maatregelenpakketten van de bestaande plannen, met name het Waterhuishoudingsplan en Waterbeheerplan 2010-2015. In 2014 is in geactualiseerde factsheets alle informatie per waterlichaam opgenomen, dit geheel samengevat in de Beslisnota. Op grond van de toestand van het water (beoordeeld met de KRW-maatlatten en uitgedrukt in ekr-scores), de gebleken effectiviteit van genomen maatregelen en financiële mogelijkheden zal de ambitie voor de nieuwe planperiode worden ingevuld. Het uitgangspunt 'haalbaar en betaalbaar' blijft daarbij leidend. Raadpleging van en discussies met maatschappelijke groeperingen zijn minder uitgebreid vormgegeven dan in de jaren 2007-2009<sup>18</sup>. Daarna volgt er nog een laatste planperiode (2022-2027), voordat uiterlijk in 2027 voor al het oppervlaktewater 'een goede ecologische toestand' is bereikt, althans bereikt zou moeten zijn. Daarmee maakt ons land (en impliciet Friesland) maximaal gebruik van de door Brussel gegeven speelruimte in tijd (derogatie). In 2004 had het Kabinet feitelijk daartoe al besloten met de ambitienota 'Pragmatische implementatie Europese Kaderrichtlijn Water in Nederland'<sup>19</sup>. Het toen gekozen uitgangspunt was haalbare (lees: niet te ambitieuze) doelen te stellen. Als redenen voerde het Kabinet aan dat Nederland het afvoerputje van Europa is en dus veel vervuiling vanuit andere landen krijgt en dat ons land vrijwel geen 'natuurlijke wateren' kent. Voor 'kunstmatige' en 'sterk veranderde wateren' mogen lagere doelen gesteld worden.



Bloksleatpolder (augustus 2004) waar in de periode 2001-2003 een eerste proef met tijdelijke waterberging is uitgevoerd.

<sup>18</sup> Voor de eerste planuitwerking onder het regime van de KRW werden er voor vijf gebiedsgroepen (zuidoost, zuidwest, midden, noordoost en Waddeneilanden) vier achtereenvolgende discussiebijeenkomsten belegd. Deze maatschappelijke consultatie werd in 2007 afgesloten met vijf zogenaamde gebiedsdocumenten, basis voor het Beleidsplan en het Beheerplan 2010-2015.

<sup>19</sup> Die ambitie (voor het tijdig bereiken van een goede ecologische toestand) werd van meet af aan laag ingestoken. Belangrijk aangrijpingspunt daartoe was het Alterra-rapport 'Aquarein, gevolgen van de Europese Kaderrichtlijn Water voor landbouw, natuur, recreatie en visserij' dat kort daarvoor was verschenen (Bolt et al., 2004). Dit rapport concludeerde dat de gevolgen voor de landbouw zeer aanzienlijk zijn. Er zou zelfs zoveel grond uit productie genomen moeten worden, dat nog slechts 1/3 van het toenmalige landbouwareaal resteerde. Knelpunten waren vooral de nutriëntennormen voor fosfaat en stikstof. Na vier jaar werk aan de implementatie achter de schermen ging de politiek zich er toen uitdrukkelijk mee bemoeien.

In de periode van 22 tot 30 mei 1993 vond in Friesland op initiatief van het net opgerichte Waterschap Friesland de Woelige Waterweek plaats met diverse meer of minder ludieke activiteiten. De eerste publieke presentatie van dat waterschap werd op 27 mei 1993 vorm gegeven met het symposium 'Friesland en het water(schap), een symposium over de taken van Waterschap Friesland: zorg voor waterkwaliteit en -kwantiteit. Hoe schoon moet het watermilieu zijn en wat kost dat', aldus de convocatie.

Titels van de toen gehouden voordrachten, waarbij achter iedere titel zowel een ? als een ! kan worden geplaatst:

- 1) Waterschap Friesland, een dienende overheid
- 2) Waterbeheer met het oog op (over)morgen
- 3) Vergaande afvalwaterzuivering en slibverwerking
- 4) Product, procedure en partners bij Vergunningverlening
- 5) Handhaving, tussen opvoeding en heksoenjacht
- 6) Boezembeheer, benutting van de marges
- 7) Van waterkwaliteitsbeheer naar watersysteembeheer
- 8) Voorlichting, (n)ooit adequaat genoeg

Op de uitnodigingskaart valt het volgende te lezen:

### Opzet en doel

De ontwikkelingen in het waterbeheer in ons land gaan snel, zowel (werk)inhoudelijk als organisatorisch/bestuurlijk. Het kader daarvoor is vastgelegd in de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (1970), de Wet op de Waterhuishouding (1989) en de Waterschapswet (1992). Richtinggevend voor het beleid is de Derde nota waterhuishouding (1989), terwijl voor het beheer in Friesland het Eerste waterhuishoudingsplan van Friesland (1991) geldt. Nieuw in dit alles is het sinds 1 januari 1993 functionerende Waterschap Friesland. Het is het jongste waterschap van ons land en -naar oppervlakte van beheersgebied gerekend- meteen het grootste waterschap. Waterschap Friesland wil op dit symposium duidelijk maken wat haar taken zijn en haar taakopvatting is in het (moderne) waterbeheer. Uitgangspunt daarbij is het Waterkwaliteits(beheers)plan 1989-1995, het Waterkwantiteitsbeheersplan Friese Boezem 1993-1996 aangevuld met het provinciale Waterhuishoudingsplan 1992-1995, echter met de blik naar de toekomst.

### Wat kunt u verwachten

De voorzitter van het (nog voorlopige) bestuur schets de nieuwe organisatie: efficiënt gestructureerd en gericht op de taken van een modern waterschap<sup>1</sup>. De sectoren waterbeheer en waterzuivering en werken zijn daarbij de doe-groepen. De sector financiën en belastingen regelt de inkomsten- en de uitgavenkant, terwijl de afdeling algemene ondersteuning faciliteiten biedt voor een efficiënt werkende organisatie. Deze afdeling kent een bijzondere plaats toe aan voorlichting: hoe informeren we onze achterban, hoe verkopen we onze toko. Daarna worden achtereenvolgens het waterbeheer<sup>2</sup> en zuiveringsbeheer<sup>3</sup> in algemene zin besproken. Specifieke taakonderdelen zijn de vergunningverlening<sup>4</sup> en handhaving<sup>5</sup>. Velen (zoals bedrijven, organisaties en belangengroepen) in Friesland hebben daarmee te maken. Mogelijk bij het brede publiek minder bekend is het waterkwantiteitsbeheer<sup>6</sup> en het kwaliteitsbeheer<sup>7</sup>: de zorg voor voldoende water (maar ook weer niet te veel) van een goede kwaliteit. Direct belanghebbenden hierbij zijn bijvoorbeeld de land- en tuinbouw, de scheepvaart, de waterrecreatie, de sport- en beroepsvisserij en natuurbeschermingsorganisaties. Na 'hoe brengen we onze taakopvatting over', voorlichting dus<sup>8</sup>, wordt de dag afgesloten met een forumdiscussie. Naar wij verwachten een kritische beschouwing van het doen en laten van het Waterschap Friesland, mede met het oog op de dit jaar te houden verkiezingen voor een nieuw bestuur.

Om binnen Noord-Nederland, binnen de deelstroomgebieden Rijn-Noord, Nedereems en Eems-Dollard tot onderling vergelijkbare en samenhangende doelen en maatregelen te komen is in 2014 de 'Afstemmingsnota Schoon en gezond water Noord Nederland' opgesteld (Werkgroep KRW Water Rijn-Noord, Nedereems, Eems-Dollard, 2014). In de Samenvatting wordt de huidige toestand als volgt samengevat: "De in de afgelopen planperiode 2009-2015 uitgevoerde maatregelen hebben ertoe geleid dat de waterkwaliteit verbeterd is. Een groot aantal oppervlaktewaterlichamen voldoet aan de chemische doelstellingen. De nutriëntengehalten laten sinds 2000 een sterke afname zien als gevolg van het landelijke mestbeleid en de optimalisatie van de rwzi's. De laatste jaren treedt er echter een stagnatie op in de dalende trend. De ecologische parameters zoals vissen, macrofauna, macrofyten en algen voldoen nog niet aan de normen. Een ecologisch gezonde situatie (doel van de KRW) heeft tijd nodig, ook nadat de maatregelen zijn uitgevoerd is deze niet direct bereikt. De doelen zijn dan ook nog niet gehaald en we verwachten daar ook nog wel tijd voor nodig te hebben. Vandaar dat we de komende periode nog een pakket aan maatregelen moeten uitvoeren om de doelen in 2021 en uiterlijk 2027 te halen".

## 4.6 Naar een all-in waterschap en integraal waterbeheer

In de eerste helft van de vorige eeuw was er een enorme versnippering van het detail-waterbeheer. Er waren waterschappen (zij konden belasting heffen), veenpolders (hier werd op grote schaal veen gewonnen en zij kenden eigen reglementen) en zogenaamde 'particuliere polders'. Rond 1950 kende Friesland meer dan 300 waterschappen, 14 veenpolders en meer dan 900 meest kleine particuliere polders (Ter Haar & Polhuis, 2004). De opkomst van ruilverkavelingen na de Tweede Wereldoorlog was de noodzakelijke opmaat voor vergaande fusies in dit waterbeheer. In de periode 1964 tot en met 1977 ontstonden op het vaste land (uit kleinere waterschappen) de 11 boezemwaterschappen, terwijl Ameland en Terschelling ieder een eigen waterschap hadden. In 1993 werd de waterkwaliteitstaak van de provincie overgedragen aan het nieuw opgerichte Waterschap Friesland. De Amelandse Grijpen, de Terschellingerpolder en het (sinds 1980 bestaande) zeeverend Waterschap Fryslân werden een jaar later onderdeel van Waterschap Friesland. Voor 1980 waren er nog meerdere zeeverende organisaties. Waterschap Friesland veranderde haar naam medio 1998 in Wetterskip Fryslân. Blija Buitendijks in de buitendijkse zomerpolder van ca. 100 ha is het enige (Nederlands) 'particuliere' waterschap, dat nog steeds bestaat en deze fusiedans is ontsprongen (Van der Kluit, 2001). In tegenstelling tot het kwantiteitsbeheer van polders en vrij afstromende gebieden was het peilbeheer van de Friese boezem van oudsher gecentraliseerd bij de Provinciale Waterstaat van Friesland. Dat kwantiteitsbeheer ging per 1993 mee naar Waterschap Friesland. Dus vanaf 1 januari 1993 heeft het toen nieuwe Waterschap Friesland als belangrijkste taken te zorgen voor veiligheid tegen overstromingen van de zee (deels ligt hier ook nog een taak voor Rijkswaterstaat), voor het peilbeheer van de Friese boezem en voor schoon water (het beheer van de kwaliteit van het oppervlaktewater), taken die voorheen bij de provincie lagen. Vanaf 2000 behoort ook een deel van het Westerkwartier dat ligt binnen het Friese boezemgebied tot het beheergebied van Wetterskip Fryslân, terwijl het waterbeheer van het Lauwersmeer werd toen toebedeeld aan het waterschap Noorderzijlvest. In 1997 werden de 11 boezem-

waterschappen teruggebracht tot vijf, waarna per 2004 met de laatste fusie er slechts een all-in waterschap overbleef. De geschiedenis en vervolgens de fusies van de ooit talrijke Friese waterschappen is uitvoering gedocumenteerd door Ter Haar & Polhuis (2004) en Louman (2007). De waterschappen waren zowel bestuurlijk als wat betreft de uitvoerende organisatie-onderdelen tot in de jaren '80 mannenbolwerken. De vijf geïnterviewden, zie de verslagen in het tweede deel van hoofdstuk 12, zijn daar nog kenmerkend voor.

Er verscheen begin 1993 een uitgebreid overzicht in 'Waterschapsbelangen' over (de taken van) het net opgerichte Waterschap Friesland (Van der Kluit et al., 1993). Die taken kwamen voort uit het waterkwaliteitsbeheer, zoals dat daarvoor onder de provinciale paraplu al vorm had gekregen (zie o.a. Klink, 1987). Op 8 december 1994 kreeg het Friese waterbeheer nogmaals landelijke belangstelling tijdens de studiedag 'Beheer Watersystemen in Friesland', georganiseerd door de provincie en de Bond van Friese Waterschappen.

## 4.7 Raakvlakken met aanpalende beleidsvelden

Direct relevant voor het waterkwaliteitsbeheer waren of zijn onder meer de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (1970), de Richtlijn stedelijk afvalwater (1991), de Europese Kaderrichtlijn Water (2000), de Zwemwaterrichtlijn (2006), de Richtlijn Prioritaire stoffen (2008) en de Wet Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden (2009). De uitwerking van deze wet- en regelgeving is impliciet verwerkt in de planstructuur van de verschillende overheden, te weten het vigerende Nationaal Waterplan van de rijksoverheid, de (inter)regionale Stroomgebiedsbeheerplannen, het provinciale Waterbeleidsplan, het Waterbeheerplan van het waterschap en de gemeentelijke Waterplannen. Bij tijd en wijle veranderden de precieze naamgeving, het schaalniveau en de reikwijdte van deze plannen, afhankelijk van veranderende wet- en regelgeving, alsmede van onderlinge samenwerking en afspraken van diverse overheden.

Naast deze 'waterwetgeving' en het daarop gebaseerde beleid en beheer is er aanpalende wet- en regelgeving, die mede het water(kwaliteits)beheer bepalen of beïnvloeden. Daarnaast zijn er steeds meer instanties, die enige bemoeienis, taken of verantwoordelijkheden hebben met het water(kwaliteits)beheer. Hier kan slechts een beperkt deel van de veelheid aan wet- en regelgeving worden genoemd. Vooral die (internationale) verdragen, (Europese) richtlijnen en (Nederlandse) wetten, die voor het Friese ook tot waterkwaliteitsonderzoek hebben geleid of die relevante impact hebben op het waterkwaliteitsbeheer zullen worden aangestipt. Voor een compleet overzicht van het scala aan verdragen, richtlijnen en wetten wordt verwezen naar *Hoogenboom (2014)*.

### Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn

De Vogelrichtlijn (1979) werd opgesteld om de snelle achteruitgang van populaties van een aantal vogelsoorten te stoppen. Als doel geldt om alle in het wild levende vogelsoorten binnen de EU-lidstaten in stand te houden. Naast bescherming van de vogels zelf geldt hierbij ook de bescherming van eieren, nesten en leefgebieden. Voor bepaalde soorten zijn speciale beschermingsmaatregelen nodig om het voortbestaan en de voortplanting in het verspreidingsgebied veilig te stellen. De Habitatrichtlijn (1992) richt zich op bescherming en waar nodig herstel van belangrijke natuurgebieden, de daar aanwezige natuurlijke habitats en de daar aanwezige bedreigde en kwetsbare soorten. Samen met de Vogelrichtlijngebieden moet dat leiden tot een samenhangend ecologisch netwerk (Natura 2000). *Van Tooren (1999)* somt de gebieden op en geeft op hoofdpunten de gevolgen van deze richtlijnen aan. Naast bescherming is er ook financiële steun uit Brussel mogelijk middels Life-subsidie. Daarvan is toen door IFG al snel gebruik gemaakt in 'Noord Friesland Buitendijks'. De per gebied aangewezen habitats en (populaties van) soorten dienen in stand te worden gehouden of in kwaliteit en omvang te worden verbeterd.

Gebieden die voor de bescherming van habitats of van soorten zijn aangewezen (de Natura 2000 gebieden) en waarbij behoud of verbetering van de watertoestand bij die bescherming een belangrijke factor is, zijn als 'beschermde gebieden' benoemd binnen de regels van de KRW. Voor de beschermde gebieden (waartoe ook nog enkele andere categorieën gebieden behoren) geldt dat die uiterlijk 15 jaar na de datum van inwerkingtreding van de KRW aan alle normen en doelstellingen moeten voldoen voor zover niet anders wettelijk bepaald. Ook in meer algemene zin is afstemming gezocht tussen de uitwerking van de Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebieden en de KRW (Ministeries van LNV, V&W en VROM, 2006). In 2009 beklagen de terreinbeherende instanties zich erover dat van afstemming en integratie nog weinig is te zien (Van der Fluit et al., 2009). Op basis van een analyse van ontwerp-waterplannen (voor Friesland het Ontwerp Waterbeheerplan 2010-2015) en 51 beschermde natuurgebieden (waarvan vijf in Friesland) concluderen zij onder meer: "Vrijwel nooit zijn in de ontwerp waterplannen en in het KRW-proces Natura2000-doelen opgenomen voor de periode 2010-2015. De normen voor nutriënten uit de KRW zijn onvoldoende voor het realiseren van veel natuurdoelen. Het beleid voor kleine, ecologisch waardevolle wateren buiten de Natura-2000 gebieden is soms op onvoldoende wijze in de ontwerp waterplannen opgenomen". In de hierna genoemde Watergebiedsplannen (zie ook paragraaf 4.5 bij het Waterbeheerplan 2010-2015) wordt die afstemming, zeker in het maatregelenpakket, wel zo goed mogelijk ingevuld.





*Ganzen(gedoog)gebied  
in zuidwest Friesland,  
februari 2007.*

Bij de uitvoering van maatregelen ligt het voor de hand om te trachten om wateropgaven in Natura 2000 beheerplannen en water gerelateerde natuuropgaven in de waterbeheerplannen op te nemen. Deze strategie is besproken op een landelijke conferentie Water en Natura 2000 op 2 juni 2010<sup>20</sup>. Binnen Friesland gebeurt dat zoveel mogelijk in resp. de Beheerplannen Natura 2000 (onder regie van de provincie) en de Watergebiedsplannen van het waterschap. Een treffend voorbeeld is de Groote Wielen, waar voor beide beleidsplannen dezelfde ecohydrologische gebiedsanalyse (De Graaf et al., 2010) is gebruikt en waar zelfs de gebiedsbegrenzing voor beide plannen vrijwel samenvallen (Wetterskip Fryslân, 2013c; provincie Fryslân, 2013b). Op landelijk niveau is de gewenste waterkwaliteit voor laagveenmoerasgebieden vergeleken, zoals die geldt voor de KRW-doelen (de ecologisch ondersteunende parameters voor type M27) en voor de Natura 2000 instandhoudingsopgaven (de abiotische milieuomstandigheden). In de normensets van beide beleidsopgaven ligt nog een wereld van verschil: “Het is niet mogelijk gebleken om op basis van deze studie een eenduidige relatie te leggen tussen de abiotische randvoorwaarden noodzakelijk voor de realisatie van de GET in matig grote, ondiepe laagveenplassen (KRW) en de abiotische randvoorwaarden noodzakelijk voor de realisatie van aquatische habitattypen (VHR)”, aldus Keizer-Vlek et al. (2010). In hun onderzoek vergeleken zij de Alde Feanen en het Nanneviid met 14 andere Nederlandse laagveenplassen. Ook zijn er pogingen om de monitoring vanuit beide planstructuren op elkaar af te stemmen (CBS, 2013). Binnen Friesland functioneert daarvoor sinds 2009 de ‘Themagroep Water’, een overleggroep tussen provincie, waterschap en wanneer zinvol (nu nog, tot en met 2014) DLG. Te bespreken items betreffen (de voortgang van) het Gewenst peilbeheer, de Watergebiedsplannen, de Beheerplannen Natura 2000, Verdrogingsbestrijding, KRW en het Nationaal Bestuursakkoord Water. Friesland kent 20 Natura 2000 gebieden, enkele daarvan zijn deels provinciegrens overschrijdend. Daarvoor zijn de laatste jaren of worden binnenkort Beheerplannen opgesteld. In 2013 verscheen onder meer het Beheerplan Natura 2000 Merengebied, omvattende het Sneekermeergebied, Witte en Zwarte Brekken, Oudegaasterbrekken en Fluessen e.o. Hierin worden drie kernopgaven genoemd: behouden en creëren van voldoende rustgebieden voor watervogels, herstel van brede rietzones in het water en creëren van plas-dras situaties voor onder andere Noordse woelmuis en Porseleinhoen. Voor een deel wordt dat gerealiseerd middels KRW-maatregelen. In datzelfde merengebied speelt ook het Friese Merenproject van de provincie Fryslân. Dat project startte in 2000 met als opgave een kwaliteitsimpuls te geven aan recreatie en toerisme in het gehele Friese merengebied. In fase 1 (2000-2006) zijn baggerwerkzaam-

<sup>20</sup> De regiegroep Natura 2000 organiseerde op 2 juni 2012 te Utrecht de Conferentie Water en Natura 2000. Er werd o.a. gediscussieerd hoe welke (water gerelateerde) doelen vanuit beide beleidsvelden (resp. KRW en Natura 2000) te realiseren en welke maatregelen in welke planstructuur prioritair zijn.

heden uitgevoerd en voorzieningen voor de waterrecreatie getroffen, zoals verbeterde aanlegplaatsen. In de tweede fase (2007-2015) is ingezet op vervolmaking van de doelen uit fase 1 en de programma's grenzeloos varen, stimuleren van extra bestedingen aan de wal en op innovatieve toepassingen in de watersport. Om de daaruit voortvloeiende 'meer drukte op en aan het water' te compenseren is voorzien in mitigatiemaatregelen (Brongers & Altenburg, 2010). Zo hangt dus veel met veel samen.

Vastgestelde Watergebiedsplannen zijn er van Alde Feanen e.o., Ameland, Appelscha e.o., Dongeradeel, Ferwerderadiel-Leeuwarderadeel, Grootte Wielen, Koningsdiep-West, Schiermonnikoog, Terschelling en Vlieland. Intussen vrijwel gereed of binnenkort volgend zijn dan nog Gaasterlân e.o., Greidehoeke, Koningsdiep-Oost, Linde, Súdwesthoeke-Fryske Marren, Tjonger, Tusken Ie en Swemmer, Twijzel, Zuidelijke Veenpolders en Zwarte Haan-Ropta e.o.

### Natuurbeschermingswet

Deze wet (1988) regelt de bescherming van specifieke gebieden, te weten de Natura 2000 gebieden, beschermde natuurmonumenten en Wetlands conform het Ramsarverdrag, door ons land ondertekend in 1971 en geratificeerd in 1980. Grote delen van de Waddenzee en de Waddeneilanden, het Lauwersmeer, de grotere boezemeren en laagveenmoerasgebieden (Alde Feanen, De Deelen en Rottige Meente) zijn als wetland aangewezen<sup>21</sup>. Binnen deze gebieden is de NB-wet van toepassing. Complementair daaraan is het soortenbeleid (meer dus dan alleen volgens de Vogelrichtlijn). In 2005 stelde de provincie het Werkplan Soortenbeleid vast. "Met het actieve soortenbeleid willen we bereiken dat met name de 'provinciale aandachtssoorten' een aantoonbare vooruitgang kennen. Doel van het actieve soortenbeleid is de leefgebieden van de in Fryslân bedreigde planten- en diersoorten te verbeteren" (Provincie Fryslân, 2005c). Er worden 24 soorten genoemd, aangevuld met vleermuizen en muurplanten. Enkele van die soorten zijn Krabbescheer, Dotterbloem, Weidebeekjuffer, Zilveren maan, Bittervoorn, Noordse woelmuis en Otter. De provincie verwacht vooral inzet en maatregelen van anderen. "De provincie zelf heeft een tweetal soorten gekozen, namelijk de Meervleermuis en de Noordse woelmuis. Wij zijn van mening dat we, door ons speciaal in te zetten voor deze twee soorten, sterker staan in die gevallen dat de aanwezigheid van de Meervleermuis en de Noordse woelmuis planologische ontwikkelingen beïnvloedt. Zowel een sterkere populatie als betere informatie over deze soorten werken positief in goede maatschappelijke afwegingen en het voorkomen van hoge maatschappelijke kosten" (Provincie Fryslân, 2005c).

Ongeveer 10 jaar geleden werd een tussenvorm van de gebiedsbescherming (vanuit de NBwet) en soortenbescherming (vanuit de Habitat- en Vogelrichtlijn en aanvullend provinciaal beleid) geïntroduceerd: met een leefgebiedenbenadering (meerdere) soorten bescherming bieden (*Ministerie van LNV, 2007b; DLN Themanummer Nieuw Soortenbeleid, mei 2008*). Ook in Friesland is deze beleidsinstek gekomen met als startpunt een door de provincie georganiseerde workshop 'Leefgebiedenbenadering' op 12 maart 2009. De basis daarvoor was al vastgelegd in de bundel 'Libje en libje litte' (Provincie Fryslân, 2002-'03). Aanvullend hierop en ter voorbereiding van de in 2009 gehouden workshop had de provincie het voorgenomen beleid omschreven in de nota 'Mear omtinken soarten konkretisearre' (Provincie Fryslân, 2005b). De provincie wilde samen met de soortenbeschermende organisaties (SBO's) en de terreinbeherende organisaties (TBO's) de bescherming van bedreigde planten- en diersoorten een nieuwe impuls geven. Daarvoor zou binnen het provinciale ILG-kader een programma voor de jaren 2010 tot en met 2013 opgesteld worden met als doel het voorkomen van de bedreigde soorten te stimuleren, zowel binnen als buiten de EHS. Deze beleidsinstek sluit goed aan op de strekking van de Flora- en faunawet.



Verbeteringswerken en inrichtingswerken in de Staande Mastroute Akkrum-Grou-Leeuwarden, 2006.

<sup>21</sup> Het rapport 'Naleving internationale afspraken over wetlands' werd in april 1999 bij brief van de Algemene Rekenkamer aan de Tweede Kamer aangeboden (vergaderjaar 1998-1999, 26490, nrs. 1-2).

## Flora- en faunawet

De soortenbeschermingsmaatregelen uit de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn zijn ook omgezet in de Flora- en faunawet, sinds 1 april 2002 in werking getreden. Deze wet heeft als doel om de vrij in het wild levende planten- en diersoorten te beschermen. Ca. 500 kwetsbare soorten worden met name genoemd.

In 2005 werd de Flora- en faunawet aangevuld met het 'Besluit vrijstelling beschermde dier- en plantensoorten Flora- en Faunawet'. Dat maakte het beheerorganisaties, zoals de waterschappen, mogelijk zelf regels op te stellen voor het beschermen van bepaalde soorten. De Unie van Waterschappen en de STOWA namen daarop het initiatief om -voor alle waterschappen- (gedrags)regels op te stellen. Dat leidde tot de Gedragscode Flora- en faunawet voor waterschappen, die op 10 juli 2006 werd goedgekeurd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Daarna verschenen nog enkele andere sectorspecifieke Gedragscodes, zoals voor de provinciale infrastructuur (2006), Natuurbeheer (2009), Rijkswaterstaat (2009), Bouwend Nederland-Neprom (2009) en diverse gemeenten.

In de brochure 'Buiten aan het werk' uit 2007 van dat ministerie wordt uitgelegd wat de Flora- en faunawet in de praktijk inhoudt en hoe daarmee in de praktijk om te gaan (vrijstelling, ontheffing en/of werken conform de Gedragscode). N.B. Eind 2004 verscheen het rapport 'Stroomlijning Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn', in 2005 gevolgd door de ministeriele brochures 'Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998'. Die drie publicaties lichten daarmee goeddeels de natuurwetgeving voor het water(kwaliteits)beheer toe. Aanvullend brachten de STOWA en UvW in 2007 nog een brochure over de Flora- en faunawet uit: Aan het werk met de Gedragscode Flora- en Faunawet voor waterschappen.

In 2005 nam Wetterskip Fryslân initiatieven tot implementatie van de Gedragscode; de Werkgroep Implementatie functioneerde van januari 2006 tot december 2007. Daaraan voorafgaand had Zoethout (2006) een aantal praktische zaken uitgezocht (vooral de beschikbaarheid van verspreidingsgegevens van beschermde soorten) en bij andere organisaties gepeild hoe zij de implementatie vorm geven. In 2006 werden planvormers en projectleiders geïnformeerd en in 2006-2007 werd er een 4-daagse cursus (door het Wellantcollege) georganiseerd. In april 2007 besloot het waterschap (formeel) te gaan werken conform de Gedragscode. Vervolgens vond doorwerking plaats in werkprotocollen voor beheer en onderhoud van watergangen. Vanaf 2008 wordt ook in publieksadvertenties over het onderhoud van watergangen melding gemaakt van de relatie met de flora- en faunawet. Zo vermeldt de bekendmaking in de LC van 31 juli 2008 over het najaarsonderhoud aan hoofdwatergangen: 'De werkzaamheden worden uitgevoerd volgens de gedragscode van de Flora- en Faunawet. Zo vindt het najaarsonderhoud plaats tussen het moment van voortplanting en de winterrust van vissen en amfibieën. Daarnaast zijn vrijwel alle water- en oeverplanten in deze periode uitgebloeid en hebben hun zaden laten vallen.'

Informatie over het voorkomen van beschermde soorten, bepalend voor de wijze waarop werk in water mag worden uitgevoerd, kwam aanvankelijk van verspreidingsatlassen, databases van provincie (de provinciale Digitale NatuurAtlas Fryslân)<sup>22</sup>, waterschap en PGO's (Wiersma, 2008) en het landelijke natuurloket, later de GaN. Sinds februari 2011 maakt Wetterskip Fryslân samen met de provincie Fryslân gebruik van de NDFF. De NDFF is een organisatie, die als doel heeft



Folder Watergebiedsplan  
Grootte Wielen, september  
2010.



Folder Nieuwe  
kansen voor moeras  
en Noordse woelmuis,  
december 2006.

<sup>22</sup> In 2004 had de provincie het initiatief genomen voor het 'Verspreidingsonderzoek' van bijzondere planten- en diersoorten in Fryslân. Dit in 2005 en 2006 uitgevoerde project had twee doelen: 1. Het opstellen van een adressenbestand van personen en organisaties, waarvan informatie kan worden betrokken over de verspreiding van bijzondere soorten; en 2. Het opzetten en vullen van een database. Deze laatste klus werd uitgevoerd door het ecologisch adviesbureau Altenburg & Wymenga.





om natuurwaarnemingen te bundelen, te valideren, te beheren en beschikbaar te maken voor publiek. De Stichting Gegevensautoriteit Natuur (GaN) exploiteerde de NDFF tot 1 januari 2014. Sinds begin 2014 is het beheer van de NDFF en het Natuurloket overgegaan naar de BIJ12. Dit is de nieuwe gemeenschappelijke werkorganisatie van de provincies. In de praktijk wordt de data uit de NDFF gebruikt als onderdeel van bureaustudies naar het voorkomen van (beschermde) soorten, indien bij voorgenomen werkzaamheden de Flora- en faunawet in het geding is.

*Theorie en praktijk over de gevolgen van de Flora- en faunawet en de Gedragscode voor waterschappen, midden 2006.*

Naast het gebruik van bestaande verspreidingsgegevens van beschermde soorten vond aanvullend onderzoek plaats naar voorkomen en verspreiding van beschermde vissoorten (Brenninkmeijer et al., 2008; Koopmans, 2008b), alsmede naar het beheer- en onderhoud van sloten en vaarten met veel Krabbescheer. Die aandacht voor onderhoud van watergangen met veel Krabbescheer kwam voort uit de daaraan gebonden beschermde Groene glazenmaker (een zogenaamde Tabel 3 soort, vermeld in bijlage IV van de Habitatrictlijn). De Gedragscode vermeldt dat op plaatsen waar te beschermen soorten voorkomen die afhankelijk zijn van krabbescheergemeenschappen minimaal 50 % van de vegetatie gespaard moet worden. Het gespaarde gedeelte wordt pas geschoond nadat het eerder geschoonde gedeelte voldoende hersteld is. In het goedkeuringsbesluit (10 juni 2006) van de Gedragscode geeft het ministerie van LNV nog aan dat de tijdens het schonen op de kant gedeponeerde krabbescheerplanten zoveel mogelijk in het water worden teruggeplaatst, alsmede dat de maatregelen dienen te worden vastgelegd en de effecten daarvan op de betreffende soorten dienen te worden gemonitord. Intussen (6 februari 2012) is de Gedragscode herzien. Belangrijkste aanpassingen waren:

- Soortbescherming (conform de Flora- en faunawet) moet ook een rol spelen bij formele besluitvorming;
- Vogels zijn ontheffingsplichtig geworden (opgenomen in 'Tabel 3');
- Er wordt een onderscheid gemaakt in de doorwerking naar derden;
- De grens van 10 °C van de watertemperatuur is losgelaten.

In de praktijk van beheer- en onderhoud van watergangen is de Gedragscode gedeeltelijk verweven in het Beheer- en Onderhoudsplan (Grontmij, 2009). In de ideale situatie zou het onderhoud van een watergang aangepast moeten zijn aan de aanwezigheid van beschermde soorten (RoyalHaskoningDHV, 2013a). Tot op heden gebeurt dat nog niet, enkele uitzonderingen daargelaten (zoals het voorkomen van de aan krabbescheerbegroeiing gebonden Groene glazenmaker). Wanneer binnenkort, mogelijk nog in 2014, een ecologische ambitiekaart voor de watergangen wordt gemaakt, zal bij beheer en onderhoud wel met de aanwezigheid van beschermde soorten rekening worden gehouden.

In 2004 en 2005 werd een inventarisatie naar de verspreiding van de Groene glazenmaker in Friesland uitgevoerd (De Boer, 2006, 2007c). Deze libel bleek op 70 locaties voor te komen. Vervolgens werd een monitoringprogramma opgezet om zes locaties (in hoofdwatergangen) met een uitbundige krabbescheervegetatie nauwkeurig te volgen. In 2006 vond de eerste monitoringronde plaats (De Boer & Jansen, 2007). In 2008 verscheen het inventarisatierapport over beschermde vissoorten op deze zes pilotlocaties (Koopmans, 2008b). Daarin zijn de hier in 2007 en 2008 nieuw verzamelde gegevens van het voorkomen van beschermde soorten en eerdere waarnemingen gecombineerd tot provinciedekkende kanskaarten van te verwachten verspreidingspatronen van die soorten. Om die verspreidingspatronen te vervolmaken werd een aanvullende monitoring uitgevoerd om kansrijke witte vlekken in te vullen (met het al dan niet voorkomen van beschermde soorten). Dat leverde betere up-to-date kaartbeelden op (Brenninkmeijer et al., 2008). Voorkomen en verspreiding van de Bittervoorn in de Groote Wielen werden door Dijkshoorn (2013) in kaart gebracht. Een volgende mijlpaal was de Visatlas (Melis et al., 2013), waarin verspreidingskaarten van alle in Friesland voorkomende vissen zijn opgenomen. Andere soorten die speciale (monitoring)aandacht kregen waren onder meer de Oosterse witsnuitlibel (De Boer, 2007a),

de Gestreepte waterroofkever nabij De Deelen en in het Polderhoofdkanaal (Cuppen & Koese, 2005; De Boer, 2007b) en de Noordse woelmuis (Geerink & Kamphuis, 1995; Hoekema et al., 2002; provincie Fryslân, 2005b; Claassen et al., 2007; RoyalHaskoningDHV, 2012). Min of meer gelijktijdig, doch daar los van staand, startte in de winter van 2005-2006 een proef met riet(maai)beheer langs de oevers van Friese boezem. Verschillende maai- en afvoermethoden werden uitgetoet, voordat vanaf 2008 dat oeveronderhoud wat meer structureel vorm kreeg. Daarop werd ingezet om de ecologische conditie van de rietkragen vitaal te houden. Over die aanloopfase is uitgebreid gerapporteerd (Grontmij, 2006c, 2007; Bijlsma & De Leeuw, 2007; Riemersma, 2008).

In september 2012 is er een wetsvoorstel over een nieuwe Natuurwet bij de Tweede Kamer ingediend, maar is kort daarna, na de val van het Kabinet, ‘controversieel’ verklaard. In juni 2014 is de gewijzigde Natuurwet naar de Tweede kamer gestuurd. Verwacht wordt dat het wetsvoorstel binnenkort in behandeling wordt genomen, eerst door de Tweede en vervolgens door de Eerste Kamer. Als dit alles door gaat en rondt komt, zal (op zijn vroegst in 2015) de nieuwe Wet natuurbescherming de Natuurbeschermingswet, de Flora- en faunawet en de Boswet vervangen.

### **Ecologische hoofdstructuur en de Ecologische verbindingzones**

Het landelijk natuurbesluit betreffende de Ecologische hoofdstructuur (EHS) en de Ecologische verbindingzones (EVZ) heeft ook zijn weerslag voor het waterbeleid- en beheer. De EHS valt goeddeels samen met de Natura 2000 gebieden. De bruto begrenzing en de aanpak om tot concrete aanwijzing en bestemming van gebieden te komen, werd in 1993 gepresenteerd (Provincie Friesland, 1993), een eerste zet van een haast tijdloze schakpartij. De EVZ's moeten die gebieden voor planten en dieren onderling bereikbaar maken. Als basisrapport voor de Derde nota waterhuishouding verscheen in 1989 de nota Ecologische structuur; Natte as Friesland-Deltagebied (Ministerie van V&W, 1989). Dit rapport bevat een gedetailleerde landelijke kaart van de (benodigde) ecologische infrastructuur van de otter (als gidssoort van de EVZ). Deze ‘ambassadeur van het zoete water’ was kort daarvoor, in 1988, met een Fries verkeersslachtoffer, in ons land uitgestorven. Naast de leefgebieden zijn in die nota knelpunten, trekwegen en verbindingroutes aangegeven. Als waterkwaliteitsknelpunten worden genoemd nutriënten en eutrofiëring (in troebel water kan de otter slechter vissen vangen dan in helder water) en microverontreinigingen, met name PCB's. In vele waterbodems kwam toen een PCB-gehalte voor dat hoger was dan de veilige ‘otternorm’ van 1 µg/kg droge stof. Deze norm was mede gebaseerd op veel in Friesland uitgevoerd onderzoek (onder meer van Jonge Poering & Huls, 1987; Aalders, 1988; Claassen & De Jongh, 1988b; Smit, 1991a; Van Hattum et al., 1992).

In 1991 verscheen het plan Ecologische Verbindingzones (Provincie Friesland, 1991a). “Voor het behoud en de herintroductie van voor Friesland belangrijke plant- en diersoorten is het noodzakelijk dat tussen nu geïsoleerd gelegen natuurterreinen ecologische verbindingzones worden ontwikkeld. ‘Werk-met-werk’ zal de sleutel moeten zijn om ecologische verbindingzones tot stand te laten komen”, zo begint de tekst daarin. In dat plan zijn de belangrijkste ecologische verbindingzones per regio op kaart gezet en worden kaders (instrumenten, wet- en regelgeving) genoemd waarbinnen EVZ's kunnen worden gerealiseerd. Na een evaluatie in 2005 (Provincie Fryslân, 2005) volgt in 2006 een actualisatie van het plan uit 1991 (Provincie Fryslân, 2006). De doelstelling is vrijwel onveranderd gebleven: “Het realiseren en instandhouden van goed functionerende ecologische verbindingzones als schakels tussen de grotere en belangrijke natuurgebieden. In 2018, wanneer de ecologische hoofdstructuur volledig ingevuld zal zijn, zijn de aangegeven provinciale ecologisch verbindingzones gerealiseerd. Barrières en knelpunten in die verbindingen, specifiek bij kruisingen van



*Pieter Styvessantweg dwars door Rottige Meente, november 1989 (foto Benny Klazenga).*



*Aanleg EVZ in het traject van de Nieuwe Vaart nabij Gorredijk, juli 2006.*



*Ecoduiker tussen Bouwepet en Ottema-Wiersmareservaat, oktober 1996. (vergelijk de passerende otter op foto in paragraaf 11.6).*

provinciale verkeers- en vaarwegen, zijn dan weggewerkt”. Als voorbeelden van essentiële natte verbindingen worden de netwerken gepresenteerd voor de Otter, Noordse woelmuis, Ringslang, Grote vuurvlinder en Zilveren maan. Voor de daadwerkelijke realisatie wordt vanuit provinciewege nog steeds veel aan andere partijen, de buitenwereld overgelaten; ‘werk-met-werk’ is nog steeds het devies. Tot nu toe gaat het allemaal niet zo snel; het grote aantal verkeersslachtoffers onder de sinds tien jaar weer voorkomende otterpopulatie is daar het trieste bewijs voor (Kuiters & Lammertsma, 2014).

Nauw verweven met zowel de EHS als de EVZ werd begin 2010 de robuuste natte as (RNA) geboren. Deze loopt als een brede zone globaal van Lemmer en Tacoziyl naar Gaarkeuken en het Lauwersmeer, het Prinses Margrietkanaal en de Dokkumer Ee volgend. De provincie Fryslân stelde op 19 januari 2010 de ‘Uitwerkingsnota Robuuste Natte As’ vast. Daarbij hoorde een Technische bijlage met factsheets voor deeltrajecten, gebiedsbeschrijvingen met kaartbeelden, eigendommen van gronden, lopende (gebieds)processen, betrokken partijen, koppelkansen, knelpunten en uitvoeringsaspecten. De start kon niet beter. Op 22 september 2010 verscheen Infobulletin Robuuste Natte As Fryslân no. 1. Daarin wordt voor november 2010 de eerste brochure ‘Infobulletin Robuuste Natte As Fryslân’ aangekondigd: “De Brochure is bedoeld om betrokkenen, zoals Wetterskip Fryslân, LTO, Provinciale Staten, gemeenten, natuur- en landschapsorganisaties te informeren over de ontwikkelingen langs de Robuuste Natte As. De Brochure verschijnt tweemaal per jaar”. Vanwege bezuinigingen -het Kabinet Rutte-1 heeft de financiering voor de RNA laten vervallen- is die Brochure nooit verschenen, noch een 2<sup>e</sup> infobulletin. En de Robuuste Natte As is, beleidsmatig, even snel van het toneel verdwenen als opgekomen.

Over zowel de RNA als de EVZ werd in de Nota Natuer en lanlik gebied (Provincie Fryslân, 2012a) bij het kopje ‘Wat gaan we niet doen’ het volgende gezegd: “In het Grien Manifest van onze partners in het landelijke gebied wordt voorgesteld om de robuuste natte as en de provinciale verbindingzones om te zetten in een ambitie. De partners van het Grien Manifest stellen voor een zoekgebied op kaart te zetten. Binnen dat zoekgebied kan getracht worden met initiatieven van onderop en met andere financieringsbronnen natuur te realiseren die bijdraagt aan de doelstellingen van de ecologische verbindingen”. De provincie nam zelf geen zoekgebied op in het Streekplan. Ook werd het stempel EHS van de ecologische verbindingzone afgehaald, zodat er geen planologische schaduwwerking meer is, aldus de provincie. Kan het vrijblijvender?

In januari 2014 heeft de provincie Fryslân ook de EHS op de operatietafel gelegd. De herbegrenzing was enerzijds nodig wegens bezuinigingen op het natuurbudget van het Rijk en anderzijds wegens kleine grenscorrecties, zo wordt aangegeven. De nieuwe grenzen zijn gebaseerd op het Natuurpact tussen Rijk en provincies. In totaal vervalt 4.500 ha van de 19.000 ha oorspronkelijk geplande nieuwe EHS. Tot en met 2027 koopt de provincie nog 2.400 ha grond om natuur van te maken.

## Visserijwet

De Visserijwet (1963) vormt de basis voor de Nederlandse visserijwetgeving. Visrechthebbenden (eigenaren van water of huurders van visrechten) mogen vis uitzetten en/of onttrekken. Daarbij gelden regels, zoals gesloten tijden, maten en hoeveelheden, te gebruiken vangstmiddelen en eventueel gestelde voorwaarden door de eigenaar-verhuurder. In Friesland zijn Sportvisserij Fryslân (voorheen de Federatie Friesland van Sportvissersverenigingen) en de Friese Bond van Binnenvisseren de twee grote spelers in dit veld. Zij hebben sinds 1977 de visrechten van resp. schubvis en paling, het jaar waarin zij onderling tot overeenstemming kwamen het visrecht aldus te splitsen. SF en de FBvB hebben vanaf 2006 aanvullend afspraken gemaakt over de bijvangst van snoekbaars door het Beroep. Daarbij mag het Beroep, zolang deze bijvangstregeling geldt, jaarlijks 14.000 kg snoekbaars vangen. Dat is ca. 1 kg/ha boezemwater. De Sport stelde een Ontwikkelingsplan Sportvisserij op (FFvS, 1988) om, ruim tien jaar na de splitsing van de visrechten, ‘een nadere uitwerking te geven ten aanzien van het visstandbeheer en de inrichting van de (vis)wateren’. Deze uitwerking werd ook nodig gevonden om in te kunnen spelen op allerlei plannen en beleid van diverse overheden. Weer ruim tien jaar later verschenen de gemeenschappelijke nota van Sport en Beroep ‘Wetter foar fisk en fisker’ (Kroes & Riemersma, 2001) en het Visstandbeheerplan Friese Boezem (Beekman, 2005). In dit Visstandbeheerplan 2005-2015 zijn streefbeeld en vaarten in het veen- en zandgebied en in de boezemmeren. Die streefbeeld naar viswatertype, biomassa, populatieopbouw en productiviteit wijken nogal af van de KRW-doelen voor vis. Voor de boezemmeren bijvoorbeeld wordt een gewenste visbiomassa genoemd van 350-600 kg/ha, waarvan 20 kg snoekbaars en 250 kg brasem. Voor de kanalen liggen deze getallen nog hoger.

In 2002 werd het Visplatform Fryslân geformaliseerd (dat al vanaf 1997 als zodanig functioneerde), de voorloper van de in 2004 vormgegeven VBC Friese Boezem. Kort daarvoor was daartoe een convenant gesloten (FFvS & FBvB, 2001): “De FFvS en de FBvB hebben besloten voor onbepaalde tijd een samenwerking aan te gaan voor het beheer van de visstand en visserij”. In het Visplatform hadden aanvankelijk zitting de FBvB, de FFvS, Wetterskip Fryslân, provincie Fryslân, SBB regio Fryslân, It Fryske Gea en Rijkswaterstaat. De directie LNV-Noord was agendalid. De in het eerste werkplan opgenomen doelstelling luidde: ‘De in het Visplatform Fryslân deelnemende organisaties en instanties streven naar overleg, informatie-uitwisseling, afstemming en coördinatie ter verbetering van het integrale visstandbeheer en de visstand in de Friese binnenwateren’. In 2005 verscheen het Visstandbeheerplan Friese boezem (VBC Fryslân, 2005). De VBC wordt vanaf 2012





vormgegeven door een 'dagelijks bestuur' (DB, bestaande uit de FBvB en SF) en een 'algemeen bestuur' (AB), waaraan ook de terreinbeherende instanties (vertegenwoordigd door SBB) en Wetterskip Fryslân zitting hebben. Een onafhankelijk voorzitter leidt de DB en AB bijeenkomsten en SF verzorgt het secretariaat. Deze nieuwe structuur werd in 2012 vastgelegd in het 'Convenant Visstandbeheercommissie Friese Boezem'. De daarin opgenomen doelstellingen zijn het versterken van de samenwerking tussen visrechthebbenden onderling en tussen visrechthebbenden en de water- en natuurbeheerders voor een doelmatig visstandbeheer en visserijbeheer. En het door visrechthebbenden vormgeven aan en uitvoeren van een planmatig, duurzaam visserijbeheer op basis van gezamenlijk vastgestelde uitgangspunten, doelstellingen en uitvoeringsprogramma voor de visserij en beheermaatregelen, zoals beschreven in het Visplan. Begin 2013 verscheen het eerste Visplan Friese boezem (VBC Friese Boezem, 2012). Ook van het Lauwersmeer verscheen een eerste Visplan (VBC Lauwersmeer, 2013).

Wetterskip Fryslân heeft, zeker met de KRW, een taak om een goede visstand (als een van de ecologische waterkwaliteitsdoelen) te realiseren. Die 'goede visstand' is voor alle KRW-waterlichamen omschreven in termen van de te bereiken 'goede ecologische potentie' (GEP). Met gestandaardiseerde maatlatten kan de visstand per waterlichaam beoordeeld worden. Voor het maken (bemonsteren) van een visstandopname bestaan landelijke richtlijnen, vastgelegd in het door de STOWA in 2003 uitgegeven Handboek Visstandbemonstering. Een herziene versie verscheen in 2010 in het Handboek Hydrobiologie. Dit Handboek in vier delen (Informatie, Micro, Macro en Bijlagen), uitgegeven door de STOWA, bevat richtlijnen voor 'biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren'. Sinds 1998 en vervolgens in 2002, 2006, 2009 en 2012 is die visstand in de KRW-waterlichamen in opdracht van Wetterskip Fryslân bemonsterd en aldus beoordeeld. R. Veeningen geeft in hoofdstuk 12 de huidige toestand van de waterlichamen in ekr-scores weer.

Om te voorkomen dat de belangen van Sport, Beroep en waterschap conflicteren kan een Visplan worden gemaakt of kunnen anderszins (bilaterale) afspraken worden gemaakt over visstandbeheer en visserijbeheer. Eind 2012 kwam, zoals gezegd, het eerste Visplan 2013 van de VBC Friese Boezem gereed. Daarin zijn afspraken vastgelegd over onder meer het uitzetten en onttrekken van vis. Het uitzetten van glasaal is vrij, voor karpers gelden maximum hoeveelheden afhankelijk van het type en de grootte van het water. Verder zijn afspraken vastgelegd over het gebruik van stopgrids in fuiken en over visserijvrije zones, onder meer vlak bij sluizen en visvriendelijke gemalen. Naar verwachting wordt de Visserijwet binnenkort aangepast, waarbij de waterbeheerder een verankerde toetsende rol krijgt inzake dat uitzetten en onttrekken van vis door Sport en Beroep<sup>23</sup>. De doelen van de KRW zijn daarbij leidend.

Specifiek voor de paling zijn herstelmaatregelen van kracht. In 2007 verscheen daartoe de 'Verordening tot vaststelling van maatregelen voor het herstel van het bestand van de Europese aal' van de Europese Unie. Die Verordening zegt onder meer: "Volgens het meest recente wetenschappelijke advies van de Internationale Raad voor het onderzoek van de zee

<sup>23</sup> Deze 'Wijziging van de Visserijwet 1963 in verband met gebiedsgerichte sturing van de visserij op de binnenwateren in het belang van het waterkwaliteitsbeheer door middel van het visplanstelsel' is nodig om de verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van de minister van EZ en de waterbeheerders te duiden en geeft 'spelregels' over hoe visrechthebbenden tot toestemming komen om te kunnen vissen.

## Spiegelkarpers in De Leijen

OPEINDE - Vanmiddag twee uur worden driehonderd spiegelkarpers uitgezet in het meer De Leijen bij Opeinde. Dit in het kader van het schoner maken en houden van De Leijen.

De Projectgroep Herintroductie Spiegelkarper en de Federatie Friesland van Sportvisserverenigingen voeren dit project uit. Zij werken samen met de provincie Fryslân in het internationale No-Limp-project. Europese waterrijke gebieden krijgen een beter en natuurlijker waterbeheer, is de bedoeling.

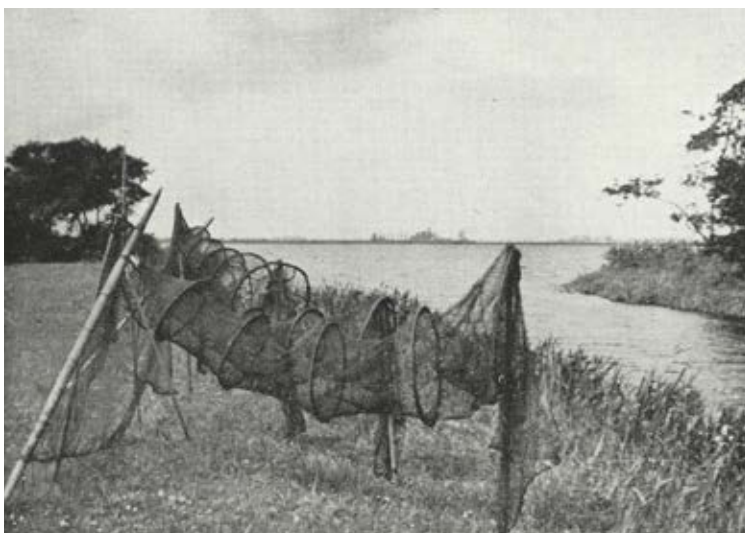
Actief 23-11-'05

Spiegelkarpers komen in diverse delen van de Friese boezem amper nog voor. De vissen zullen ter plekke worden gemeten, gewogen, gefotografeerd en daarna uitgezet. Dit gebeurt aan de monding van de Leijen bij de parkeerplaats aan de Leijensloane.

Eerder werd 35.000 kilo brasem uit De Leijen gevisst. Te grote hoeveelheden brasem leiden uiteindelijk tot zuurstofgebrek in het water en tot verarming van de soortenrijkdom. Die wil men juist trachten te vergroten.

(ICES) met betrekking tot de Europese aal, bevindt het aalbestand zich niet binnen veilige biologische grenzen en is de huidige vorm van visserij niet duurzaam". Dat is diplomatiek verwoord. Andere berichten geven preciezer aan wat er aan de hand is. "De Europese aalstand loopt sinds 1980 achteruit, de vangsten zijn afgenomen met ca. 75 % en de intrek van glasaal is afgenomen naar een niveau van nog maar 1 % van het bestand in de jaren '60 en '70" (Bergsma, 2013). Die EU Verordening verplicht alle lidstaten om met een aalbeheerplan te komen. En er is nog een Benelux-Besluit uit 1996 inzake de bescherming van onder meer de palingmigratie. Artikel 2 van dit Besluit luidt als volgt: "De regeringen verzekeren de vrije migratie van de vissoorten in alle hydrografische stroomgebieden op de onderstaande wijze: 1. door bij voorrang de migratie van de grote anadrome en katadrome trekvissoorten van en naar de paai- en opgroeigebieden mogelijk te maken; en 2. door dit trekken voor 1 januari 2010 mogelijk te maken voor alle soorten vis in alle hydrografische stroomgebieden, ongeacht de beheerder hiervan". Klare taal.

Het Nederlands aalbeheerplan dateert van 2009. Daarin zijn negen maatregelen opgenomen, waaronder reductie van aalsterfte bij gemalen, instelling van visserijvrije zones in gebieden die van belang zijn voor de migratie van aal en een gesloten tijd voor aalvisserij van 1 september tot 1 december. Voor beide eerste maatregelen heeft de waterbeheerder eenduidig beleid opgesteld en wordt in maatregelen voorzien (Wanningsen & Van Herk, 2011; Wetterskip Fryslân, 2012b). Voor de laatst genoemde maatregel geldt in Friesland i.c. voor de Friese Bond van Binnenvissers al vanaf 2011 een uitzondering en status aparte (Witteveen+Bos, 2010, 2012d, 2013c). In de jaren 2011 tot en met 2015 loopt in Friesland de pilot decentraal aalbeheer. Binnen deze pilot is, met een quotum en een overzetverplichting, de gesloten periode in het najaar vervallen. Dat quotum is vastgesteld op 36.600 ton paling per jaar. De overzet van paling is de afgelopen jaren geregeld door Dupan (Van der Meer & Walder, 2013; Walder & Van der Meer, 2014). De bedoeling is om het Visplan jaarlijks bij te stellen en te actualiseren aan de hand van nieuwe gegevens, ontwikkelingen en inzichten.



Drogende fuiken  
aan 't Haskerwied  
(Van der Heide, 1946).

## Het blijft

Het  
blijft maar  
te hoop lopen,  
verval vinden, licht  
kaatsen, draaien, het  
blijft maar haar gang gaan,  
kieuwen koesteren, schepen  
dragen, steden verbinden, het blijft  
maar voortschuiven, buiten haar oevers  
treden, akkers bevoeien, het blijft maar  
ontroeren, oplossen, verbergen, verstrooien,  
brood uitdelen, doden verzamelen. Het blijft  
maar berusten in breder en brakker en trager.

Al blijft het maar water, zolang er een bron is  
daarboven schraagt het de luchten en drinkt het  
de aarde; wijst het rivieren de weg naar de zee.

*Harmen Wind, 1997. Plaatselijke tijd.  
Uitgeverij De Arbeiderspers.*



## HOOFDSTUK 5

# Normen, doelen en beoordelingen

‘Quality is an interpretation. It tries to fit a given situation, something we perceive or experience in nature, into a framework, made by ourselves through active thinking’.  
*Schroevers, 1982.*

Waterkwaliteit is subjectief. De toestand van een water, afgezet tegen normen of doelen, laat zien of daaraan wordt voldaan. Dat geeft dan een oordeel over de kwaliteit van dat water. Waterkwaliteitsnormen kunnen verschillen naar gelang functie of gebruik van het water, naar doelgroep of (belangen)organisatie en ze kunnen in de loop der jaren worden aangepast. Een voorbeeld van de relatieve betekenis van het zoutgehalte (gemeten in chloridegehalten) is beschreven door Claassen & Van Straten (1984). Wat in het ene land aan de norm voldoet is elders te zout, wat eerst aan de norm voldeed is later te zout of wat voor de ene functie aan de norm voldoet is voor de andere te zoet. Een oordeel van goed, matig of slecht is dus altijd gelinkt aan vastgelegde gespecificeerde normwaarden of streefdoelen. Veelal is de bemonsterings- en analyse-methode en het berekenen en vaststellen van de te toetsen waarden direct gekoppeld aan de vastgelegde normen en doelen.

### 5.1 Het externe kader

‘To learn to swim, you have to get in the water to actually experience it’.  
*Milton Erickson, 1980. The Collected Papers of Milton H. Erickson on Hypnosis. Irvington, New York.*

In de loop der decennia heeft zich op dit punt een grote ontwikkeling voorgedaan. In de eerste helft van de vorige eeuw waren het de ‘volksgezondheid’ voor het welbevinden van mensen (zie de Codex Alimentarius uit 1909 in paragraaf 4.2) en het zoutgehalte voor het agrarisch gebruik (zie Koolhaas & Vrijhof, 1958) de twee leidende, overigens vaag en subjectief gedefinieerde, normensets. Impliciet gold ‘zo min mogelijke dodelijke slachtoffers of ernstig zieken’ en ‘zo zoet mogelijk oppervlaktewater’. Vanaf 1970 wordt dat voor een ruime periode de IMP-index, die de (kleur)toon zet. Dan worden ook de in chloridegehalten uitgedrukte zoutgehalten voor agrarisch gebruik gespecificeerd naar type landgebruik en gewaskeuze. In de loop der jaren worden die normen enkele keren naar beneden bijgesteld. Ook uit die tijd gelden de EU-normen voor viswateren, gesplitst in water voor zalmachtigen (stromende wateren) en water voor karperachtigen (stilstaande wateren). In Friesland werd deze laatste normenset in 1990 aan 17 wateren toegekend (zie het provinciaal Waterkwaliteitsplan 1989-1995). Daarnaast kunnen hier de zwemwaternormen genoemd worden, aanvankelijk vooral geënt op E-coli bacteriën en andere pathogenen, recent met het accent op toxine-vormende blauwalgen.



*Veldwerk in de Leijen  
op 3 oktober 2007  
(oever inmeten).*



Veldbezoek in Alde Feanen, Tusken Sleatten, 30 juni 1998.



Veldwerk op 29 september 2004 (enclosureproef; foto Laboratorium WF).

Nadat in 1970 de WVO van kracht werd, werden er ook normen voor de waterkwaliteit geformuleerd. Aanvankelijk waren dat uniforme landelijke normen voor fysisch-chemische parameters, later vond uitbreiding plaats van het aantal parameters, aanvulling met biologische parameters en vond specificering plaats naar watertypen en functies. Het was een zoektocht naar passende indelingen en systemen en reële normen, een zoektocht die ook nu nog met de KRW niet is afgerond. Integendeel. De in 2012 aangepaste maatlatten voor beoordeling van de waterlichamen (STOWA-rapport 2012-31 voor natuurlijke watertypen en STOWA-rapport 2012-34 voor sloten en kanalen) en de nu lopende invulling van doelen voor de buiten de begrenzing van de KRW-waterlichamen liggende 'overige wateren' getuigen daar van. De soms gehoorde klacht dat gedurende het spel (van inspanningen om de waterkwaliteit te verbeteren) de spelregels (wijze van beoordeling) worden aangepast (hoe wetenschappelijk en procesmatig ook verantwoord), is dan ook niet onterecht.

In de eerste helft van de vorige eeuw waren het veelal apothekers, die wateranalyses uitvoerden of hun laboratorium daarvoor beschikbaar stelden. Pas na de Tweede Wereldoorlog kwam de hydrobiologie op, zij het dat aanvankelijk de hydrobiologen (eigenlijk waren het botanici en zoölogen, die zich vooral bezig hielden met taxonomie en voorkomen van aquatische soorten) in ons land op de vingers van een hand te tellen waren.

“Dat in ons prachtige waterland, met zijn talloze meren en plassen, beken en rivieren, vaarten en sloten, de aquatische flora en fauna van oudsher niet alleen op biologen van professe een grote aantrekkingskracht hebben uitgeoefend, maar zich ook, vooral in de jongste tijd meer en meer in de belangstelling van het grote publiek mogen verheugen, is meer dan een gemeenplaats: het is een onomstootbaar, heuglijk feit, waarvan ieder, die van de aard en de omvang der hedendaagse populair-natuurhistorische literatuur op de hoogte is, kan getuigen. Ook bij de autoriteiten op het gebied der waterverzorging -in de ruimste zin- dringt langzaam maar zeker door, dat hydrobiologisch onderzoek onmisbaar is bij de beantwoording van tal van vragen, die voor de dagelijkse praktijk van betekenis zijn, en dat ook onderzoekingen op dit gebied gepaard moeten gaan met een vaak tijdrovend onderzoek der organismen, om tot een juiste determinatie der verschillende in aanmerking komende soorten te geraken. ... Het natuuronderzoek mag niet blijven stilstaan bij kennen en herkennen van plant- en diersoorten. Dit kennen is uitgangspunt, geen eindpunt. Het gaat niet om namen, het gaat om het wezen der natuurobjecten, en dit wezen drukt zich uit door het verband, waarin zij staan en met de dingen van hun omgeving“ (Redeke, 1948). De Nederlandse hydrobiologie is geboren en meteen wordt een doorstart aangekondigd naar de aquatische ecologie. Beknopte (deel)overzichten van deze geschiedenis zijn, naast in Redeke (1948), te vinden in Beijerinck (1949), Dresscher (1978), Nuland & Meis (1980) en Tolkamp & Gardeniers (1988). Van der Ploeg (1990) noemt referenties van oude waterplantenwaarnemingen, zoals van R.B. van den Bosch, F. Holkema en L. Vuyck uit de 19<sup>e</sup> eeuw, en nog oudere waarnemingen. Zo ook van J.G. Boerlage & P.P.C. Hoek en H.C. Dresscher inzake plankton-waarnemingen.

Biologische beoordelingssystemen voor de ecologische toestand van oppervlaktewateren ontstonden elders in Europa. Bekende namen uit die pionierstijd waren onder meer Kolkwitz & Marsson, 1902; Nygaard, 1949; Pantle & Buck, 1955; Zelinka & Marvan, 1961; Liebmann, 1962, 1969; Caspers & Karbe, 1966; en Sladeczek, 1973, 1976.

Vanaf 1955 wordt hydrobiologie een echt vak. Enkele namen uit die begintijd. Piet Leentvaar, Pieter Schroevers en Bert Higler werkten vanuit het RIVON te Zeist, het latere RIN te Leersum. Midden 1967 werd in Zeist de Werkgroep Biologische Waterbeoordeling opgericht, met als doel te komen tot een uniform systeem voor biologische waterbeoordeling van alle

Nederlandse oppervlaktewateren. Dat bleek later niet mogelijk; er werden systemen ontwikkeld voor fytoplankton, macrofauna en waterplanten, in 1977 gebundeld uitgegeven in 'Biologische Waterbeoordeling, methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag'. Het meer wetenschappelijke onderzoek vond plaats vanuit de Katholieke Universiteit Nijmegen (Cees den Hartog) met de nadruk op structuren en patronen en brakke milieus; vanuit Amsterdam (Joop Ringelberg en Luc Mur) meer gericht op processen en dynamiek en diepe plassen. Het Limnologisch Instituut te Nieuwersluis (Han Golterman en Sico Parma), met een vestiging te Oosterzee aan het Tjeukemeer van 1967 tot en met 1991, richtte zich op het functioneren van gehele ecosystemen met voedselweb-relaties en abiotische condities in ondiepe meren. De Rijksuniversiteit Groningen (Wim Wolff) koos (de randen van) de Waddenzee als onderzoeksgebied. Sjeng Gardeniers en later Harry Tolkamp doceerden waterkwaliteitsbeheer (met biologische waterkwaliteitsbeoordeling) vanuit de Landbouwhogeschool in Wageningen. Aanvankelijk waren er tussen deze scholen soms stevige polemieken over de richting die ingeslagen moest worden bij de concretisering van de biologische waterbeoordeling. Structuren en patronen tegenover functioneren en processen. "Het ontbreken van een referentiepunt voor het definiëren van 'het natuurbelang' gebeurt op grond van opvattingen van een selecte groep personen. Deze heeft zich een bepaalde mate van zeggenschap verworven over bepaalde onderwerpen die aan het natuurbelang worden gekoppeld. Omdat hét natuurbelang niet bestaat, en er behoefte is aan een zo objectief mogelijk referentiepunt, blijken deze gesprekspartners opvallend vaak personen te zijn die zich profileren als deskundig op een bepaald gebied", aldus *Blankesteijn (2011)*. Zij beschrijft uitgebreid die aanvankelijke richtinggevendende woordenstrijd om de biologische waterkwaliteitsbeoordeling richting en invulling te geven. Naarmate het aantal hydrobiologen in ons land groeide en de biologische waterbeoordeling invulling kreeg, nam die strijd af en groeide de consensus over hoe die beoordeling moest plaats vinden. In de daarna ontstane beoordelingssystemen (zoals Ebeo en KRW en ook de Natura 2000 instandhoudingsdoelen) werden soorten(samenstelling) en structuren bepalend.

Vanaf begin en midden jaren '70 namen de meeste water-, zuiverings- en hoogheemraadschappen en provinciale waterstaten hun eerste aquatisch ecooloog in dienst. De biologische waterbeoordeling was dus aanvankelijk gebaseerd op uniforme landelijke systemen. *Moller Pillot (1971)* had in zijn proefschrift de basis gelegd voor een beken-systeem gebaseerd op macrofauna. De voorkomende macrofauna-organismen werden in een vijf-klassen beoordelingssysteem gegroepeerd, waarmee via puntlozingen vervuilde en verder stroomafwaarts door 'zelfreiniging' herstelde beken goed te beoordelen waren. De klassen van dit saprobie-systeem werden vernoemd naar een kenmerkend taxon voor iedere groep: Eristalis-, Chironomus-, Hirudinea-, Gammarus- en Calopteryx-groep. Voor fytoplankton waren enkele plankton-quotiënten vanuit het buitenland beschikbaar. *Schroevers (1973)* en *Dresscher & Van der Mark (1976)* voegden er een paar aan toe. En voor waterplanten kon het systeem van *De Lange & Van Zon (1973)* worden gebruikt. Hierbij werd een zogenaamd kwalitatief en kwantitatief beoordelingsgetal berekend. Op basis van het handboek 'Biologische Waterbeoordeling' uit 1977 (de conceptversie verscheen in augustus 1975) deed de biologische waterbeoordeling zijn intrede bij het regionale waterbeheer. Die eerste biologische beoordelingssystemen voor microfyten, macrofyten en macrofauna hadden ieder specifieke toepassingsgebieden en werden vanaf begin jaren '80 allengs wat aangepast en verfijnd aan regio-specifieke watertypen in ons land.



Alg (foto W. Leurs)

Macrofauna

Plant

Vis

De basis hiertoe werd vastgelegd in het rapport van CUWVO werkgroep V-I uit 1988: Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Dit rapport verscheen na het 2<sup>e</sup> IMP Water 1980-1984, waarin voor ca. 40 parameters uniforme waterkwaliteitsnormen waren opgenomen. De STORA nam toen het initiatief om, gelet op de heterogeniteit aan Nederlandse watertypen, die door de CUWVO-werkgroep gemaakte typenindeling met watertype-specifieke kwaliteitskenmerken te kwantificeren (STORA, 1989). Dat onderzoek omvatte zes watertypen met ieder vier locaties. Het Tjongerkanaal en het Anewiel waren twee van die 24 'niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloede binnenwateren'. In het daartoe in 1983 en 1984 uitgevoerde veldonderzoek werd een groot aantal fysisch-chemische parameters geanalyseerd en enkele biologische organismegroepen gemonitord. De resultaten vormden de basis voor de landelijk erkende differentiatie in watertypen, zoals genoemd in het 3<sup>e</sup> IMP Water 1985-1989.



**Tabel 5.1. - De vele aspecten die van invloed zijn op de waterkwaliteit.**

Waterkwaliteit ...				
is afhankelijk van	wordt mede bepaald door type	wordt beïnvloed door	is meetbaar in termen	kent doelstellingen vanuit
Geologie	Sloten	Saprobiëring	Fysisch	Algemene hydrologie
Klimaat	Vaarten	Eutrofiëring	Chemisch	Algemene ecologie
Geografische ligging	Beken	Verzuring	Biologisch	Landbouw
Reliëf en hoogteligging	Vennen	Vergiftiging	Bacteriologisch	Visserij
Expositie	Poelen	Inrichting	<i>In situ</i>	Recreatie
Hydrologie	Petgaten	Kwantiteitsbeheer	Remote	Natuur
Grondsoort	Meren en plassen	Waterbodem	Modelmatig	Drinkwater
Hiërarchie	Stroomgebied	Morfometrie	Toestand en trend	Waterbeheerder

Aanvullend en deels vervangend werden verdere regionale detailleringen gemaakt in Rijnland door Gardeniers, in Friesland door Claassen (1987d, 1987e), in Overijssel door *Verdonschot (1990)* en in Noord-Holland door *Van der Hammen (1992)*. Een differentiatie op een hoger ecologisch niveau voor specifieke wateren vond in Friesland plaats middels de watertypegebonden ecologische beheersprogramma's in de periode 1991-1995 (paragraaf 5.2). Iets vergelijkbaars voor Utrecht met een gedifferentieerde watertypologie met bijbehorende normdoelstellingen voor meren en plassen, sloten en zand-, grind- en kleigaten verscheen in 1996.

De vissen bleven aanvankelijk buiten de scope van de waterkwaliteitsbeheerders en biologische waterbeoordeling. Begin jaren '90 werden vanuit de sportvisserijsector (met name de OVB) habitat geschiktheidsindexen (HGI's) ontwikkeld en werd de habitat evaluatie procedure (HEP) vorm gegeven. De HGI, met een waarde tussen 0 en 1, geeft de relatieve geschiktheid weer van een habitat voor een bepaalde soort, waarbij een score 1 duidt op optimale geschiktheid en 0 op absolute ongeschiktheid. Met de HEP-methode kan de kwaliteit van een habitat en het areaal aan beschikbaar habitat voor een (vis)soort worden bepaald. Het was vooral een methode om de waarde van gebieden onderling, op verschillende tijdstippen of voor en na een ingreep te bepalen. Buiten de (sport)visserijsector vond de methode nooit grote toepassing.

Parallel aan het spoor voor en van de waterbeheerders verscheen in 1995 vanuit het natuurbeleid het Handboek natuurdoeltypen in Nederland (*Bal et al., 1995*). Daarin worden voor 132 natuurdoeltypen (verdeeld over tien fysisch-geografische regio's) de gewenste, te realiseren natuurkwaliteit beschreven. Naast de doelsoorten worden per doeltype ook procesparameters genoemd. Voor een deel zijn dat waterkwaliteitsparameters, welke soms nogal kwalitatief en soms nogal precies zijn gedefinieerd. Enkele voorbeelden. *Natuurdoeltype Lv-2.3 Laagveenmoeras (begeleid-natuurlijke eenheid)*. Procesparameters onder meer: indicatie voor een relatief hoge substraatdiversiteit, indicatie voor laag vermetingsniveau, indicatie voor laag verdrogingsniveau. *Natuurdoeltype Lv-3.1 Zoet watergemeenschap (half-natuurlijke eenheid)*. Procesparameters onder meer: voldoende beschikbaarheid van schoon water (P-totaal kleiner dan 0,05 mg/l en totaal-N kleiner dan 0,7 mg/l), doorzicht tot op de waterbodem (2,5 à 3 m) en chlorideconcentratie in zomer en nazomer kleiner dan 50 mg/l. Vervolgens verscheen in 2000 de 13-delige serie 'Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren' (*Alterra, 2000*) als achtergronddocumenten bij het Handboek. Die 13 delen behandelen bronnen, beken, rivierengebied, brakke binnenwateren, poelen, sloten, laagveenwateren, wingaten, Rijksmeren, regionale kanalen, Rijkskanalen, zoete duinwateren en vennen. Van ieder type is een beschrijving gemaakt en zijn subtypen beschreven. Per subtype worden vervolgens de gewenste 'abiotische toestandsvariabelen' (voorheen de 'procesparameters') genoemd. Dat zijn veelal exact aangegeven (range- of maximum)waarden voor 10 à 15 fysisch-chemische parameters, waaronder macroïonen en opgeloste fracties van nutriënten. Een 'geheel herziene' twee keer zo'n dikke (832 ten opzichte van 408 pagina's) versie van het Handboek Natuurdoeltypen verscheen in 2001.





*Rapport Anewiel Schone inlaat Friesland,  
maart 1994.*

Terug naar de watersector. Met een kleine overlap verschenen vervolgens de landelijke STOWA ecologische beoordelings-systemen (Tolkamp, 1987; Roijackers & Roos, 1991). Daarmee kon, preciezer en exacter dan met het CUWVO V-I rapport, een kwaliteitsbeoordeling berekend worden. In 1992 verscheen die voor stromende wateren (STOWA 92-07 en 92-08), in 1993 voor sloten (STOWA 93-14 en 93-15) en ondiepe meren en plassen (STOWA 93-16 en 93-17), in 1994 voor kanalen (STOWA 94-1 en 94-2) en voor zand-, grind- en kleigaten (STOWA 94-18 en 94-19), in 2001 voor stadswateren (STOWA 2001-17 en 2001-18), in 2002 voor brakke binnenwateren (STOWA 2002-01) en in 2004 voor vennen (STOWA 2004-02). In 2006 verscheen een gebundelde uitgave van deze Ebeo-systemen (STOWA 2006-04). Hoewel deze Ebeo-systemen nog worden gebruikt, vooral voor de 'overige wateren', niet zijnde KRW-waterlichamen, worden die systemen momenteel vrijwel geheel vervangen door de KRW beoordelingssystemen. Deze nieuwe systemen werken met watertype-gebonden maat-latten en met maatlatten voor vier organismengroepen. In 2004 verscheen de eerste serie maatlatten in drie delen: STOWA 2004-42 Referenties en concept-maatlatten voor Meren voor de Kaderrichtlijn Water, STOWA 2004-43 Referenties en concept-maatlatten voor Rivieren voor de Kaderrichtlijn Water, en STOWA 2004-44 Referenties en concept-maatlatten voor Overgangs- en Kustwateren voor de Kaderrichtlijn Water. Deze zijn in 2012 deels in verbeterde versies opnieuw uit-gebracht: Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021 (STOWA 2012-31), aangevuld met Omschrijving MEP en maatlatten voor Sloten en Kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021 (STOWA 2012-34).

De ontwikkeling van normen en doelen overziend (zie ook tabel 5.2), zijn er enkele grote lijnen te herkennen:

- Van enkele stoffen (fysisch-chemische parameters) naar veel meer stoffen in het water, gegroepeerd naar stofgroep, achtereenvolgens: zout, zuurstofhuishouding, nutriënten, zware metalen, organische microverontreinigingen, hormoonderivaten en medicijnrestanten.
- Van water aanvullend naar waterbodembodem en oevers.
- Van uitsluitend fysisch-chemische parameters naar bacteriologische en biologische organismengroepen.
- Van landelijk uniforme normen naar watertypen specifieke en regionaal gedifferentieerde normen.
- Van fysisch-chemische normen naar biologische toestanden als leidend principe voor de beoordeling.

Ook de voorschriften voor bemonsteringen, analyses en toetsingen hebben vergelijkbare ontwikkelingen gekend. Sommige presentatie-methoden voor de waterkwaliteit zijn maar kort in zwang geweest, zoals de spinnenwebachtige amoebe-vorm. Het vijf (vier) klassensysteem met de kleuren (blauw), groen, geel, oranje en rood heeft de tand des tijds (van IMP-index tot ekr-score) doorstaan (zie figuur 9.1).

Andersoortige manieren van monitoring, zoals met remote sensing (De Haan & Claassen, 2005) en bio-assays (Bolier, 1994) zijn nooit als erkende beoordelingsmethoden operationeel gemaakt. Wel zijn deze methoden in Friesland project-gebonden toegepast: remote sensing voor de boezemmeren en petgatengebieden (Claassen, 2002) en bio-assays (als algen-groei-potentietoetsen) in de Alde Feanen (zie onder meer Bolier et al., 1993). Bio-assays zijn ook toegepast voor het vroegtijdig detecteren van toxische stoffen in het water. In 1991 werd daar door het RIZA en de Nederlandse Vereniging voor Toxicologie een symposium aan gewijd: 'Biomonitoring van toxische stoffen: meet- en regeltechniek voor het milieu?' Mosselen en watervlooien zijn daar geschikte organismen voor. Maas & Espeldoorn (2005) gebruikten bacteriën, algen en watervlooien om de toxiciteit van het effluent van Drachten en Leeuwarden in het oppervlaktewater te meten. Of de in opkomst zijnde e-DNA technieken (Bijkerk et al., 2013) en de Hydrochip (zie het STOWA-rapport 2012-39 met de veel belovende titel 'Hydrochip: de toekomst van de monitoring, de monitoring van de toekomst') als analysetechniek routine-matig toepassing zullen krijgen en de huidige analysemethoden gaan vervangen, moet de tijd leren.

**Tabel 5.2 . - Chronologisch overzicht van de belangrijkste formele landelijke en regionale Friese (vetgezet) normenstelsel voor oppervlaktewaterkwaliteit.**

Jaar en publicatie		Normen (stelsel) oppervlaktewaterkwaliteit
1975	1 <sup>e</sup> IMP Water '75-'79	grens- en streefwaarden, IMP-index
1981	2 <sup>e</sup> IMP Water '80-'84	Basiskwaliteit <sup>24</sup> , IMP-index
1985	3 <sup>e</sup> IMP Water '85-'89	Basiskwaliteit, functiegerichte en ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen
1987	Claassen, 1987d	<b>Naar watertypen gedifferentieerde basiskwaliteit</b>
1990	Provincie Friesland, 1990b	
1991	Provincie Friesland, 1991e	
1988	CUWVO werkgroep V-I	Ecologische normdoelstellingen per watertype
1989	Derde nota Waterhuishouding	Algemene milieukwaliteit-kwaliteitsdoelstelling 2000
1991-1995	Ecologische beheersprogramma's provincie Fryslân en Waterschap Friesland	<b>Naar watertypen gedifferentieerde specifieke ecologische doelstellingen</b>
1995	Vis-ecologische beheersprogramma's Waterschap Friesland	<b>Naar watertypen gedifferentieerde doelstellingen voor water voor karperachtigen</b>
1998	Vierde nota Waterhuishouding	MTR (korte termijn) en streefwaarde (lange termijn)
1994-2002	STOWA, 2006	Ebeo systemen per watertype
2004	STOWA-RIZA rapporten 42, 43 en 44	Referenties en maatlatten voor KRW-waterlichamen
2009	Wetterskip Fryslân, 2009c	<b>Ekr-scores, GEP, Basisdocument Kaderrichtlijn Water</b>
2011	Wetterskip Fryslân (A&W en Ecofide)	<b>Maatlatten en toetsing Friese waterlichamen</b>
2012	STOWA-rapporten 2012-31 en 2012-34	Aangepaste maatlatten KRW-waterlichamen
2014-2015	Wetterskip Fryslân	<b>Afstemmingsnota, Basisdocument, Ekr-scores, GEP's en factsheets voor dSGBP 2016-2021</b>

## 5.2 De uitwerking en toepassing in Friesland

One day out in the field provides more insight than studying for a year behind a desk.

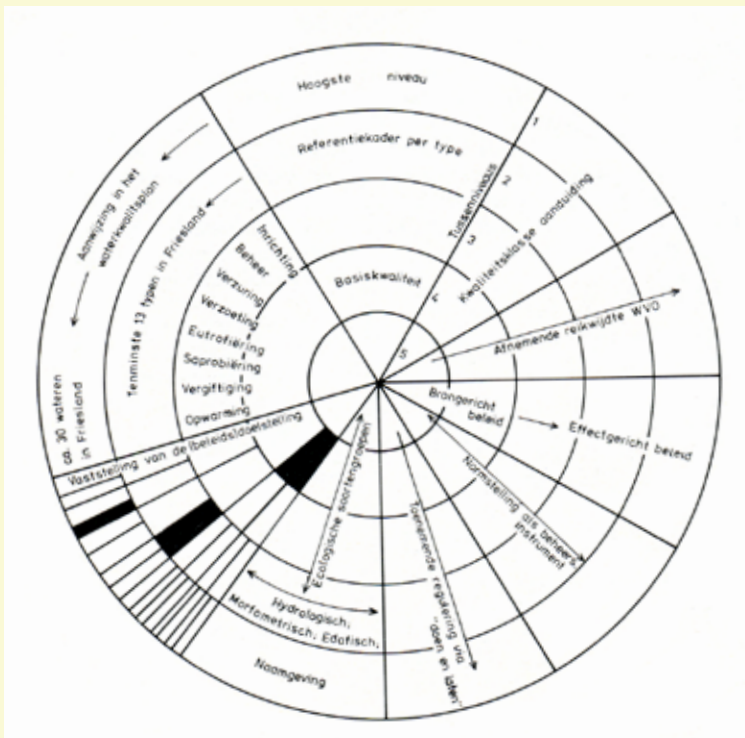
*Ellis Penning, 2012. Proposition pertaining to the thesis Ecohydraulics in large shallow lakes: implications for management. TU, Delft.*

Nadat begin en midden jaren '70 de eerste biologen waren aangetrokken door de provinciale planologische diensten, gebeurde dat in de 2<sup>e</sup> helft van de jaren '70 ook voor de meeste provinciale waterstaten, zuiveringsschappen, hoogheemraadschappen en waterschappen. In Friesland behoorde toen het waterkwaliteitsbeheer bij de Provinciale Waterstaat van Friesland. In 1995 werd Agnes Gonggrijp als hydrobiologe aangetrokken. Zij werd in 1977 opgevolgd door auteur dezes. Bij het laboratorium werd in 1976 de eerste hydrobiologische analiste aangetrokken. Later werden zowel het aantal hydrobiologisch analisten als aquatisch ecologen en milieukundigen behoorlijk uitgebreid. Navent breidde de monitoring uit, nam het advieswerk toe, kwamen gebiedsgerichte en themagerichte maatregelen van de grond om de waterkwaliteit te verbeteren en werden beheer en onderhoud meer op ecologische leest geschoeid.

De hiervoor beschreven landelijke ontwikkeling en uitwerking van normen en doelen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater vonden vanaf 1977 min of meer gelijktijdig ook in Friesland plaats, uiteraard op een bescheidener schaal. Het handboek 'Biologische Waterbeoordeling' was toen vers van de pers. En in 1976 was de provincie gestart met hydrobiologisch onderzoek. Als eerste werd begonnen met het fytoplankton, immers de eutrofiëringsverschijnselen (van het boezemwater) waren toen al overduidelijk zichtbaar. Planktonquotiënten werden gebruikt om de resultaten te presenteren. Daarop volgde al snel macrofaunamonitoring in kanalen en vaarten, eerst (in gradiënten) bij gezuiverde en ongezuiverde puntlozingen van afvalwater. Het voor beken ontwikkelde beoordelingssysteem van Moller Pillot was hierbij redelijk goed bruikbaar. Vervolgens breidde het biologisch meetnet zich uit, ook over verschillende watertypen. Gezien de grote diversiteit aan watertypen, zoals boezemmeren, polderplassen, petgaten en sloten en aan grondsoorten (zand, veen en klei) ontstond al snel de behoefte aan gebiedsspecifieke differentiatie. Dat dit nodig was, was al gebleken uit het ISP-milieuonderzoek Noorden des Lands (Bots et al., 1978; Van Gijsen & Claassen, 1978). Daarbij was een ordening gevonden en indeling gebruikt naar kleigebied, overgangsgebied (klei op veen en een complex van grondsoorten), laagveengebied, zandgebied en hoogveengebied, alsmede een naar watertypen (beken, vennen, sloten, kanalen, petgaten en meren).

<sup>24</sup> In dit IMP Water is de doelstelling van de basiskwaliteit woordelijk omschreven als "Een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het geen overlast (met name stank) voor de omgeving veroorzaakt, er niet vervuild uitziet (drijvend vuil, verkleuring), goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap, waarvan ook hogere organismen zoals diverse vissoorten deel uit kunnen maken en dat tevens ecologische belangen buiten het water (b.v. vogels en zoogdieren die waterdieren consumeren) worden beschermd". Uitgaande van deze omschrijving is een normenserie van 39 parameters opgesteld.





Figuur 5.1. Het raamwerk voor invulling en uitwerking van waterkwaliteitsbeoordeling op ecologische grondslag. De beleidskeuze voor het laagste, middelste of hoogste niveau correspondeert met resp. de klassen 4, 2 en 1 (uit Claassen, 1987e).

Het zoeken naar en invulling geven aan die gebiedsspecifieke differentiatie is, terugblikkend, gekenmerkt door drie grote fasen, met daarop en daar tussen allerlei kleine nuances en extra's. Dat zijn 1. het maken van (fysisch-chemische) normen voor de gedifferentieerde milieukwaliteit, 2. het maken van gedifferentieerde (fysisch-chemische en biologische) normen voor wateren met een specifieke ecologische functie en voor de functie viswater en 3. het afleiden van ecologische doelen voor het water vanwege de Kaderrichtlijn Water. De eerste twee stappen in dit geheel zijn complementair aan elkaar; samen maakten zij het plaatje van ecologisch onderbouwde en ecologisch gerichte normen compleet. Het daarna ingevulde KRW-traject (met waterlichamen, doelen, maatlaten en beoordelingen) vervangt de beide daarvoor gemaakte uitwerkingen. Dwars door deze drie achtereenvolgende fasen is het een voortdurende zoeken naar en maken van bruikbare gebiedsindelingen of indelingen in watertypen.

Als eerste dus de differentiatie van fysisch-chemische normen naar watertypen op het niveau van de basiskwaliteit. Het veldonderzoek hiervoor vond plaats in de jaren (1980) 1981 tot en met 1983 en leidde in 1987 tot het onderscheid in 14 watertypen (zie de linker kolom in tabel 3.1). In 1990 werd dit verankerd in het provinciaal Waterkwaliteitsplan. De Waddeneilanden waren hierbij niet beschouwd. Het onderscheid in typen was gebaseerd op verschillen in de gevonden biologische organismengroepen tussen de typen en op overeenkomsten in de biologische organismengroepen binnen (de wateren van) een type. De bij die watertypen kenmerkende fysisch-chemische parameterwaarden werden leidend voor de normen. Hiermee kon genuanceerd aangegeven worden of (nieuw gemonitorde) wateren aan de Friese basiskwaliteitsnormen



FFF excursie juni 2006 en veldbezoek aan de Leijen juli 2010 (foto plaatselijke ober).

voldeden. In de jaren daarna had de provincie, als opmaat naar het Tweede Waterhuishoudingsplan, een watersysteem-indeling gemaakt. Om de eerder gemaakte GMK op het ecologisch laagste niveau te koppelen aan de intussen gemaakte watersysteemindeling werd de GMK iets vereenvoudigd en aangepast (Peeters & Gardeniers, 1997, 1998). Ook werden striktere richtlijnen, in de zin van bemonsteringsfrequentie, toetsing en presentatievorm, opgesteld voor het toepassen van die iets vereenvoudigde GMK.

Vervolgens vond er een andersoortige differentiatie plaats; die naar functies. In datzelfde Waterkwaliteitsplan 1989-1995 werden onder meer de functies 'zwemwater', 'specifieke ecologische doelstellingen' en 'water voor karperachtigen' aan een selectie van wateren toegekend. Bijbehorende normen of doelen hiervoor ontbraken goeddeels. Daarmee startte een periode van een gebiedsgerichte aandacht en aanpak van knelpunten in waterkwaliteit. Voor deze functies (zwemwateren en water voor karperachtigen) waren deels landelijke, eigenlijk Europese (fysisch-chemische) normen vastgelegd in AMvB's voorhanden. Voor de vis-ecologische doelstellingen (functiewateren) ontbrak het toen nog aan biologische normen. En voor de ecologische doelstellingen op het middelste en hoogste niveau ontbrak het toen nog aan zowel fysisch-chemische als biologische normen. Er was een selectie gemaakt van een beperkt aantal -naar watertype ingedeelde- wateren, die een specifieke (vis-)ecologische doelstelling kregen. Voor de dobben (Grontmij, 1992b) en diepe plassen (Iwaco, 1992a) vond eerst een afzonderlijke provincie-brede inventarisatie plaats, voordat een beperkt aantal wateren daarvan werd geselecteerd voor deze aanwijzing. Ook wateren op de Waddeneilanden waren geselecteerd voor de functie 'specifieke ecologische doelstellingen'.

In de hierop volgende jaren werden die normen voor de ecologische doelstellingen in de volle breedte uitgewerkt en voor de wateren voor karperachtigen aangevuld met biologische parameters. Dat resulteerde in twee series documenten, te weten:

- de ecologische beheersprogramma's (tien watertype-gerichte documenten voor het vaste land, aangevuld met rapporten voor de vier Waddeneilanden). De rapporten worden hieronder in chronologische volgorde van verschijnen opgesomd.
  - Laagveenmoerassen (Grontmij, 1991a), met uitwerkingen voor De Deelen (Grontmij, 1991b) en de Rottige Meente (Grontmij, 1991c).
  - Beekdalen (Grontmij, 1993a), met uitwerking voor de Tjongerdellen (Grontmij, 1993e).
  - Brakke poldergebieden (Grontmij, 1993b).
  - Vennen (Grontmij, 1993c).
  - Dobben (Grontmij, 1994d).
  - Hoogveengebieden (Iwaco, 1994a).
  - Diepe plassen (Iwaco, 1994b).
  - Kwelslotengebieden (Grontmij, 1994f).
  - Veenpolderplassen (Grontmij, 1994e).
  - Boezemmeren (Grontmij, 1995a), met uitwerking voor de Leijen (Grontmij, 1997).
  - Wateren op de Waddeneilanden (Iwaco, 1995c).

*Peilscheiding tussen  
boezemwater  
(Groote Wielen) en  
Bouwepet, juni 2010.*



Het doel van deze richtlijn is de vaststelling van een kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater, waarmee aquatische ecosystemen en, wat de waterbehoeften ervan betreft, terrestrische ecosystemen en waterrijke gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van aquatische ecosystemen, voor verdere achteruitgang worden behoed en worden beschermd en verbeterd; en waarmee verhoogde bescherming en verbetering van het aquatisch milieu worden beoogd, onder andere door specifieke maatregelen voor de progressieve vermindering van lozingen, emissies en verliezen van prioritaire stoffen en door het stopzetten of geleidelijk beëindigen van lozingen, emissies of verliezen van prioritaire gevaarlijke stoffen.

Artikel 1, lid a en c van de **Kaderrichtlijn Water** (Europees Parlement, 23 oktober 2000). N.B. In 2003 werden de Wet op de waterhuishouding en de Wet milieubeheer gewijzigd ten behoeve van de implementatie van de Kaderrichtlijn Water. De aanduiding 'richtlijn' kan tot verwarring leiden, in feite is er sprake van een '(kader)wet'.

- de vis-ecologische beheersprogramma's (vijf rapporten). De vis-ecologische beheersprogramma's bouwden voort op het Basisdocument vis in het waterbeheer van Friesland (Ligtvoet & Grimm, 1992).
  - Beheersprogramma wateren voor karperachtigen – Overkoepelend programma (Witteveen+Bos, 1995a).
  - Beheersprogramma wateren voor karperachtigen – Zandwinplassen (Witteveen+Bos, 1995b).
  - Beheersprogramma wateren voor karperachtigen – Vaarten en sloten (Witteveen+Bos, 1995c).
  - Beheersprogramma wateren voor karperachtigen – Petgaten en dobben (Witteveen+Bos, 1995d).
  - Beheersprogramma wateren voor karperachtigen – Meren en plassen (Witteveen+Bos, 1995e).

In deze beheersprogramma's zijn de gebieden beschreven, mede op basis van (voorafgaand) fysisch-chemisch en biologisch waterkwaliteitsonderzoek. Vervolgens zijn waterkwaliteitsdoelen geformuleerd. De abiotische streefbeelden omvatten parameters voor oppervlaktewaterchemie (algemene parameters en nutriënten), hydrologie, waterbodembodem en morfologie. Voor de biotische streefbeelden werden 32 parameters (taxa) geselecteerd en weergegeven in de vorm van Amoebe's (spinnenwebachtige figuren, zoals toen vooral bij het Rijk in zwang was (zie onder meer *Brink & Hosper, 1989; Luiten, 1995; Schneiders et al., 1996*). In enkele ecologische beheersprogramma's is bij de streefbeelden een differentiatie aangebracht naar subwatertypen. Bij de beekdalen zijn streefbeelden gegeven voor boven-, midden- en benedenloop, bij de vennen in zure en gebufferde vennen, bij diepe plassen in al dan niet hydrologisch geïsoleerd liggende plassen en op de Waddeneilanden naar permanent water bevattende of semipermanente plassen, beide weer verdeeld naar zoet en brak/zout.

In veel gevallen liet de waterkwaliteit te wensen over en werden de gestelde doelen niet gehaald. Dat leidde al snel tot gebiedsgerichte maatregelen, aanvankelijk vaak ondersteund met (rijks)subsidie, zoals middels de regelingen voor integrale eutrofiëringbestrijding, integraal waterbeheer (Regiwa) en verdrogingsbestrijding (Gebeve). Nadat het laaghangend fruit geplukt was, er (meer) behoefte ontstond aan een verantwoorde keuze van gebieden waar ingezet werd op maatregelen (mede vanwege de fusie van Friese waterschappen) en met het oog op het aanstaande Integraal Waterbeheerplan (IWB), vond in 1996 een uitgebreide en systematische analyse plaats om tot prioritering van gebieden te komen (Broodbakker & Clewits, 1997). Daarbij werd een multi-criteria analyse met de door STOWA ondersteunde methodiek van Inverno en Primavera toegepast (zie Van Rooy, 1997a, b en *Van Rooy & Clewits, 2000*). Op basis van vier technisch-inhoudelijke criteria (ernst, omvang, kosten en effectiviteit van maatregelen) en vier draagvlakaspecten (externe randvoorwaarden, termijn van effect, bestuurlijke appreciatie en maatschappelijke appreciatie) werd de prioriteitsvolgorde van 71 maatregelenpakketten voor 59 aan te pakken wateren bepaald. Vervolgens werden de maatregelenpakketten in de tijd (1997-1998, 1999-2003 en na 2003) geprogrammeerd (Claassen et al., 1997).

Hoewel het westelijk deel van het Westerkwartier vanaf 2000 tot het beheergebied van Wetterskip Fryslân behoort, blijft dat overwegend graslandgebied onderbelicht op het gebied van monitoring en maatregelen. 'Er gebeurt daar niet zoveel'. In 2002 stelde de provincie Groningen de nota Normdoelstellingen Water vast. Daarin worden voor 14 functies in het kort de normen omschreven. Voor de 'algemene functie oppervlaktewater' wordt het minimum kwaliteitsniveau uit de Vierde Nota Waterhuishouding aangehouden. "Niet te voorzien is wanneer aan de kwaliteitsnormen kan worden voldaan. Dat is grotendeels afhankelijk van het tempo van implementatie van landelijk beleid". Twee jaar eerder was het Provinciaal Omgevingsplan verschenen (*Provincie Groningen, 2000*), waarin ook een paragraaf 'zuiver water' is opgenomen. Daarin wordt vooral ingezoomd op afvalwaterzuivering, rioolwateroverstorten en diffuse bronnen. De kwaliteit van het oppervlaktewater blijft zo goed als onbenoemd. Na 2000 is dat gebied overigens onderdeel van de KRW-regio Rijn-Noord en van de daarbij behorende planuitwerking (Arcadis, 2006a).

De derde episode van het vaststellen van doelen en normen vindt plaats onder het regime van de KRW. Na 2000 wordt er door landelijke deskundigen gebroed op begrenzings van waterlichamen, alsmede op doelen en maatregelen voor die waterlichamen. Dat leidt tot een stapel rapporten, waarbij het accent lag op methoden van begrenzings van waterlichamen en op doelen en maatregelen voor 'natuurlijke wateren'. De nieuwsbrief nr. 29 STOWA Ter Info (juli 2005) stipt met





korte bijdragen een tussenstand van de implementatie aan. Met kopjes als 'Te veel misverstanden over KRW', 'We kunnen het ook te gek maken' en 'KRW bestuurlijk veel te laat opgepakt' was dat veelzeggend. Intussen is er ook een handboek voor bemonstering en analyse van het oppervlaktewater. Rond 2005 wordt het stokje overgedragen aan de regio's om daar hun eigen gebiedsspecifieke invulling voor te bedenken. Dat gaat gepaard met veel zoeken, uitproberen, workshops, discussies (de eerste regionale discussiebijeenkomsten beginnen al medio 2005) en aanpassen. Een vaak verzuchte uitspraak uit die beginjaren van de implementatie van de KRW luidde: 'Als het ook moeilijk kan, waarom zou je het dan gemakkelijk doen'<sup>25</sup>. Naast de zware kost verschenen er ook tal van goed verteerbare uitgaven rondom de invoering van de KRW, zoals onder meer van *Leenders & Kwakernaak (2006)*, *Grontmij (2007)*, *Van der Arend et al. (2010)* en *Van der Arend (2013)*.

Uiteindelijk leidde dat tot de Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Noord (RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2004), de Beslisnota Schoon en gezond water (RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2008a), het Basisdocument Kaderrichtlijn Water (Wetterskip Fryslân, 2009b) en het rapport Status, toestand, waterkwaliteitsdoelen en maatregelen KRW-waterlichamen (Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2009). Dit laatste rapport is onlosmakelijk onderdeel van het Waterhuishoudingsplan 2010-2015 en het Waterbeheerplan 2010-2015. Voor de Friese binnenwateren resulteerde dat in de aanwijzing van 24 waterlichamen, alle met de status 'kunstmatig' of 'sterk veranderd'. Die waterlichamen zijn gegroepeerd naar beken (5), boezemmeren (5), boezemkanalen (4), laagveenplassen (1), polderplassen (2), overige kanalen (5) en zwak brakke wateren (2). Verder zijn alle waterlichamen toebedeeld naar een landelijk R- of M-type, resp. stromende en stilstaande wateren. De Friesland specifieke doelen voor de 'goede ecologische potentie (GEP)' -de norm voor kunstmatige of sterk veranderde waterlichamen- kan dan afgeleid worden van de landelijk omschreven doelen voor de 'goede ecologische toestand (GET)' van de natuurlijke wateren. Dit vastgelegde doel voor de GEP wordt uitgedrukt in een ecologische kwaliteitsratio (ekr-score van 0,6) op een maatlat met een bereik van 0 (zeer slecht) tot 1 (zeer goed). Vervolgens is die maatlat voor de natuurlijke wateren ingedeeld in vijf klassen met de bekende kleuren rood, oranje, geel, groen en blauw en voor de kunstmatige of sterk veranderde wateren in vier klassen met de kleuren rood, oranje, geel en groen. Het principe 'GEP-doel van een ekr van 0,6' kan regionaal per watertype en per deelmaatlat aangepast, verlaagd worden naar 'haalbare' doelen.

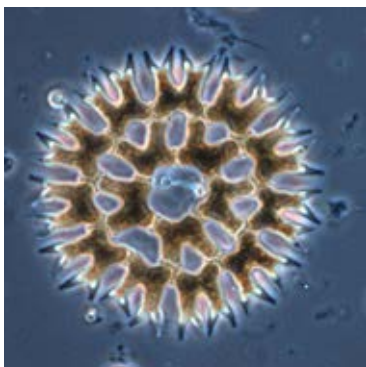
<sup>25</sup> *Brouwer & Ward (2005)* beschreven hoe bij de implementatie van de KRW om te te gaan met de Waddenzee onder de sprekende titel 'Pulling rabbits out of a hat?'. Bij het waterschap Aa en Maas was de slogan 'Makkelijker kunnen we het niet maken, leuker wel!' (zie Het Waterschap 15 april 2005). Daar werd de complexe materie met een spel verduidelijkt. "Alle bij de KRW betrokken overheden en de doelgroepen die met de gevolgen worden geconfronteerd kunnen door het spelen van het spel inzicht krijgen in wat er nog gedaan moet worden om de gewenste situatie in 2015 te bereiken. Er wordt gestart in 2005 en aan het einde van het spel, na ongeveer anderhalf uur, is het 2015. Dan wordt duidelijk in hoeverre aan de eisen van de KRW is voldaan", aldus Malta en Meuwissen van dat waterschap. De professionele versie van dat spel is de KRW-Verkenner.

Voor het Waterhuishoudingsplan 2010-2015 en het Waterbeheerplan 2010-2015 was de 'huidige toestand' (de ekr-waarde) van de waterlichamen zo goed mogelijk geschat, omdat er nog onvoldoende passende monitoringgegevens voorhanden waren om tot een berekende score te kunnen komen. De KRW verlangt immers monitoringgegevens die volgens een voorgeschreven protocol zijn verzameld. Hoewel het KRW-monitoringprogramma op 1 januari 2007 officieel is gestart, waren er in 2008-'09 nog onvoldoende (vooral biologische) gegevens beschikbaar. Wat bekend was uit de jaren 2004 tot en met 2006 is toen benut. Voor het in 2015 vast te stellen Deelstroomgebiedsbeheerplan (dSGBP) zijn intussen wel voldoende monitoringgegevens voorhanden (Belle et al., 2011, aangevuld met recente, nieuwe informatie) om een ekr-score voor de waterlichamen vast te kunnen stellen. Het enige roet dat in het eten is gegoooid, is dat enkele monitoringvoorschriften recent zijn aangepast (met vooral consequenties voor de deelmatlat waterplanten) en dat de landelijke maatlatten in 2012 zijn gewijzigd (met vooral consequenties voor de deelmaatlatten waterplanten en vissen). Met de inwerkingtreding en implementatie van de KRW ontglipten de 'overige wateren' (de niet als KRW-waterlichamen aangewezen wateren) aan de (bestuurlijke) aandacht, die zij wel verdienen. Daartoe behoren tal van bijzondere wateren, zoals vennen, dobben, diepe plassen en duinplassen.

Dwars door deze drie grote fasen in finetuning van regio specifieke normen en doelen voor de (ecologische) kwaliteit van het oppervlaktewater lopen initiatieven voor bruikbare gebiedsindelingen. Daarvan zijn er in de loop der jaren vele gemaakt, gebruikt en soms ook weer vervallen (zie ook hoofdstuk 3, de gebiedsbeschrijving). Hier een beperkte opsomming daarvan.

- ISP milieuonderzoek Noorden des Lands met een indeling naar kleigebied, overgangsg gebied (klei op veen en een complex van grondsoorten), laagveengebied, zandgebied en hoogveengebied.
- De aanwijzing en begrenzingen van Wetlands, Habitat- en Vogelrichtlijngebieden en Natura 2000 gebieden, passend in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en merendeels daarbinnen gelegen ecologische verbindingzones (EVZ) en de robuuste natte as (RNA).
- Plantengeografische en hydrobiologische districten (zie onder meer Claassen 1987b).
- Waterkwaliteitsgebieden (vijf in rapport 1963-1973; acht in de periode 1974-1981; zie De Heer, 1987). Vanuit de landelijke prioritering voor aanpak van de eutrofiëringsproblematiek, als onderdeel van het Rijn Actie Plan, kende Friesland drie deelgebieden van verschillende urgentie voor eutrofiëringsbestrijding en defosfatering op rwi's.
- Kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden voor huishoudelijke lozingen (juni 1998) vanuit de aanpak van toen nog ongezuiverde lozingen in het buitengebied.
- Watersystemen (met geclusterde en deelwatersystemen), zoals in 2000 opgenomen in het Tweede Waterhuishoudingsplan.
- Diverse kaarten (in vrijwel iedere periode van beleidsplannen) met functies van (oppervlakte)wateren.
- Grondwatersystemen, grondwaterbeschermingsgebieden en de grondwater-waterlichamen.
- Benoemen en begrenzen van KRW waterlichamen voor oppervlaktewateren.
- Begrenzingen van 20 Watergebiedsplannen, als verdiepingsslag en uitwerking van het Waterbeheerplan 2010-2015, vooral met het oogmerk te komen tot Gewenst peilbeheer (GGOR).
- Kaarten met monitoringpunten, verdeeld naar functies van de wateren, type gebied (landbouw, natuur, stedelijk) en doel van de monitoring (Wetterskip Fryslân, 2013b).

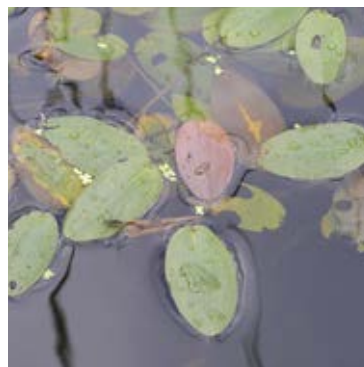
In meer of mindere mate interfereerden deze gebiedsindelingen met of waren ze nodig bij de toen vigerende (ontwikkeling van) normen en doelen voor de waterkwaliteit. Er zal altijd wel zo'n 'haasje over' blijven tussen gebied enerzijds en norm of doel voor waterkwaliteit anderzijds, immers oppervlaktewateren liggen nu eenmaal ergens.



*Pediatrum duplex*  
(foto Laboratorium WF).



*Arrenurus bicuspidator*  
(foto Laboratorium WF).



*Potamogeton natans*  
(foto Laboratorium WF).



Er is geen ik, geen jij.  
Geen bruggen hoeven geslagen te worden  
naar de oevers bedacht door het ik.

De oevers van deze wereld  
zijn verbonden  
door het water van het zijn.

*Marcel Messing, 2013.  
Klein testament of hoe je verlichting vermijdt.  
Gottmer Special Products, Haarlem.*



# Ontwikkelingen in onderzoek en monitoring

Onderzoek en monitoring van waterkwaliteit heeft in de hier beschouwde periode een enorm grote ontwikkeling doorgemaakt: eigenlijk van niets (anders dan het kijken naar en proeven van water) naar een breed, zeer hoogstaand vakgebied. Het benodigde volume water voor fysisch-chemische analyses was in het begin van de vorige eeuw nog 10 liter, nu (voor veel meer parameters) is 1 % daarvan vaak al voldoende. Evenzeer namen de omvang van het aantal analyses, de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de metingen toe en de detectie- en rapportagegrenzen af. Ook het hydrobiologisch onderzoek ontwikkelde zich in een nog kortere tijdspanne, globaal de helft, tot een volwaardige professie. Net als in de grote mensenmaatschappij lijken hier ‘de grenzen aan de groei’ nog niet voorbij, echter de grote spongen voorwaarts liggen achter ons. De nu volgende korte beschrijving van deze ontwikkelingen is, min of meer willekeurig, in vier episoden verdeeld: begin 20<sup>e</sup> eeuw-1955, 1955-1980, 1980-2000 en de jaren daarna.

Eerst wordt in de paragrafen 6.1 tot en met 6.3 de ontwikkeling in de loop der jaren tot 2000 in het kort beschreven. Vervolgens worden in paragraaf 6.4 de jaarlijkse waterkwaliteitsrapportages van het vaste meetnet aan monitoringpunten samengevat, gevolgd door recent onderzoek en monitoring in de eerste jaren van deze eeuw. Die monitoring en bijbehorende analyse en presentatie van de bevindingen staan sterk onder invloed van de Europese Kaderrichtlijn Water. Dit hoofdstuk wordt dan afgesloten met themagerichte verdiepingsonderzoeken. De meeste buiten dit ‘routinematige’ monitoringprogramma vallende onderzoeken worden in de hierop volgende twee hoofdstukken geduid, eerst naar gebieden (hoofdstuk 7) en daarna naar thema’s (hoofdstuk 8). Deze laatste onderzoeken en monitoringprogramma’s zijn veelal maatregel-gestuurd, hetgeen bij de beschrijvingen aldaar zal blijken.

## 6.1 Begin 20<sup>e</sup> eeuw tot 1955

De Ingenieur van den Waterstaat<sup>26</sup> begint zijn brief d.d. 20 Juli 1868, gericht aan den Heer Hoofdingenieur van den Waterstaat in het 2<sup>e</sup> District als volgt: “Van Uwedelgestrengte ontving ik mondelinge opdracht om bij den tegenwoordige lagen boezemwaterstand in deze provincie van enige plaatsen water te verzamelen, ten einde te onderzoeken in welke mate het water brak is. Van eenige plaatsen heb ik proeven van het water ontvangen en heb de eer daaromtrent het volgende te berigten. Het water is op 11 verschillende plaatsen geschept, telkens ter halven breedte en ter halven diepte van het kanaal; het water was algemeen helder, met vezelachtige deeltjes en stofjes daar in zwevende, meestal eenigszins geelachtig van tint, op sommige plaatsen genoegzaam kleurloos; de smaak is waargenomen, zoals hieronder vermeld wordt”. Het water wordt simpelweg geproefd (gedronken) en beoordeeld met kwalificaties, als ‘eenigszins zout, iets minder zout dan No. 1, nagenoeg als No. 2, zouter dan No. 1’, etc. De brief eindigt als volgt: “Op elke plaats zijn twee flesschen met water gevuld geworden. Eén stel is nog ongeopend en zal kunnen dienen, wanneer door Uwedelgestrengte een nader onderzoek of een scheikundig onderzoek ten aanzien van het gehalte van het water aan onderscheidene zouten wordt wenselijk geacht”. Onbekend is of dat nader onderzoek heeft plaats gevonden. Bij brief d.d. 1 Augustus 1868 wordt bericht over een tweede bemonsteringsserie. Deze begint, ook in sierlijk handschrift, als volgt. “Als vervolg op mijn brief van den 20 Juli jl. no 440, heb ik de eer te berigten, dat, ten einde de hoedanigheid van het boezemwater bij den tegenwoordigen lagen waterstand te leeren kennen, ook op de zes navolgende plaatsen water verzameld is”. Het water is op vijf plekken ‘zeer weinig zout met een min of meer geelachtige tint’ en ten westen van de draaibrug te Bergumerdam ‘niet zout en genoegzaam kleurloos’. “De smaak der no’s 12 tot 16 was onderling weinig verschillend en komt nabij aan die van de no’s 2 en 3 in den vorigen brief omschreven. Aan no 17 was geen zoute smaak te herkennen”. Het gebied waar het water geproefd werd betrof noordoost Friesland met Dokkumer Grootdiep, Dokkumer Ee, kanaal Dokkum-Stroobos, Kolonelsdiep

<sup>26</sup> Deze brief - met No 440 - van E. Steuerwald aan de hoofdingenieur P.J.H. Hayward (dat was hij van 1867 tot 1881) bevindt zich in het archief van Rijkswaterstaat in Friesland (1840) 1849-1951 (1957), directiearchief, ingekomen stukken, mei 1868-april 1869, inventarisatienummer 398 en is opgeslagen in het archief-depot van Tresoar. De tweede brief, ook met kenmerk ‘Hoedanigheid van het boezemwater’ betreft No 461.



*De voormalige zeesluis te Ezumazijl, nu de schakel tussen Lauwersmeer en Súd Ie.*

en Wijde Ee. Zoutindringing via schut- en spuisluizen, hier vanuit de Lauwerszee, reikte soms ver landinwaarts (Koolhaas & Vrijhof, 1958). Zij schrijven: “De hoeveelheden zoet water, die vanaf de hogere gronden in droge perioden tot afvloeiing kwamen, waren te gering om het peil op de Friese boezem te handhaven. Niettegenstaande dat geen buitenwater werd ingelaten om de zoutgehalten zo laag mogelijk te houden, liepen deze vaak door het binnendringen van zout schut- en lekwater en lozingen van zout nortonwater zo hoog op, dat land- en tuinbouw grote schade ondervonden. Deze regelmatig terugkerende schade is onder meer als argument aangevoerd voor afsluiting van de Zuiderzee”. Overigens werd incidenteel wel zout Zuiderzeewater ingelaten om scheepvaart nog enigszins mogelijk te maken. Ook anno 1909 wordt water nog geproefd ter bepaling van de smaak, tenzij het water verdacht is. Dan ‘informeere men liever bij de gebruikers dan te proeven’, aldus de Codex Alimentarius over water.

*Kappelle (2003)* interviewde ruim 30 beroepsvissers over hun vak en vangsten in de vorige eeuw. Drie ervan woonden en werkten in Friesland en hun verhalen zijn meer dan lezenswaardig. Een van hen, Geert Gooijer, geboren in Wolvega in 1898, begon in 1926 als molenaar-visser bij Blesdijke aan de Linde en zat er 48 jaar. Een passage uit zijn verhaal opgetekend in 1978: “In het voorjaar, in het laatst van april, als het mooi weer was en ik ’s avonds moest malen, dan trok ik wat zeil van de molen af, zodat ie nog net maalde, maar slechts af en toe een puls water in de bak gooide. Daar gingen de kleine glasaaltjes die opkwamen onder de schroef door de polder in. De vijzel had wat speling in de bak, zodat ze er onderdoor konden. De kat had dat al gauw in de gaten en als de molen even bleef staan, dan vloog ze in de bak en vrat de kleine aaltjes op. Echt dikke paling kwam hier niet voor. Het was hier aan de Linde een zomerpolder. Ik begon op 1 april te malen. Ik maalde niet bij de winterdag. Het kon wel gebeuren, dat tegen april de heggen in de polder nog geheel onder water stonden. De polder loosde op de Linde en de Linde op de Zuiderzee. Als het water heel hoog was, maalde ik wel voor 1 april. Ik voer in die tijd de polder rond en zocht dan de aalsteden uit waar de foeken staan konden. Als nu de wind naar het Oosten draaide, dan zakte de Linde en werden de duikers in de polder geopend. De snoek en de andere vis kon dan makkelijker de polder intrekken. Je mocht ze niet vangen, want het was gesloten tijd. In de polder kon ik niet dobberen, want er was veel te veel krabbescheer. Je kon er wel foeken inzetten en ik zal je vertellen dat uit die krabbescheer mooie aal kwam. Ik zette ook graag foeken tussen de waterlelies. Je ving daar beter dan tussen de plompen”. Uit het interview met Rindert Riedstra (1901) het volgende fragment: “Ik ben schipper geweest en viste er een beetje bij. Na de oorlog kon ik een visserij overnemen en toen ben ik echt beroeps geworden. Ik viste achter Tietsjerk, op de Grote Wielen en de Kleine Wielen. Achter Hurdegaryp ligt Quatrebras. Zelfs daar ving ik met de fuiken rooie paling weg. Die kwamen met de stroom in de richting van de Grote Wielen gezwommen, omdat de paling in de herfst dieper water opzoekt. Vroeger stonden de landerijen achter Quatrebras in de herfst en de winter helemaal onder water. De boeren klaagden daar natuurlijk over. Daarop hebben de waterschappen veel ingepolderd, vaarten dichtgegooid, dammen gelegd en het waterpeil verlaagd. Alleen de Rijperkerkervaart, de Grote Wielen en verderop de Murk, waar ook nog een dam in is gelegd, zijn nog over. Daarna kon het water niet meer stromen zoals vroeger. De trek was eruit. Daarmee werden de palingvangsten een stuk minder”.

In stedelijke gebieden, vooral in het noorden van de provincie, was het slecht gesteld met de waterkwaliteit. Riemersma (1901) deed daar uitgebreid verslag van (zie paragraaf 4.1), ook ten aanzien van de effecten daarvan op de visstand. Afvalwaterzuiveringen waren er in het geheel nog niet. Verder zijn er uit die periode incidentele vondsten van bijzondere waterplanten, zoals de exoot *Azolla* (Van Goor, 1920) of waterdieren, zoals de invasie van nog een exoot, de Wolhandkrab (Otto, 1973).

## 6.2 De periode 1955 tot 1980

Het waterkwaliteitsonderzoek in de eerste decennia van de vorige eeuw was zeer beperkt in omvang. Sporadisch vindt waterkwaliteitsonderzoek plaats. Eind september 1916 nam J. Heimans een 20-tal fytoplanktonmonsters ('met mijn net nieuwe gaas no.20') in de regio Sneek-Woudsend. A. van der Werf bemonsterde ook plankton in Friesland in de jaren 1928, 1929 en 1938 (Terschelling), 1939, 1945 (Ameland), 1947 (Mieland), 1955, 1958, 1959, 1964 en 1971. Het duurde tot 1955 voordat het onderzoek een bescheiden omvang aannam. Nadat in 1948 het standaardwerk van Redeke was verschenen, werden door Leentvaar (1956, 1957, 1960, 1963) vanuit het RIVON (later RIN, nu Alterra) op diverse plaatsen, vooral in de meren (zie Claassen, 1986a voor kaartjes met ligging van de meetpunten) watermonsters verzameld en fysisch-chemisch en op plankton onderzocht. Ook verschenen toen vanuit het RIVON excursie-verslagen, vooral van vennen en dobben. Daarin werd veelal de vegetatie beschreven. Schroevers (1962) maakte een uitgebreide beschrijving van de vegetatie van boezemlanden langs en oevers van de meren. Talrijke gepubliceerde en ongepubliceerde waarnemingen van de eerste Nederlandse hydrobiologen bevinden zich in het archief van de Hydrobiologische Vereniging<sup>27</sup>. Van der Kamp et al. (1990) documenteerden veel van dat archiefmateriaal. In Friesland waren het met name Otto, Tulp en later Van der Ploeg (specialist in onder meer fonteinkruiden), die grote belangstelling voor het waterleven toonden<sup>28</sup>. Bij de Provinciale Planologische Dienst onderzochten en beschreven Smittenberg en later Schotsman en Roukema vooral de vegetatie. Bekend is de typologische oeverinventarisatie (Smittenberg & Roukema, 1979) en de beschrijving van de (natte) graslanden (Schotsman, 1988).

Na deze naar omvang bescheiden en deels ad hoc aanloop kreeg het waterkwaliteitsonderzoek een meer structurele opzet. Voordat in 1960 de Provinciale Waterstaat van Friesland haar waterkwaliteitsonderzoek startte (in een bescheiden onderkomen vlak bij het provinciehuis te Leeuwarden) verschenen twee belangrijke rapporten: in 1949 de bundel van het in 1942 en 1943 verrichte onderzoek naar de verontreiniging van het Friese water van de Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging (Anonymus, 1949) en in 1957 het onderzoek op 80 meetpunten vanuit Rijkswaterstaat (Kamps, 1957). Deze Vereeniging bracht zeven bundels uit, waarmee het hele land gecoverd werd. De Friese map bevat rapportages over de afwatering, verzilting, wooncentra, zuivelfabrieken en industrie (zie paragraaf 4.3) en vormt daarmee een goed gedocumenteerde toestandsbeschrijving van de situatie toen.

In de eerste rapporten van de Provinciale Waterstaat van Friesland staan zowel het oppervlaktewateronderzoek beschreven, als ook het onderzoek betreffende rioolwaterzuiveringsinstallaties, industrieën, woonkernen en verziltingstoestand. Nadien wordt hierover afzonderlijk gerapporteerd. Vanaf begin 1960 werden door het laboratorium van de PWS 'regelmatig en systematisch een aantal representatief geachte monsterpunten in het Friese oppervlaktewater onderzocht' (PWS, 1974). De monitoring bestond in het eerste jaar (1960-1961) uit onderzoek van de belangrijkste doorstroomkanalen, onderzoek van een aantal belangrijke watergangen in het noordwesten van Friesland en onderzoek van een aantal over de provincie verspreid liggende, jaarlijks te bemonsteren punten. In totaal werden 106 locaties vier keer bemonsterd. In 1962 werden de belangrijkste watergangen in zuidoost Friesland bemonsterd en in 1963 in het Lage Midden van de provincie. Uit deze eerste ronde ontstond een vast meetnet. Van 1967 tot 1970 groeide dat meetnet uit naar 60 vaste meetpunten, die vier keer per jaar (maart, juni, september en december) werden bemonsterd. Vanaf 1970 werd het aantal vaste meetpunten uitgebreid naar 90. De boezemeren werden vanaf 1970 in dit onderzoek opgenomen. Telkens werden in twee boottochten 22 meetpunten zes keer per jaar (mei-november) bemonsterd. Van 1971 tot 1974 werden deze 90 punten zes keer per jaar bemonsterd. Vanaf maart 1974 vindt maandelijks bemonstering plaats. In 1990 lag dit aantal vaste meetpunten op ca. 140.

Ook vindt in de loop der jaren een uitbreiding plaats van het analysepakket. Vanaf 1964 wordt ortho-fosfaat geanalyseerd, vanaf 1970 bacteriologisch onderzoek en vanaf december 1975 worden analyses van zware metalen en pesticiden uitgevoerd. In 1976 werd een start gemaakt met biologisch waterkwaliteitsonderzoek, aanvankelijk beperkt tot fytoplankton, al snel aangevuld met macrofauna en waterplanten. Als leidraad voor het biologisch waterkwaliteitsonderzoek diende in die tijd het Handboek Biologische Waterbeoordeling van de landelijke Werkgroep Biologische Waterbeoordeling (*De Lange & De Ruiten, 1977*). Daarin was overigens ook een hoofdstuk opgenomen over fysische en chemische bepalingen. Een van de oudste veldmetingen is de doorzichtbepaling met behulp van de Secchischijf. Dit hulpmiddel, hoewel niet bij naam genoemd, wordt al genoemd in de Codex Alimentarius van 1909 ter bepaling van de 'graad van doorschijnendheid'. Deze Codex beschrijft ook een laboratoriummethode voor de bepaling van de helderheid van het water. Dat gebeurde met een met water gevulde glazen cilinder waaronder een tekst op papier wordt gelegd. Met een kraantje onderaan de cilinder wordt water afgetapt, totdat de letters van die, soms ogenschijnlijk diepzinnige, tekst duidelijk zichtbaar worden. De resterende kolomhoogte van het water is dan een maat voor het doorzicht. Overigens wordt deze methode al lang niet meer toegepast.

<sup>27</sup> De Hydrobiologische Vereniging gaf vanaf 1967 het tijdschrift 'Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging' uit. In 1970 verscheen een themanummer over de Lindevallei. Later werd het Engelstalig en professioneler (uitgegeven) en veranderde de naam van het tijdschrift enkele keren: Hydrobiological Bulletin, Netherlands Journal of Aquatic Ecology en ten slotte Aquatic Ecology.

<sup>28</sup> In 'Dêr't it tilt fan diert' en blommen', een uitgave van de Fryske Akademy (Hekstra et al., 2006), zijn biografieën opgenomen van enkele honderden 'natuurmensen' die in Friesland werkzaam zijn (geweest).





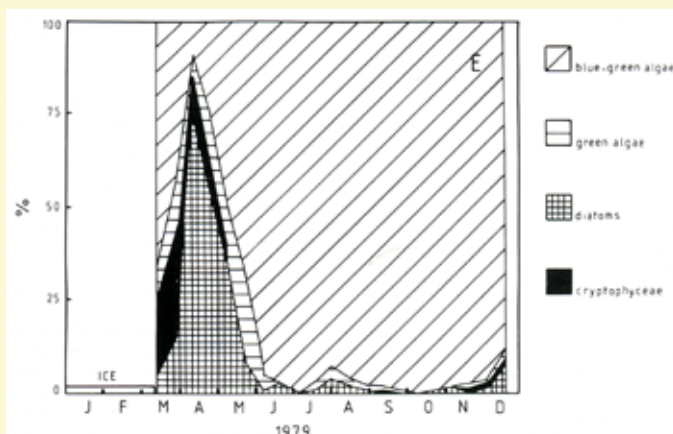
Tekstplaatje voor het meten van de helderheid van het water met een leeglopende cilinder en met een Secchischijf door staatssecretaris Gabor in Alde Feanen op 26 mei 1993.



Voordat verder wordt ingegaan op de invulling van de monitoringstaak van de regionale waterbeheerder (tot 1 januari 1993 de provincie i.c. de Provinciale Waterstaat; daarna Waterschap Friesland - Wetterskip Fryslân) worden enkele andere belangrijke onderzoeksinstituten en onderzoeken besproken, die plaats vonden in (het midden van) de jaren '70.

In de jaren '70 werden landelijk tal van regionale en landelijke milieukarteringen en -inventarisaties uitgevoerd, veelal (getrokken) door de provincies (PPD's) en het rijk (Rijksplanologische Dienst), zoals het ecotopenproject en het geotopenproject. Bekende voorbeelden waren Zeeland en de Zuid-Hollandse eilanden (De kleuren van zuidwest-Nederland, visie op milieu en ruimte, 1972) en Utrecht (Het Kromme-Rijnlandschap, een ecologische visie, 1974). In Noord-Nederland vonden in het kader van het Integraal Structuurplan Noorden des Lands tal van milieu inventarisaties plaats, landsdelig (de Kop van Overijssel, Groningen, Drenthe en Friesland) en regionaal (binnen Friesland: Ameland, Makkum-Gaastmeer, De Veenhoop-Lippenhuizen en Kollum-Drogeham). Er verschenen bijna 25 rapporten, samengevat door Wijnhoven et al. (1979). Het landsdelig waterkwaliteitsonderzoek werd uitgevoerd vanuit het ICW in Wageningen voor het fysisch-chemische gedeelte (Bots et al., 1978) en door het RIN in Leersum voor waterplanten en macrofauna (Van Gijzen & Claassen, 1978). In Friesland werden tussen november 1975 en oktober 1976 62 wateren zes maal fysisch-chemische bemonsterd en in de (droge) zomer van 1976 92 wateren eenmaal hydrobiologisch gemonitord (de ligging van de meetpunten in Friesland is ook weergegeven door Claassen, 1986a).

In 1968 startte het Limnologisch Instituut vanuit Oosterzee (LI, nu het Nederlands Instituut voor Ecologie, NIOO in Wageningen) haar onderzoek in het Tjeukemeer in het kader van de studie van voedselketens, passend in het raamwerk van het Internationaal Biologisch Programma (IBP). Het onderzoek was gericht op de primaire en secundaire voedselketens in ondiepe meren en vond plaats vanuit de werkgroep 'algologie' (vanaf 1984 werkgroep 'fytoplanktonoecologie') en de werkgroep 'voedselketen- en productiestudies'. Naast het Tjeukemeer werden incidenteel overige boezemeren onderzocht (Beattie et al., 1987), met name op zoöplankton (Vijverberg, 1976) en vissen (Lammens, 1986). Naast talrijke rapporten en artikelen leverde dat onderzoek 13 proefschriften op (Bromley, 1970; Chambers, 1971; Goldspink, 1971; De Haan, 1975; Beattie, 1978; Vijverberg, 1981; Lammens, 1986; De Nie, 1988; Van Huet, 1991; Verwey, 1991; Mooij, 1992; Boersma, 1994 en Spaak, 1994). Het werk van Van Huet vond plaats in het kader van het FosFri-project, fosfaat-eutrofiëringsonderzoek zuidwest Friesland, een samenwerking tussen het LI, de TU Twente en de provincie Friesland, financieel gesteund door het ministerie van VROM (Brinkman et al., 1989). Naast het Tjeukemeer betrof deze procesgerichte modelstudie het Slotermeer, Grootte Brekken, Brandemeer en Koevorder met alle tussenliggende verbindende kanalen, waarbij het veldwerk werd uitgevoerd in de jaren 1984-1987. Naast het Tjeukemeer kreeg het Bergumermeer (in de periode 1975-1978) de nodige aandacht in



Figuur 6.1. Relatieve biomassa (in %) van blauwalgen, groenalgen, diatomeeën en Cryptophyceae in het Tjeukemeer in 1979 (uit De Haan et al., 1982b).

verband met de mogelijke effecten van de koelwaterlozing door de energiecentrale daar. Dit planktononderzoek, afgerond in 1980 (Wanders et al., 1980), sloot aan op dat van de KEMA. Het LI kwam tot vergelijkbare conclusies als de KEMA. “De gemiddelde fytoplanktensamenstelling van het Bergumermeer lijkt op die van andere Friese meren. ... Het lijkt dus aannemelijk te veronderstellen dat door de koelwaterlozingen van de elektriciteitscentrale de gemiddelde fytoplanktensamenstelling in het Bergumermeer niet veranderd wordt”. Ook bij het zoöplankton onderzoek werden geen effecten gevonden, die toegeschreven konden worden aan het geloosde opgewarmde koelwater. Wel werden er kleine effecten op de fenologie van Watergentiaan gevonden. Later uitgevoerde remote sensing verkenningen laten overigens wel een duidelijke opwarming zien in de noordelijke helft van het Bergumermeer (Roeters & Buiteveld, 1993).

Een laatste uitstapje van het LI was naar de Alde Feanen. Daar werden enkele petgaten in 40-Mêd en 9-Mêd onderzocht en werd IFG geadviseerd over eutrofiëringsbestrijdingsmaatregelen, met name hydrologische isolatie (De Haan & Hosper, 1988a). Vanwege bezuinigingen en centralisatie moest deze vestiging van het LI eind 1991 haar deuren te Oosterzee sluiten.

Vanuit Arnhem verrichtte de KEMA uitgebreide monitoring in het Bergumermeer. Dat betrof in hoofdzaak fysisch-chemisch, fytoplankton- en macrofauna-onderzoek van Koops en Hadderingh. Er verscheen een groot aantal rapporten en publicaties. Dat onderzoek in de periode 1969 tot en met 1978 (nadat in september 1974 de Centrale in gebruik werd genomen) werd in 1981 afgesloten met een rapportage van Koops over chemie en fytoplankton. Zijn conclusie is teleurstellend en opluchtend tegelijk: “Het gebruik van koelwater uit het Bergumermeer door centrale Bergum heeft geen aantoonbare invloed op de gemeten chemische parameters of op de soortensamenstelling van het plankton in het Bergumermeer”. R. Hadderingh heeft zijn voorgenomen proefschrift over de invloed op de macrofauna niet afgerond, ondanks het vele reeds uitgevoerde monnikenwerk van determinaties van een groot aantal macrofaunamonsters.

### 6.3 De periode 1980 tot 2000

Begin jaren '80 lopen de onderzoeken en monitoringprogramma's van instituten buiten Friesland (zoals van Rijkswaterstaat, RIVON/RIN, ICW, LI, KEMA en de visstandopnamen van de operationele groep van het ministerie van LNV) langzaam maar zeker ten einde. Het is voortaan hoofdzakelijk de regionale waterbeheerder die het waterkwaliteitsonderzoek en de monitoring uitvoert of laat uitvoeren. Maar ook terreinbeherende organisaties (SBB en IFG) en regionale werkgroepen en werkverbanden van diverse pluimage, zoals het Biologysk Wurkferbân van de Fryske Akademy opgericht in 1953, de FFF opgericht in 1970, de Wielenwerkgroep, SON (1985), VOFF, Libellenwerkgroep, en andere, verrichten sindsdien de nodige inventarisaties.

Het onderzoek van RWS (Kamps, 1957), RIVON, het LI, de KEMA en de operationele visgroep van het ministerie van LNV beperkte zich hoofdzakelijk tot boezemwater. Ook de monitoring van de Provinciale Waterstaat was lange tijd beperkt tot boezemwater. De 90 vaste meetpunten waren tot en met 1982 vrijwel alle gesitueerd in het boezemwater. De merenpunten lagen (en liggen) uitsluitend in boezemwater. Claassen (1986a) geeft een overzichtstabel van de 'routinematig' gemonitorde boezemmeren, inclusief het Lauwersmeer, en polderplassen voor de periode 1955 tot en met 1982. In 1984 wordt het routinematige fysisch-chemische waterkwaliteitsonderzoek uitgebreid met een biologische component (eerst fytoplankton, daarna ook macrofauna, waterplanten, diatomeeën en zoöplankton), nadat al in 1976 met projectmatig hydrobiologisch onderzoek was gestart. Dan ook vindt uitbreiding van het meetnet plaats naar talrijke wateren (wassertypen) buiten de boezem. Ook wordt de waterbodem vanaf 1984 in het routinematig meetnet meegenomen, zij het op een beperkt aantal meetpunten. Nadien vinden regelmatig bijstellingen van dit meetnet plaats. De link van het in 1976 gestarte hydrobiologisch onderzoek bij de Provinciale Waterstaat van Friesland met de milieukarteringen vanuit de PPD uit de jaren '70 en begin jaren '80 verwaterde al snel, ondanks het in 1981 verschenen rapport 'Milieukartering in de provincie



De inmiddels stilgelegde energiecentrale Bergum aan de noordkant van het Bergumermeer, mei 2014. Het winterbeeld is van februari 2012.

Friesland' van de gelijknamige projectgroep. Het waterkwaliteitsonderzoek volgde de uit de WVO voortkomende regelgeving en het vanaf 1960 opgezette waterkwaliteitsmeetnet.

De omvang (het aantal meetpunten met de analysepakketten) van dit routinematig onderzoek werd periodiek uitgebreid gedocumenteerd, zie bijvoorbeeld Provincie Friesland, 1987 voor het programma 1987-1988 (inclusief het zwemwater). Voor de periode 1984 tot en met 1995 is een beknopt overzicht opgenomen in Claassen et al. (1996), waarbij de volgende onderverdeling in pakketten is vermeld: basis fysisch-chemisch, microverontreiniging, macro-ionen, bodemslib, macrofauna, fytoplankton, macrofyten en zoöplankton. Met de invoering van de KRW zal het zoöplankton uit de monitoring verdwijnen en wordt de visstand toegevoegd. Vanaf 1998 wordt de visstand in tal van wateren (vanaf 2006 waterlichamen), met een cyclus van eens in de drie jaar, bemonsterd.

Vanaf 1981 wordt het projectmatig onderzoek omvangrijker. Dat projectmatig onderzoek is per definitie beperkt in de tijd en gefocust op een bepaald gebied of thema. Belangrijke thema's zijn (geweest) eutrofiëring, watertypologie en normstelling, gebiedsgerichte herstelprojecten, verdroging, de visstand en visstandbeheer, diffuse bronnen en de waterbodem. In 1995 werd een totaaloverzicht gemaakt van de toen lopende onderzoeksprojecten bij het waterschap (Waterschap Friesland, 1995). Nadien is in de jaarlijkse waterkwaliteitsrapporten (tot en met 2001) ook het projectmatige onderzoek opgenomen. Later kwamen daar klimaatverandering, blauwalgen, (natuurvriendelijke) oevers, beheer en onderhoud van waterplantenbegroeiing in watergangen en vismigratie bij, zie Wetterskip Fryslân (2013b) voor een actueel overzicht. Door de jaren heen uitgebreid onderzocht zijn onder meer de Alde Feanen, De Deelen, Rottige Meente, Nanneviid, de Kleine Wielen en de Leijen, dit aanvullend op ruime aandacht voor alle belangrijke watertypen in Friesland binnen het project 'normen en maatregelen voor de wateren met een ecologische functie of de functie water voor karperachtigen' en gedocumenteerd in 11 ecologische beheersprogramma's en vier vis-ecologische beheersprogramma's (Claassen, 1997b), zie paragraaf 5.2.

### **Meetnet optimalisaties**

Zeker in de eerste jaren van het routinematige waterkwaliteitsonderzoek op vaste meetpunten veranderde dat netwerk met enige regelmaat. Lastiger was dat ook de nummering van meetpunten nog al eens veranderde. Voor de periode 1970-1991 is daartoe een lijst gemaakt met corresponderende nummeringen van bemonsterde wateren (Kers, 1991). Een deel van de analysesresultaten is en wordt ook voor landelijke studies en rapportages gebruikt. Voorbeelden daarvan zijn het interprovinciaal permanent aquatisch meetnet IPAM), waaraan begin '90 werd bijgedragen (Kers, 1991), de tot nu toe gehouden vijf landelijke eutrofiëringsequêtes (Pot, 2010), de CUWVO hoofdmeetpunten ten behoeve van de serie landelijke jaar-rapporten over de waterkwaliteit en na de invoering van de KRW ook de KRW meetpunten voor de verplichte rapportage aan 'Brussel'.

Voor de ligging en nummering van de vaste meetpunten wordt verwezen naar de serie waterkwaliteitsrapporten voor de jaren 1960 tot en met 2001. Na 2000 werden ook enkele meetpunten in het Groningse Westerkwartier in het monitoringprogramma opgenomen, waaronder een in Grootegast (categorie bebouwd gebied) en een in Opende (zwemwater Camping De Watermolen).

Dus op diverse momenten is het basiswaterkwaliteitsmeetnet aangepast. Een doorlopende aanleiding daarvoor is onder meer het niet meer relevant zijn van sommige parameters, de vraag naar data van nieuwe parameters, naar een andere bemonsteringsfrequentie of andere momenten van bemonstering en aangepaste analysemethoden. Meer opvallende veranderingen waren het laten vervallen van bestaande en het toevoegen van nieuwe meetlocaties. Het streven daarbij is altijd om een bepaald aantal locaties als vaste meetpunten aan te houden voor doorlopende langjarige monitoring. Markante (veranderings)momenten hierbij zijn de start van het routinematig meetnet in 1963 op basis van de monitoring van zogenaamde ijkpunten in de jaren 1960 tot en met 1962 en vervolgens de jaren 1983 en 1984, waarop twee maal 30 punten buiten het boezemwater aan het meetnet werden toegevoegd op basis van in 1980 tot en met 1983 uitgevoerd hydrobiologisch onderzoek. Tevens is in 1983 een aanvang gemaakt met onderzoek van waterbodemslib. Het meetnet vanaf 1984 bestaat dan uit 135 bemonsteringspunten, waarvan 15 merenpunten en 61 overige boezemwater meetpunten en 59 meetpunten in andere (polder)wateren.

Daarna worden meer of minder rigoureuze aanpassingen in het meetnet doorgevoerd per 1 januari 1986 en 1 januari 1987 (Provincie Friesland, 1987b). Aanleidingen daartoe zijn nieuwe informatiebehoeften op het gebied van stoffenbalansen, de polderwaterkwaliteit en de invloed van de landbouw daarop, normstelling voor en toetsing aan de basiskwaliteit. Vervolgens wat kleinere aanpassingen op basis van analyses van Kers (1991), Blind & Aalderink (1994), Wetterskip Fryslân (2000a) en Van Dam & Wanink (2007).

Vanaf 2006 vond ook een omvangrijke aanpassing plaats ten behoeve van de KRW. Om de ecologische toestand van de waterlichamen goed in beeld te krijgen worden de KRW-voorschriften voortaan leidend. Dat geldt voor de meetlocaties, het type monitoring (verdeeld naar toestand- en trendmonitoring, operationele monitoring en nader onderzoek) en het



parameterpakket. Zo wordt onder meer de visstand, aanvullend op fytoplankton, macrofauna en macrofyten) aan het programma toegevoegd. De methoden van onderzoek en beoordeling worden landelijk voorgeschreven. Het huidige monitoringprogramma van Wetterskip Fryslân is in zijn volle breedte, inclusief bijvoorbeeld de monitoring ten behoeve van de watersysteemrapportage, stoffenbalansen, mestbeleid, trends, gewasbescherming, waterakkoorden, zwemwateren en projecten, onlangs goed gedocumenteerd (Wetterskip Fryslân, 2013b).

## 6.4 Waterkwaliteitsmonitoring: eerst de provincie, later het waterschap aan zet

Al tien jaar voordat de WVO van kracht werd, startte de provincie met een monitoringprogramma voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Aanvankelijk was die monitoring beperkt tot de boezemwateren. Na een aanloop van drie jaar (1960, 1961 en 1962) met wisselende meetpunten ontstond vanaf 1963 het eerste routinematig basismetnet op vaste locaties. Een aantal van die punten maakt nog steeds deel uit van het huidige monitoringprogramma. De resultaten werden consequent vastgelegd in waterkwaliteitsrapporten, een serie die doorliep tot en met het 2001. Vanaf 1993 verzorgde Waterschap Friesland, vanaf 1998 Wetterskip Fryslân die rapportages. Aanvankelijk ging de provincie nog wel door met (ondersteuning van) waterkwaliteitsonderzoek (Provincie Friesland, 1993e). De focus lag daarbij op verdere uitwerking van gedifferentieerde waterkwaliteitsnormen in de vorm van de ecologische beheersprogramma's, waar in 1990 al mee was gestart (zie paragraaf 5.2), op de indeling in watersystemen (Iwaco, 1997a, 1997b) en op eutrofiëringsonderzoek (het programma 'landbouw en eutrofiëring' (PWS, 1990) en het FosFri-project (De Haan & Claassen, 1993). In de loop der jaren echter werd die onderzoeks- en monitoringtaak voor waterkwaliteit meer en meer overgelaten aan Wetterskip Fryslân.

Na 2001 stopt de serie van jaarlijkse waterkwaliteitsrapporten en volgt een serie themarapportages, zie paragraaf 6.5. In navolgende tekst passeren deze beide rapportenseries de revue. Een zeer beknopte bloemlezing daaruit geeft een impressie van de monitoring en de waterkwaliteit in de loop der jaren. De verschenen waterkwaliteitsrapporten zijn in tabel 6.1 opgesomd.

**Tabel 6.1. - Rapporten over het routinematige waterkwaliteitsonderzoek van resp. provincie en waterschap.**

Gerapporteerde jaren	Waterkwaliteitsrapport routinematige monitoring	Enkele kenmerken
1960-1961	PWS van Friesland, 1962	21 meetpunten
1962	PWS van Friesland, 1963	30 meetpunten
1963	PWS van Friesland, 1964	60 meetpunten
1963-1973	PWS van Friesland, 1974	Vanaf 1970 90 vaste meetpunten en start merentochten
1974-1978	PWS van Friesland, 1979	Indeling in acht waterkwaliteitsgebieden, 90 meetpunten 1964-1982; 22 merenpunten 1970-1982
1979-1981	PWS van Friesland, 1982	105 meetpunten 1983; IMP-index
1982-1983	PWS van Friesland, 1984	IMP-index en basiskwaliteit
1984-1985	Provincie Friesland hoofdgroep Waterstaat en Milieu, 1987	1984 start waterbodemonderzoek
1986-1987-1988	Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer hoofdgroep Waterstaat en Milieu, 1989	Trajectbeoordeling in boezemwateren en projecten. Start remote sensing projecten
1989-1990	Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer hoofdgroep Waterstaat en Milieu, 1991	Macrofauna in zand-, veen- en kleislotten, verloop Krabbenscheer in enkele sloten
1991	Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer hoofdgroep Waterstaat en Milieu, 1992	Toetsing aan AMK, GMK, karperachtigen, zwemwater, drinkwater en ecol. doelen
1992	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1993	Trends eutrofiëringparameters, projectmatig onderzoek
1993	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1994	Milbowa, gediff. milieukwaliteit, trends in boezemmeren, projectmatig onderzoek
1994	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1995	Trends in polderwater, waterbodemonderzoek en polderwateren, projecten
1995	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1996	Trends zware metalen en projecten
1996	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1997	Incl. functiewateren, projecten, zwemwater, en meetgebieden
1997	Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen, 1998	Normoverschrijding voor koper, zink, PAK's en bestrijdingsmiddelen. Voorbereiding IWBP
1998	Wetterskip Fryslân, afdeling Watersystemen, 1999	Functiewateren, bestrijdingsmiddelen, meetplichtige gebieden
1999	Wetterskip Fryslân, afdeling Watersystemen, 2000	Functiewateren (karperachtigen, zwemwater, drinkwater, natuur)
2000	Wetterskip Fryslân, afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek, 2001	Functiewateren, projecten, zwemwater en opzet RWSR
2001	Wetterskip Fryslân, afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek, 2002	Ecologische waterkwaliteit, waterindex, projectmatig onderzoek

Vanaf 2004 verschijnen er grotere themarapportages (zie tabel 6.2). Daarnaast is er een regelmatige stroom van technische documenten, rapporten van adviesbureaus en studentenverslagen.

### Rapporten 1960-1961, 1962 en 1963

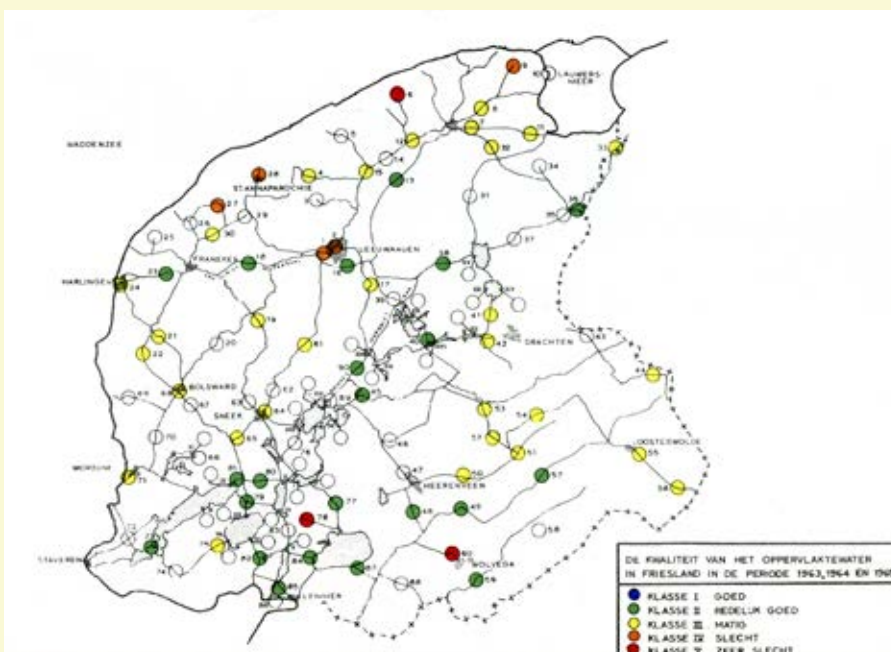
Het oppervlaktewateronderzoek was zo opgezet dat jaarlijks een aantal vaste punten werd bemonsterd (21 in 1960-'61, 30 in 1962 en 60 in 1963), aangevuld met een gebiedsgewijze inventarisatie: in 1960-'61 het noorden en het gehele traject van Prinses Margrietkanaal en Van Harinxmakanaal, in 1962 het zuidoosten en in 1963 het Lage Midden van de provincie. Bepaald werden toen het zuurstofgehalte, biochemisch zuurstofverbruik, permanganaatgetal, methyleenblauw proef, ammonium, chloride, zuurgraad, nitraat en nitriet. Op een kaart bij het rapport 1960-'61 was de waterkwaliteit per meetpunt en per bemonstering weergegeven voor zuurstof, methyleenblauw, biochemisch zuurstofverbruik en ammonium met een vijfdelige klasse-indeling. De kaart geeft alle zuivelfabrieken weer, evenals een twaalftal andere grote fabrieken (wolfabriek, twee exportslagerijen, twee vlasfabrieken, margarinefabriek, papierfabriek, thermochemische fabriek, olie-fabriek, touwfabriek, tabaks- en koffiebranderij en rotanfabriek). Er waren toen vijf rwzi's (Buitenpost, Surhuisterveen, Joure, Oosterwolde en Appelscha) in bedrijf.

### Rapport 1963-1973

Er zijn 60 meetpunten vier keer per jaar bemonsterd en beoordeeld op basis van het ammoniumgehalte, BOD en zuurstofverzadigingspercentage. Er was nog geen (landelijk) beoordelingssysteem, maar deze drie parameters vormden al wel de basis voor de in ontwikkeling zijnde IMP-index. De waterkwaliteitskaarten hebben al de klassen (kleuren) 1 goed (blauw), 2 redelijk goed (groen), 3 matig (geel), 4 slecht (geel) en 5 zeer slecht (rood). Geen enkel vast meetpunt krijgt de score goed (blauw), slechts in 1970-1971 scoren drie merenpunten 'goed'. Aanvullend werden nog andere parameters onderzocht, waaronder de nutriënten P en N. Er werden vijf deelgebieden onderscheiden: rondom Dokkumer Ee, rondom Van Harinxmakanaal, zuidwestelijk merengebied, het noordoostelijk merengebied en de zuidoosthoek van de provincie. De Waddeneilanden werden niet gemonitord. "Uit visuele waarnemingen blijkt dat de eutrofiëring de laatste jaren duidelijk is toegenomen". Zuurstof(over)verzadiging wordt gerelateerd aan de mate van algengroei. "Hieruit blijkt dat vanaf 1970 zowel in het zuidwestelijke als in het noordoostelijke merengebied de algengroei is toegenomen. In het noordoostelijke merengebied vindt de grootste algenontwikkeling plaats op de Leijen en het Bergumermeer". Plaatselijke hoge nutriëntengehalten (onder andere Sexbierum, Minnertsma, St. Annaparochie en Wolvega) worden toegeschreven aan ongezuiverde lozingen van rioolwater. "Ook de waterkwaliteit in Leeuwarden is nog onvoldoende, hetgeen te wijten is aan de ongezuiverde lozing van een deel der binnenstad op oppervlaktewater".

### Rapport 1974-1978

Vanaf maart 1974 worden 90 vaste meetpunten maandelijks bemonsterd (daarvoor zes maal per jaar). Vanaf 1970 worden 22 merenpunten zes maal bemonsterd. Eind 1974 wordt gestart met onderzoek op zware metalen (vier maal per jaar) en pesticiden (twee maal per jaar). Er is een nieuwe gebiedsindeling ingevoerd, die beter aansluit bij (verschillen in) hydrologie, grondsoort en waterkwaliteit: Lauwersmeergebied, Waddenzeekustgebied, gebied van Dokkumer Ee en Murk, van zeil- en trekvaarten, noordoostelijk merengebied, zuidwestelijk merengebied, van Koningsdiep en Compagnonsvaarten, en van Linde en Tjonger. De IMP-index is intussen ingevoerd. Er trad in deze periode een lichte verbetering van de zuurstofhuishouding (IMP-index) op: ten opzichte van de periode 1963-1973 verschoof 16 % van de meetpunten in de periode



Figuur 6.2.

Kaart 2 uit het rapport Waterkwaliteit Friesland 1963-1973. Weergegeven is de beoordeling met de IMP-index voor de 1<sup>e</sup> beoordelingsperiode 1963-1965. Ook in de jaren tot en met 1969 en 1972-1973 worden geen meetpunten als 'goed' beoordeeld. De kaart voor 1970-1971 toont drie punten in de kleur blauw.

1974-1978 naar een betere klasse. Zeer slecht (rood) scoren nog punten bij Stiens, Sexbierum, Heerenveen en St. Nicolaasga. Eutrofiëring wordt gezien als het 'voornaamste aandacht vragende probleem voor de waterbeheerders'.

### Rapport 1979-1981

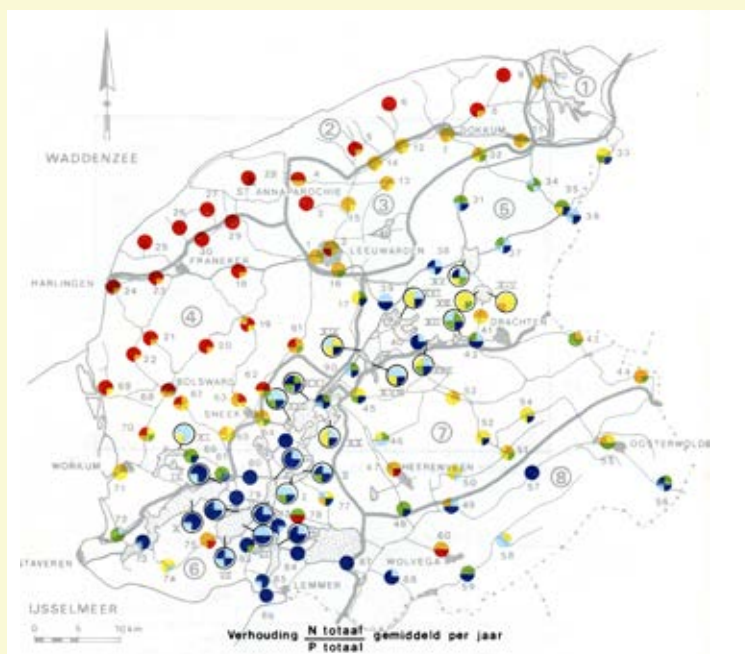
De 90 vaste meetpunten, hoofdzakelijk in boezemwater, zijn maandelijks bemonsterd. De 22 merenpunten worden 's zomers maandelijks bemonsterd. De parameter chlorofyl wordt vanaf 1980 bij de merenpunten en vanaf 1981 op de overige vaste punten 's zomers aan het analysepakket toegevoegd 'ter verruiming van het inzicht in de gevolgen van eutrofiëring'. Dezelfde acht gebieden als hiervoor worden onderscheiden. Naast toetsing van de zuurstofhuishouding middels de IMP-index wordt er getoetst aan de normen van de basiskwaliteit. "Door deze beperking (de IMP-index beoordeelt vooral de zuurstofhuishouding) dient het gewicht dat wordt toegekend aan dit beoordelingssysteem niet te worden overschat, daar belangrijke parameters geheel niet in de beoordeling worden betrokken". Dit betekent een langzaam afscheid van de IMP-index en meer (gedifferentieerde) aandacht voor verschillende waterkwaliteitsdoelstellingen en functies. Van de 90 vaste bemonsteringspunten buiten de meren heeft 65 % een chlorofylgehalte groter dan 100 µg/l, van de merenpunten 77 %. Het doorzicht in de meren is slechts 15-45 cm, 'in meerdere gevallen minder dan het absolute minimum van 25 cm'. Als belangrijke factoren voor de soms slechte waterkwaliteit worden genoemd: 1. lozing van ongezuiverd en gezuiverd afvalwater, 2. het IJsselmeer ("De sterke toename aan fosfaat in het IJsselmeer heeft zijn weerslag op de gehele Friese boezem en vele polderwateren"), 3. de landbouw (overbemesting en het gebruik van bestrijdingsmiddelen).

### Rapport 1982-1983

In 1982 zijn nog de 90 vaste meetpunten in boezemwater bemonsterd. Vanaf 1983 zijn daarvan 28 meetpunten vervallen en zijn er 28 meetpunten in polderwater toegevoegd. De 22 merenpunten (alle gelegen ter hoogte van zwemplaatsen langs de randen van het water) zijn in 1982 nog bemonsterd, vanaf 1983 is dat aantal teruggebracht tot 15 en wordt voortaan midden op de meren bemonsterd. De waterkwaliteit op basis van de zuurstofhuishouding is weer iets verbeterd. De scores volgens de IMP-index van polderwater is over het algemeen iets slechter dan van het boezemwater. In het zuidwestelijke merengebied is het fosfaatgehalte in geringe mate afgenomen, in midden en noord Friesland neemt het fosfaatgehalte nog jaarlijks toe. In 1982 voldoet 95 % van de merenpunten niet aan de chlorofylnorm (100 µg/l) van de basiskwaliteit, in 1983 is dat 87 %. Op geen enkel punt wordt aan de normenserie van de basiskwaliteit voldaan.

### Rapport 1984-1985

Vanaf 1984 is het monitoringprogramma verder geïntensifieerd. Aan het basismetnet zijn 30 meetpunten toegevoegd (geselecteerd uit 60 meetpunten van het projectmatig ecologisch waterkwaliteitsonderzoek), waardoor het routinematig meetnet bestaat uit 135 punten. Het in 1976 gestarte hydrobiologisch onderzoek is deels geïncorporeerd in het vaste programma. Het onderzoek naar microverontreinigingen is uitgebreid van 30 naar 40 punten (20 in boezemwater en 20 in polderwater), en vanaf 1984 is -op 15 locaties- begonnen met onderzoek van de waterbodem. Het chlorofylgehalte is niet veel anders dan in de jaren hiervoor. In 1984 is gestart met het project polderwateronderzoek inzake de uitwisseling van nutriënten tussen polder- en boezemwater middels water- en stoffenbalansen (Provincie Friesland, 1990a; Maasdam,



Figuur 6.3.

Fig. 7 uit het rapport Waterkwaliteit Friesland 1974-1978. Weergegeven is de N/P-verhouding voor de jaren 1974-1977. Is deze verhouding groter dan 10 (blauw) dan is fosfaat eerder beperkend, is de verhouding kleiner dan 10 (oranje en rood) dan is stikstof eerder beperkend voor algengroei.









(Over)bemesting,  
links juli 1981,  
rechts februari 2010.

### Rapport 1991

Het Waterkwaliteitsplan 1989-1995 en het Eerste Waterhuishoudingsplan 1992-1995 zijn richtinggevend voor de monitoring. Totaal fosfaat, totaal stikstof en het doorzicht blijven de grote knelpuntparameters. Het percentage meetpunten dat aan de AMK-normen voor totaal fosfaat, totaal stikstof, doorzicht en chlorofyl voldeed, bedroeg in de boezemwateren resp. 0, 1, 0 en 76. Voor de polderwateren waren die percentages resp. 15, 6, 9 en 76. Er was slechts een van de 132 meetpunten dat aan alle getoetste AMK-normen voldeed, te weten de Noordwoldervaart. Het projectmatig en biologisch waterkwaliteitsonderzoek krijgen meer aandacht. Om de waterkwaliteit te verbeteren startten, naast de tot nu toe ingezette generieke maatregelen, vanaf begin jaren '90 diverse gebiedsgerichte (proef)projecten.

### Rapport 1992

Dit rapport besteedt veel aandacht aan de differentiatie in waterkwaliteitsdoelstellingen en aan het projectmatig waterkwaliteitsonderzoek. Op het niveau van de basiskwaliteit gelden de landelijke Milbowa-normen (voorheen AMK) en de voor Friesland per watertype gedifferentieerde GMK-normen. Hieraan zijn 171 meetpunten getoetst. Op het middelste en hoogste kwaliteitsniveau zijn er de Friesland-specifieke ecologische doelstellingen. In 1992 zijn hierbij 70 locaties (in laagveenmoerassen, beken, veenpolderplassen, het kwelstengebied en in het Fochteloërveen) getoetst. Daarnaast zijn er landelijke normen, vastgelegd in AMVB's, voor water als grondstof voor drinkwater, zwemwater en karperachtigen. Hiervoor zijn resp. 16, 44 en 17 locaties bemonsterd en getoetst. "In vergelijking met 1989-1990 is er in 1991 en 1992 een duidelijke verbetering van het aantal locaties dat aan de norm voldoet, met name voor chlorofyl en zichtdiepte. Uit alle toetsingen blijkt evenwel dat de waterkwaliteit voor 1992 in het overgrote deel van Friesland nog als onvoldoende moet worden beoordeeld. In de komende jaren zullen daarom blijvende inspanningen verricht moeten worden om hierin een verbetering te brengen. Door middel van een aantal (proef)projecten wordt daaraan een gebiedsgerichte invulling gegeven. Uitgaande van de resultaten van het uitgevoerde onderzoek is er geen aanleiding om het tot nu toe gevoerde beleid bij te stellen. De eutrofiëring, uitwerking functies en waterkwaliteitsdoelstellingen, waterbodems en diffuse bronnen zijn de zaken die blijvend de aandacht vragen".



Figuur 6.5.

Kaart 19 uit het rapport *Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1986-1987-1988*. Weergegeven is het chloridegehalte in boezemwater. De meetgegevens van de punten zijn weergegeven in representatief geachte trajecten. Ingelaten IJsselmeerwater bepaalt en beïnvloedt voor een deel het kleurenpatroon.

Klasse	Kleur	Concentratie (mg/l)	Toelichting
I	Blauw	< 50	50 mg/l referentiewaarde kastest
II	Groenblauw	50-100	
III	Groen	100-200	200 mg/l norm basiskwaliteit
IV	Geelgroen	200-500	500 mg/l referentiewaarde tuilbouw, volle grond, fruitbeest
V	Oranje	500-1000	1000 mg/l referentiewaarde drinkwater voor vee
Va	Rood	> 1000	

### Rapport 1993

Waterschap Friesland heeft per 1 januari 1993 het onderzoek naar de kwaliteit van het oppervlaktewater, zoals dat sinds 1960 in en door de provincie Friesland is uitgevoerd, overgenomen en voortgezet. Het meetnet is inmiddels sterk uitgebreid en er is een scala aan analysepakketten. Per meetpunt is aangegeven welk pakket van toepassing is (basis, meren, zwemwater, karperachtigen, macroïonen, anorganische microverontreiniging, fytoplankton, zoöplankton, macrofauna en/of macrofyten) en waarvoor de uitkomsten primair gebruikt worden (boezem-poldervergelijking, watertype gebonden beoordeling, ecologische functie, viswaterfunctie of CUWVO meetpunt). Voor de landelijke rapportage waterkwaliteit van de CUWVO zijn 13 meetpunten geselecteerd. Functies van en doelstellingen voor oppervlaktewater zijn behoorlijk gedivergeerd, inclusief daaraan gerelateerde normen. Dat resulteert in toetsingen aan de grenswaarden MILBOWA, aan de gedifferentieerde milieukwaliteit, aan de functiegerichte doelstellingen (zwemwater, karperachtigen en grondstof voor drinkwater), en aan ecologische doelstellingen (de Friese Amoebestreefbeeld en de landelijke STOWA Ebeo-systemen), en van de waterbodem. De zuurstofhuishouding voldoet, enkele kleinere water uitgezonderd, vrijwel overal. Voor het eerst sinds jaren voldoet een groot aantal locaties aan de norm voor totaal-fosfaat. Door het hogere chloridegehalte in het IJsselmeerwater in de jaren 1990-1993 (in vergelijking met de jaren 1986-1989) voldeden minder boezemmeetpunten aan de chloride-norm van 200 mg/l. Voor tal van parameters is voor 16 boezemmeren een trendanalyse uitgevoerd voor de periode 1984-1993, waarbij voor fosfaat en stikstof een verwachte ontwikkeling tot 2020 is aangegeven. Over deze periode is de waterkwaliteit duidelijk verbeterd. Dat geldt voor de zuurstofhuishouding en voor fosfaat, stikstof en chlorofyl.

### Rapport 1994

Het meetprogramma is ten opzichte van 1993 nauwelijks gewijzigd. Vanaf midden jaren '80 trad een geleidelijke verbetering van de waterkwaliteit op. Door die verbetering kunnen weersomstandigheden en het (daarbij aangepaste) waterhuishoudkundig regime de kwaliteit van het oppervlaktewater van jaar tot jaar sterker beïnvloeden dan voorheen. Het weer in 1993 had een gunstige invloed op de gemeten waterkwaliteit. Het jaar 1994 daarentegen was voor de waterkwaliteit een bijzonder ongunstig jaar. De uitzonderlijke weersomstandigheden (zeer warm en nat en aan de zonnige kant) had een negatieve invloed op de waterkwaliteit. Hevige buien leidden tot een slechtere effluentkwaliteit van de rwzi's en tot extra overstorten van rioleringen, en bijgevolg tot lagere zuurstofgehalten en relatief veel meldingen van vissterfte. De boezem werd extra doorgespoeld ten behoeve van een betere zuurstofhuishouding. Minder meetpunten (dan in 1993) voldeden aan de normen voor fosfaat en doorzicht en de blauwalg *Planktothrix agardhii* domineerde sterk in het boezemwater. Een trendanalyse van 37 meetpunten in polderwater (waarvan voor een statistische toetsing voldoende data beschikbaar waren) voor de periode 1984-1994 liet voor alle parameters van de zuurstofhuishouding en voor alle eutrofiëringsparameters een verbetering zien. In de eutrofiëringstoestand van de Friese polders trad weliswaar over de gehele periode 1984-1994 een verbetering op, maar die deed zich echter geheel voor in de periode 1984-1989. Voor de periode 1990-1994 trad weer een verslechtering op.

### Rapport 1995

Wederom is de opzet van het meetnet en het monitoringprogramma ten opzichte van voorgaande jaren nauwelijks gewijzigd. De eutrofiëringstoestand van het boezemwater, uitgezonderd het chlorofylgehalte, verandert (verbetert) nauwelijks.



Figuur 6.6.

Kaart 9 uit het rapport *Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1992*. Weergegeven is het doorzicht (als maat voor de helderheid) in boezemwater (b) en polderwater (p), gemiddeld voor het zomerhalfjaar.



Van de boezemmeetpunten voldoet in 1995 91 % aan de chlorofylnorm van 100 µg/l, van de polderwatermeetpunten 83 %. Voor fosfaat (norm 0,15 mg/l), stikstof (norm 2,2 mg/l) en doorzicht (norm 40 cm) is dat slechts resp. 5, 0 en 18 % voor de boezemwateren en 19, 13 en 56 % voor polderwateren. Trendanalyse van zware metalen gehalten laat zien dat dat vrijwel nergens een probleem is, behalve voor koper en zink. Mogelijke bronnen daarvoor zijn koperen leidingen, koperhoudende anti-fouling, zinken dakgoten en verontreinigde neerslag. Waterbodems in stedelijk gebied zijn soms sterk verontreinigd. Veelal zijn hoge gehalten PAK's daarbij klasse-bepalend.

### Rapport 1996

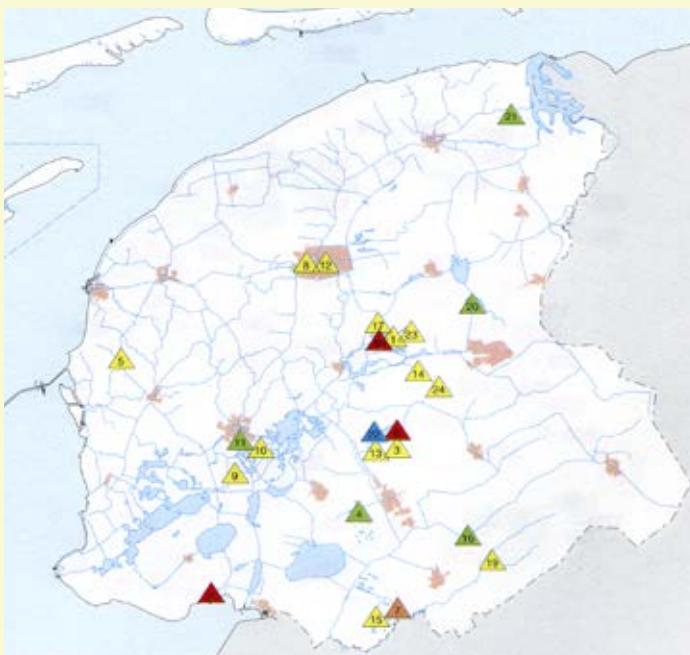
Langzaam maar zeker verbetert de waterkwaliteit, mede dankzij fosfaatvrije wasmiddelen, verdergaande afvalwaterzuivering, verminderde en zorgvuldiger mestgiften door de landbouw, verbetering van de kwaliteit van het IJsselmeerwater en door de beheerisserij in vijf achtereenvolgende winters (van 1989-90 tot en met 1993-94). Ook de recente opkomst van driehoeksmosselen kan hieraan bijdrage. De algensamenstelling in het boezemwater wordt minder gedomineerd door *Planktothrix agardhii*. Was deze dominantie in het fytoplankton in augustus 1983 plaatselijk nog bijna 100%, in augustus 1996 niet meer dan 20 %. Hier en daar komen weer onderwaterplanten terug. In totaal zijn de analysesresultaten van 279 meetpunten getoetst aan de grenswaarden uit de Evaluatienota Water. Aanvullend zijn punten getoetst aan diverse normensets, zoals aan de gedifferentieerde milieukwaliteit (Friese 'basiskwaliteit' voor 18 watertypen), zwemwater-normen, normen voor water als grondstof van drinkwater, karperachtigen, de specifieke (Friese) ecologische doelstellingen en aan de STOWA Ebeo-beoordelingssystemen voor stromende wateren, ondiepe meren, sloten, kanalen en diepe plassen. Ook zijn de eerste resultaten gepresenteerd voor 1995 en 1996 van de nutriëntenconcentraties op 69 meetpunten in 23 meetplichtige gebieden (overwegend landbouwpolders). De monitoring daarvan startte in 1995. Fosfaatgehalten zijn het hoogst in de kleipolders en het laagst in de veenpolders. Voor stikstof worden de hoogste gehalten juist in de veenpolders gemeten. In alle gevallen wordt het boezemwater sterk (negatief) beïnvloed door uitgeslagen voedselrijk polderwater.

### Rapport 1997

De zomer van 1997 kenmerkte zich door zware regenval. Mede hierdoor liet de waterkwaliteit nogal eens te wensen over. De basiskwaliteit wordt veelal nog niet gehaald. De normen voor fosfaat en stikstof werden vaak (op meer dan 75 % van de meetpunten) overschreden. Koper, zink, PAK's en bestrijdingsmiddelen blijven probleemstoffen voor de gewenste waterkwaliteit.

### Rapport 1998

Ook dit rapport doet weer verslag van de monitoringresultaten voor een groot aantal meetpunten. Tevens zijn de bevindingen van specifiek onderzoeken (bestrijdingsmiddelen, waterbodems, karperachtigen, zwemwateren, en meetplichtige gebieden) weergegeven. Bij de presentatie van de resultaten is de systematiek van de RWSR aangehouden met kleurcoderingen en klasse-aanduidingen: blauw (hoogste niveau/voldoet aan norm/goed), groen (bijna hoogste niveau/voldoet niet aan norm, matige kwaliteit/aanvaardbaar), geel (middelste niveau/voldoet niet aan norm, zeer matige kwaliteit), oranje (laagste niveau/voldoet niet aan norm, slechte kwaliteit) en rood (beneden laagste niveau/voldoet niet aan norm, zeer slechte



Figuur 6.7.

Kaart 15 uit het rapport *Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1996*. Weergegeven zijn de gebieden waar projecten in uitvoering zijn, waarbij ook waterkwaliteitsmonitoring plaats vindt. De projecten zijn verdeeld naar milieuthema's en de toen bestaande subsidieregelingen.

▲ outloerings- bestrijding	▲ integraal waterbeheer	▲ milieuvriendelijke oevers	▲ actief biologisch beheer	▲ verdrogings- bestrijding
1 De Oude Venen	7 Rottige Meente, fase 1	11 Vuilstorf Dwingepolder	13 De Deelen fase II, deel 2	20 De Leijen
2 Sondelerleien	8 Haalbaarheids AMK Leeuwarden, fase I	12 Haalbaarheids AMK Leeuwarden, fase II	14 Polderhoofdkanaal te De Veenhoop	21 Argumerkolken
3 De Deelen, fase 1	9 Schone inlaat Friesland, Anewiel		15 Rottige Meente, fase 2	22 De Deelen, fase 3
4 Narnswiid	10 Riolering Opperhuizen		16 De Tjongerdellen/Katijker Schar, fase 1	23 Ierdige Mar
5 Regenwateroverstort De Dolk, Wimarsum	6 De Deelen, fase II, deel 1		17 Vuilwaterlark, fase 1	24 Polderhoofdkanaal 2e fase
6 De Deelen, fase II, deel 1			18 Izaakswid	
7 Rottige Meente, fase 1			19 Slibvang Noordwoldervaart	

kwaliteit/onvoldoende). Voor de eutrofiëringsparameters stikstof, fosfaat en chlorofyl voldoen slechtst resp. ca. 10, 20 en 50 % van de meetpunten aan de normen (N 2,2 mg/l, P 0,15 mg/l en chlorofyl 100 µg/l voor het zomerhalfjaargemiddelde). Veel waterbodems is stedelijk gebied zijn (ernstig) verontreinigd. Voor zover toen bekend ging het om ca. 1.100.000 m<sup>3</sup> klasse 3 (verontreinigd) slib en 600.000 m<sup>3</sup> klasse 4 (ernstig verontreinigd) slib. Vooral PAK's en zware metalen zijn daarbij vaak de boosdoeners.

### Rapport 1999

Opnieuw is de RWSR methodiek gebruikt voor de weergave van de waterkwaliteit. Daarbij zijn kaartbeelden gegeven met de resultaten van de meetpunten voor de indicatoren zuurstof, eutrofiëring, chloride, zware metalen, organische microverontreinigingen en bestrijdingsmiddelen. Dit aangevuld met de resultaten voor ecologie, de waterbodem en enkele functiegerichte normenseries. De boezemmen scoren van het middelste (geel) tot beneden laagste (rood) ecologisch niveau. Van de functiewateren zijn dit jaar de laagveenmoerasgebieden, veenpolderplassen en beken gemonitord. Voor totaal fosfaat en totaal stikstof wordt overgeschakeld op een andere analysemethode (UV-detectie), nadat hiermee een periode was 'proefgedraaid' (Bams, 1997, 1999).

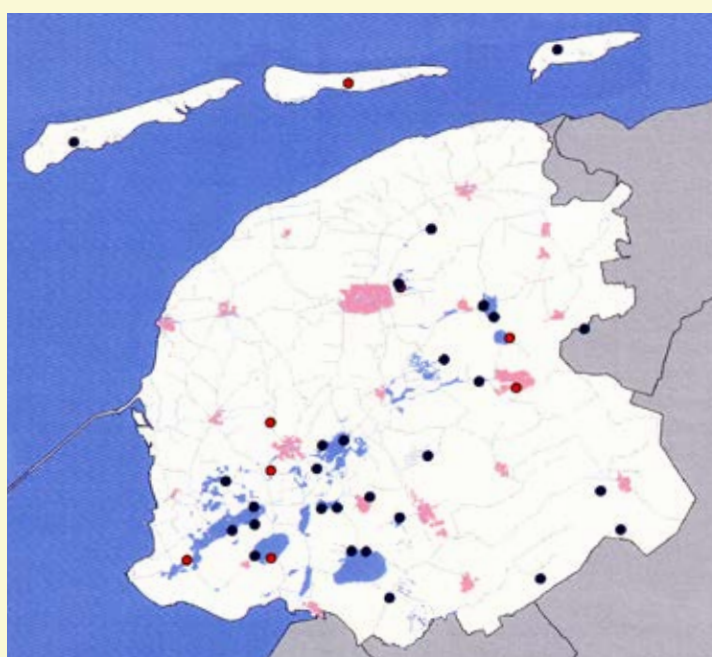
### Rapport 2000

In 1999 is een meetnetoptimalisatie uitgevoerd. Voortaan wordt (in de programmering en rapportages) onderscheid gemaakt in routinematige, operationele en projectmatige monitoring. Het routinematige meetnet is verdeeld in een basismetnet (met 75 vaste jaarlijks te bemonsteren meetpunten) en een gebiedsmetnet. Het gebiedsmetnet zal de basis gaan vormen voor de integrale watersysteemrapportages, waarbij een roulerend programma is gemaakt (zuid-oost Friesland in 2001, noord Friesland en de Waddeneilanden in 2002, zuidwest Friesland in 2003 en noordoost Friesland in 2004). In de komende jaren volgen er aparte RWSR rapportages.

Hoewel de waterkwaliteit geleidelijk aan verbetert, wordt op veel locaties nog niet aan de normen (minimum kwaliteits-eisen) voldaan. Belangrijke knelpunten zijn het gebrek aan waterplanten in de meren, te hoge nutriëntengehalten in vele wateren, plaatselijk te veel koper, zink en nikkel en voor sommige bestrijdingsmiddelen te hoge concentraties. Onderzochte waterbodems bleken hier en daar sterk vervuild (klasse 4 in Heeg en Stavoren en klasse 3 in Tzummarumvaart, Ouddiep, 't Zwin en nog eens Stavoren).

### Rapport 2001

Het algemene beeld van de waterkwaliteit is ten opzichte van voorgaande jaren niet veel veranderd. De zwemwaterkwaliteit is op 34 officiële zwemlocaties beoordeeld. Op zeven locaties (Galamadammen Fluessen, de Leijen Rottevalle, de Vleijen Ameland, de Welle Drachten, de Lytse Jerden Slotermeer, het Zouw IJlst en de Franekervaart Tirns) vond normoverschrijding voor bacteriën plaats. Daarnaast kreeg de Kleine Wielen een negatief zwemadvies vanwege te veel giftige blauwalgen. Aanvullend werden 96 onofficiële zwemplekken bemonsterd. Daarvan bleken negen locaties niet aan de normen voor zwemwater te voldoen, 70 plekken scoorden 'aanvaardbaar' en 17 plekken 'zeer goed'. Voortaan zal blijven



Figuur 6.8.

De kwaliteit van het zwemwater op de officiële zwemplekken uit het rapport *Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 2001*.

Weergegeven is de bacteriologische beoordeling op basis van de ziekteverwekkende organismengroepen *Colibacteriën* en *Streptococcen*.

dat de bacteriologische verontreiniging steeds minder een probleem is, de (giftige) blauwalgen echter een toenemend probleem vormen voor een aanvaardbare zwemwaterkwaliteit. Daarnaast geeft dit rapport een beknopt overzicht van de projectmatige monitoring en aanvullende onderzoeken.

## 6.5 Themarapportages in de eerste decennia van de 21<sup>e</sup> eeuw

Hoewel het maken van de jaarlijkse waterkwaliteitsrapporten stopte, betekende dat niet een einde van de (routinematige) bemonsteringen, integendeel. De waterkwaliteitsmonitoring liep door, echter de nieuwswaarde (voor het bestuur) nam af. Van jaar op jaar veranderde er niet veel meer in de nog licht stijgende lijn van een geringe waterkwaliteitsverbetering. Naast het routinematige basismetnet voor waterkwaliteit nam het projectgebonden waterkwaliteitsonderzoek in de loop der jaren aanzienlijk toe. Daarover zijn vele waterkwaliteitsrapporten verschenen, zoals over de Alde Feanen, De Deelen, het Nanneviid, de Leijen, diepe plassen, het polderwateronderzoek inzake nutriëntenstromen, brakke wateren en verzilting, waterplantenvegetaties in boezemmeren en waterbodemonderzoek. Zo maakten de cluster biologie en Van Strien van het laboratorium van Wetterskip Fryslân tal van technische rapportages over resp. hydrobiologische monitoringprojecten en vervuilde waterbodems. Daarnaast hebben studenten (het Van Hall Instituut, later Van Hall Larenstein was grosleverancier) met vele stage- en afstudeerprojecten hier aanzienlijk aan bijgedragen.

Dat geheel leverde rond de eeuwwisseling een situatie op dat het algemene plaatje van de waterkwaliteit wel duidelijk was. Het dieptepunt van ernstige watervervuiling was al weer ruimschoots verleden tijd: nauwelijks nog vissterfte, geen stinkend water meer en ook botulisme werd een zeldzaamheid. Blijvend waterkwaliteitsprobleem was en bleef de eutrofiëring. En daar leek ook nauwelijks enige (afnemende) beweging in te zitten. De rwzi's presteerden prima, ook in het verwijderen van fosfaat en stikstof. Daar is met de huidige techniek niet veel meer mogelijk. De kwaliteit van het IJsselmeerwater was al behoorlijk verbeterd. Maar desondanks blijvend een gering doorzicht, vrijwel geen waterplanten en veel brasem in de meren en plassen, en juist veel waterplantenbegraving van eutrafente soorten in de sloten.

Er was behoefte aan verdiepingsslagen in kennis van en inzicht in de achter de schermen liggende oorzaken en zich daar afspelende processen, die de eutrofiëring zo permanent maakten en maken. Dat zou bijvoorbeeld kunnen met analyses van lange meetreeksen, met aangepast beheer en zien wat er dan gebeurt of met modelstudies en scenario-berekeningen. Bovendien diende de KRW zich aan, wat de nodige aandacht vroeg. En het klimaat veranderde met merkbare invloed op de waterkwaliteit<sup>29</sup>. Het afgelopen decennium heeft Wetterskip Fryslân een aantal omvangrijkere studies uitgevoerd of laten uitvoeren; dus geen jaarlijkse waterkwaliteitsrapporten meer, maar themarapportages. Een aantal daarvan (zie tabel 6.2) wordt hierna kort besproken.

**Tabel 6.2 - Overzicht van een aantal na 2001 gemaakte themarapportages.**

Titel themarapportage	Uitgevoerd door
Waterkwaliteit en -kwaliteitsontwikkelingen in de Friese meetgebieden in de periode 1995-2000	Oranjewoud, 2004
Regionale watersysteemrapportage Fryslân; samenvatting van vier gebiedsrapportages	Wetterskip Fryslân, 2006d
Klimaatverandering en Waterkwaliteit	FutureWater, 2006
Themaonderzoek eutrofiëring. Eindrapport	Witteveen+Bos 2006
Onderhoud op Maat, Evaluatie vegetatieonderzoek 2001-2005	Buro Elodea & Grontmij, 2007
Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland	H. van Dam & J.H. Wanink (Koeman en Bijkerk) & Grontmij, 2007
Laagveenmoerassen in Fryslân. Evaluatie van herstelmaatregelen en beschrijving van KRW-doelen	Oranjewoud, 2007
Huidige toestand Kleine Wielen. Toepassen van de methode 'Van helder naar troebel ... en weer terug'	Royal Haskoning, 2010
Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen	R. Pot, 2010 i.o.v. Werkgroep Routekaart Heldere Meren
Maatlatten en toetsing Friese waterlichamen 2006-2010	Altenburg & Wymenga i.s.m. Ecofide, 2011
Trends in stikstof- en fosfaatconcentraties	Rozemeijer & Klein, 2013 (Deltares)
Voorkomen van blauwalgen	Harezlac, 2013 (Deltares)

### Waterkwaliteit in de meetplichtige gebieden

Nadat de provincie gebiedsdekkend was ingedeeld in watersystemen met daaronder subwatersystemen en er boven geclusterde watersystemen (Dol, 1995; Van Meerendonk, 1996) heeft de provincie het initiatief genomen tot het door de waterschappen in beeld laten brengen van waterkwantiteits- en waterkwaliteitsgegevens van een selectie van deze watersystemen. In 1995 startte de monitoring van 23 meetplichtige gebieden: 21 op het vaste land en twee op de Wadden-

<sup>29</sup> Uit diverse studies is inmiddels gebleken dat de huidige klimaatverandering, met een stijgende temperatuur en meer neerslag (in korte tijd), de eutrofiëring stimuleert (Kosten, 2011). Of wel het watersysteem toont, bij gelijkblijvende nutriëntengehalten, meer en vaker eutrofiëeringsverschijnselen, zoals blauwalgenbloei in groter water (Kosten, 2010; Kosten et al., 2011) en meer woekerende waterplanten in watergangen (Netten, 2011; Van Zuidam, 2013).



eilanden. Deze selectie was gebaseerd op grondwatersystemen, bodemtype en kwel of juist infiltratie. Deze 23 gebieden zijn gedurende zes jaar, tot en met 2000, gemonitord ten behoeve van water- en stoffenbalansen en het in beeld brengen van de waterkwaliteit (vooral inzake nutriënten en macroïonen, gerelateerd aan grondsoort en landgebruik). Waterkwaliteitsmonitoring was voor de balansstudies toegespitst op de inlaat- en lozingspunten van water. Ook vond monitoring binnen de gebieden plaats. Zijlstra (1996) gaf vorm aan dat programma (waarin ook macrofauna en waterplanten waren opgenomen) met de meetplichtige gebieden Linde (zand), Vierhuis (veen) en Edens (klei) als voorbeeld. Hij presenteerde een waterkwaliteitsbeoordeling van verkregen gegevens. Scheentra (1995) had daarvoor een eenvoudig ecologisch beoordelingssysteem ontwikkeld. In 2004 verscheen een uitgebreide rapportage over de waterkwaliteitsgegevens van alle meetplichtige gebieden (Bouwhuis & Linders, 2004). De nutriëntengehalten zijn uitgebreid gepresenteerd: onderling (N/P verhouding), voor de afzonderlijke jaren, naar grondsoort en naar ligging (inlaat- of uitlaatpunten per gebied). Toetsing vond plaats aan de MTR normen uit de Vierde nota waterhuishouding (zomergemiddelde voor totaal fosfaat en totaal stikstof kleiner of gelijk aan resp. 0,15 en 2,2 mg/l). In geen enkel meetplichtig gebied werd gedurende de gehele periode aan de zomergemiddelde normen voor totaal fosfaat en totaal stikstof voldaan. In kleigebieden is het fosfaatgehalte het grootst, voor stikstof is die grondsoort-gerelateerde relatie minder duidelijk. De macroïonen zijn uitgewerkt in Radar- en in IR-EGV diagrammen en ingedeeld in typen. In 2003 maakte de provincie Fryslân een beleidsevaluatie van het (intussen een stille dood gestorven) fenomeen van 'meetplichtige gebieden'. Sollie (2006) werkte later de (water- en stoffenbalans) gegevens van gebied Vierhuis verder uit.

Voorafgaand aan dit systematisch opgezette provinciedekkende meetprogramma was al enkele jaren het 'polder-boezemwater' onderzoek uitgevoerd. In dat kader zijn vijf stagerapporten en twee rapporten van de Hoofdgroep Waterstaat en Milieu van de provincie verschenen, met een samenvattend eindrapport (Provincie Friesland, 1990a). Daar was de overall conclusie op basis van water- en stoffenbalansen dat de polders het boezemwater meer belasten met nutriënten dan omgekeerd. Dit was ook een van de bevindingen uit het FosFri-onderzoek. Eenzelfde conclusie trok Tamsma (2012) op basis van gedetailleerd onderzoek in vier polders in het veenweidegebied ten zuiden van het Tjeukemeer. Dit onderzoek vond plaats in het kader van het landelijke Kennis voor Klimaatproject, hotspot ondiepe meren en veenweidegebieden. Bij het KRW-innovatieproject Wetterlânnen bleek dat de nutriëntenbijdrage vanuit de polders waarschijnlijk nog onderschat wordt (Claassen et al., 2012). De fosfaat- en stikstofgehalten in uitgemalen polderwater zijn tijdens bemaling aanzienlijk hoger dan in datzelfde water op momenten dat niet bemalen wordt.

### **Regionale watersysteemrapportage**

In de plancyclus van Rijk (zie bijvoorbeeld de Derde nota waterhuishouding en Vierde nota waterhuishouding), provincies (Eerste provinciaal waterhuishoudingsplan, Tweede waterhuishoudingsplan, Waterhuishoudingsplan 2010-2015) en waterschappen (zoals het Waterkwaliteitsplan, IWBP en Waterbeheerplan) wordt als het goed is de beleidscyclus doorlopen. In beknopte vorm bestaat die uit de segmenten beleidsvoorbereiding, beleidsformulering, beleidsuitvoering en beleidsevaluatie. De beleidsevaluatie wordt gevoed vanuit de monitoringcyclus met functies van watersystemen, doelen, normen, monitoring, waterkwaliteitsbeoordeling en rapportage. Deze laatste cyclus vormt de kern van de regionale watersysteemrapportages (RWSR): verkenning, inventarisatie, monitoring, beoordeling en rapportage. In 1997 was hiervoor een landelijke handleiding opgesteld.

Na een lange aanloop van meer dan vijf jaar werd in 2001 door de Friese waterschappen en de provincie het Plan van Aanpak Implementatie RWSR vastgesteld om te komen tot regionale watersysteem rapportages. Het beheergebied van Wetterskip Fryslân werd in vieren gedeeld; voor ieder deelgebied verscheen vervolgens een RWSR. Gelijktijdig werd in 2001 het monitoringprogramma voor die RWSR's vastgelegd. Dat zou dan een zich herhalend proces worden met een cyclus van eens in de vijf jaar een deelgebied monitoren. Het monitoringjaar gaat vooraf door een planningsfase en wordt gevolgd door een rapportagefase. Voorafgaand aan deze opzet en planning was eerder een proefproject RWSR uitgevoerd in drie kleine gebieden: Alde Feanen, Linde en Roptazijl (Straten et al., 1998; Witteveen+Bos, 1998a). De werkwijze betreft vooral het systematisch inventariseren van de toestand van milieu-indicatoren, zoals voor zuurstof, eutrofiëring, zouten, zware metalen, organische microverontreiniging en bacteriologie in het oppervlaktewater en vervuiling van de waterbodem. De behaalde scores van die indicatoren worden vervolgens geaggregeerd naar aspecten, deelsystemen en ten slotte naar functies van het watersysteem. Alle drie gebieden scoorden bijvoorbeeld voor de algemene ecologische functie net voldoende: 'voldoet minimaal aan functie-eisen'.

In het IWBP 2000 en in het 'Actieprogramma Regioteam diffuse bronnen 2002-2004' was de emissie-analyse voor de vier deelgebieden gepland. De uitgebreide inventarisaties voor de RWSR's werd in 2001 uitgevoerd in zuidoost Friesland (De Straat Milieuadviseurs, 2002). Daarbij zijn de watersystemen van Linde, Tjonger, Koningsdiep, Schoterlandse en Opsterlandse Compagnonsvaart, Haulerwijkstervaart en Vledder- en Wapserveensevaart geanalyseerd en beschreven. Uitgewerkte aspecten waren hydrologie en de emissies vanuit riolering, rwzi's, punt- en diffuse bronnen. Er werd onder meer het volgende geconcludeerd: Voor fosfaat en stikstof vormt de uit- en afspoeling van meststoffen uit landbouwgebieden de dominante bron. Voor zware metalen zijn de rwzi's en rioolwateroverstorten de belangrijkste (punt)bronnen, met voor lood en koper ook de recreatie (gebruik van vislood door sportvissers en koper in antifouling op recreatieschepen).

Jaar	Code	Watersysteem	Basisfunctie	Drink- en industriewater	Landbouw	Natuur	Stedelijk water	Zwemwater	INDEX
2001	ZO_01	De Deelen	90	85	94	71	85	nvt	85
	ZO_02	Benedenloop Boorne	88	85	98	71	85	nvt	85
	ZO_03	Benedenloop Koningsdiep	89	85	94	69	85	nvt	84
	ZO_04	Bovenloop Koningsdiep	86	85	92	69	85	nvt	83
	ZO_05	Haulerwijkstervaart	85	85	94	69	85	nvt	84
	ZO_06	Opsterlandse Compagnongsvaart	85	85	87	69	85	nvt	82
	ZO_07	Schoterlandse Compagnongsvaart	89	85	81	85	85	nvt	85
	ZO_08	Tjonger	88	85	87	64	85	100	85
	ZO_09	Linde	88	85	87	67	85	100	85
	ZO_10	Vledder- en Waspurveense Aa	88	85	93	nvt	85	nvt	88
2002	NW_01	Dongeradielen	87	nvt	75	85	100	nvt	87
	NW_02	Leeuwarderdeel- Ferwerderadeel	88	nvt	81	nvt	85	nvt	85
	NW_03	Swarte Harne	90	nvt	75	nvt	100	nvt	88
	NW_04	Marssum	93	nvt	75	nvt	95	nvt	88
	NW_05	Ropta-Schalsum	89	nvt	75	nvt	85	nvt	83
	NW_06	Marnemond	86	nvt	75	nvt	100	nvt	87
	NW_07	Vlieland	81	100	85	95	100	nvt	92
	NW_08	Terschelling	86	100	84	92	100	100	94
	NW_09	Ameland	82	100	75	91	100	100	91
	NW_10	Schiermonnikoog	81	100	75	98	100	100	92
2003	ZW_01	Leeuwarden	98	nvt	73	nvt	93	nvt	88
	ZW_02	Middelzee	93	nvt	85	nvt	nvt	nvt	89
	ZW_03	Centraal Kleigebied	93	nvt	81	61	30	nvt	66
	ZW_04	Marne-Middelsee	97	nvt	76	nvt	65	nvt	79
	ZW_05	Polders Workum - Bolsward	90	nvt	75	61	65	nvt	73
	ZW_06	Veenpolders Fluesssen - Sneekermeer	94	100	83	59	65	85	81
	ZW_07	It Haskerlân	94	nvt	78	61	58	100	78
	ZW_08	De Veendistricten	94	nvt	73	53	nvt	nvt	73
	ZW_09	Stavoren	95	nvt	81	59	65	nvt	75
	ZW_10	De Merenpolders	95	100	78	60	93	100	88
	ZW_11	Doniawerstal	95	100	75	60	85	100	86
	ZW_12	St. Johanniska	92	nvt	87	61	93	100	87
	ZW_13	De Prinsenwijk	88	nvt	95	30	nvt	100	78
	ZW_14	Gaasterland	84	nvt	76	48	100	nvt	77
	ZW_15	De Veenpolders	91	nvt	68	59	58	100	75
	ZW_16	Veenpolders van de Stellingwerven	92	nvt	80	nvt	93	nvt	88
2004	NO_01	Lauwers	94	nvt	73	58	100	nvt	81
	NO_02	Oude Lauwers	93	nvt	73	nvt	93	nvt	86
	NO_03	Zuidoever Dokkumer Ee	93	nvt	73	53	93	100	82
	NO_04	Noordoostelijke Wouden	95	nvt	76	53	85	nvt	77
	NO_05	Noordwestelijke Wouden	97	100	73	53	93	100	86
	NO_06	De Leijen - Bergumermar	95	100	74	53	100	100	87
	NO_07	Offerhaus (Garijp)	89	95	79	53	100	nvt	83
	NO_08	Lange Deel - Greate Krite	92	nvt	75	61	100	nvt	82
	NO_09	Alde Feanen	93	nvt	83	59	100	100	87
	NO_10	Oostelijke Oever Middelzee	95	nvt	73	61	93	nvt	80
	NO_11	Oudvaart	92	nvt	73	93	93	nvt	87

**Tabel 6.3.- Watersysteemindex**

Watersysteemindex voor zes functies en de overall index voor de watersystemen, zie kaart 6 (blauw voldoet, groen voldoet bijna, geel wijkt af, oranje wijkt sterk af, rood wijkt zeer sterk af van de norm). Resultaat van de RWSR-beoordeling (uit Wetterskip Fryslân, 2006d).

De inventarisaties ten behoeve van de overige drie RWSR's van de gebieden noord(west) en de Waddeneilanden (2002), zuidwest (2003) en noordoost (2004) verschenen twee jaar later (De Straat Milieuviseurs, 2004a, 2004b, 2004c).

Aansluitend verschenen de vier gebiedsdekkende regionale watersysteemrapportages (Wetterskip Fryslân 2003e, 2005a, 2006a, 2006b). Een bestuurlijke samenvatting van dit geheel verscheen in 2006; naar later bleek het einde van de RWSR. In deze samenvatting is een eindbeoordeling van de onderscheiden watersystemen opgenomen. Die watersysteemindex, als een 'integrale beoordeling van functiedoelstellingen', was gebaseerd op 37 effectindicatoren, die een beeld geven van de waterkwaliteit van de watersystemen en is gekoppeld aan zes functies (basisfunctie, drink- en industriewater, landbouw, natuur, stedelijk gebied en zwemwater). De indicatoren betrekking hebbend op de waterkwaliteit zijn beoordeeld volgens de MTR-waarden uit de Vierde nota waterhuidhouding. Deze index is berekend en weergegeven voor 47 watersystemen. De KRW overruledde de vervolgcyclus van de regionale watersysteemrapportages. In feite gaven die rapportages een goed inzicht in de waterkwaliteit en in de belastingen van de watersystemen. Op basis daarvan konden de maatregelen, die nog genomen moesten worden om de ecologische waterkwaliteit te verbeteren, beter worden afgewogen. In diezelfde periode werden, ook met het oog op vast te stellen KRW-doelen en -opgaven, enkele themarapportages uitgevoerd: trendanalyse eutrofiëring (Witteveen+Bos, 2006b); klimaat en waterkwaliteit (Loeve et al., 2006); laagveenmoerassen (Verhagen et al., 2007) en trendanalyse hydrobiologische gegevens (Van Dam & Wanink, 2007).



*Drie generaties gemalen aan de St. Johannesgaaster Veenpolder; de molen 'De Hersteller' bemaalde de polder van 1857 tot 1931.*

### **Klimaatverandering en waterkwaliteit**

De leerstelling 'het weer krijgen we en het klimaat verwachten we' is in zoverre achterhaald, dat verwachte klimaatverandering (climate change) zich al daadwerkelijk voordoet. De temperatuur stijgt, de neerslag neemt toe en valt vaker in zware buien en tal van waargenomen weerextremen (global weirding) zijn van de laatste tijd. Er zijn weinig water gerelateerde onderwerpen waarover de laatste 15 jaar meer is gepubliceerd dan over klimaatverandering. Veiligheid, voldoende water, mitigatie en adaptatie voeren daarbij de boventoon. Vanaf 2000 worden in ons land zogenaamde klimaatscenario's gehanteerd: enkele hoofdrichtingen waarin het klimaat zich zal kunnen ontwikkelen en gaat voordoen. In het Advies van de Commissie WB21 'Waterbeleid voor de 21<sup>e</sup> eeuw' zijn deze scenario's voor het eerst gebruikt. Dat waren toen drie ontwikkelingsrichtingen voor 2050 en 2100: het minimum-, midden- en maximumscenario. In alle scenario's stijgt de temperatuur, neemt de neerslag en de intensiteit van buien toe en stijgt de zeespiegel. Slechts de mate waarin verschilt per scenario. Eind 2006 zijn deze drie scenario's vervangen door vier andere scenario's (KNMI, 2006). Ook hier gelden de hiervoor gegeven veranderingen. Er zijn meer nuances aangebracht, onder meer naar seizoenen. Alle vier scenario's (G, G+, W en W+) vallen op door een afname in het aantal natte dagen in de zomer. De gemiddelde zomerse neerslag kan toenemen (in G en W) of juist afnemen (in G+ en W+). In 2009 vond een kleine bijstelling plaats van deze scenario's (KNMI, 2009). In mei 2014 werden de aangepaste KNMI'14 klimaatscenario's gepubliceerd, voortbordurend op KNMI'06. Er is extra informatie toegevoegd over klimaatvariabelen, regionale differentiatie, tijdreeksen en kaartbeelden. In 2008 bracht de UvW een brochure uit met 12 voorbeeldprojecten uit den lande hoe al wordt geanticipeerd op klimaatverandering. Het thema klimaat en waterkwaliteit/ecologie is toegelicht met de studie van FutureWater (2006) in Friesland. In 2010 werd het klimaatakkoord Unie en Rijk 2010-2020 gesloten, waarbij vele doelen en taken (vooral voor mitigatie) zijn vastgelegd, zoals beperking uitstoot broeikasgassen, energieretrieving, duurzame mobiliteit en duurzaam inkopen. Waterkwaliteit als zodanig bleef hierbij buiten beeld.

De zich voordoende klimaatverandering heeft ook zijn weerslag op de waterkwaliteit. Hierover zijn vele studies verricht en rapporten gepubliceerd. Verziltning springt er vaak als eerste uit, sterk gerelateerd aan de landbouw, met bedreigingen en kansen. Die kansen zijn voor de Friese kustregio uitgetekend door Atelier Fryslân (2009) en diepgaand onderzocht in het EU-Interregproject CliWat. Voor de natuur zijn de gevolgen ook snel zichtbaar; DLN wijdde er in 2003 een themanummer aan. Meer directe waterkwaliteitseffecten zijn het vrijkomen van nutriënten met run-off naar het oppervlaktewater en een toename van (blauw)algengroei met meer kans op toxineproductie (Roijackers & Lurling, 2007), meer drijfbladplanten zoals kroos ten nadele van submerse soorten en vergrote kans op blijvende vestiging van invasieve exoten. Vanuit de Wageningen Universiteit is recent een aantal proefschriften verschenen met onder meer klimaatverandering en waterkwaliteit als thema (onder andere van Kosten, 2010; Lacerot, 2010; Netten, 2011; Van Zuidam, 2013), vooral handelend over waterplanten- en algengroei. Rijkswaterstaat publiceerde in 2007 'een nationale verkenning'. Daarin wordt geconcludeerd dat "kleinere wateren gevoeliger voor klimaatverandering zijn dan grote. Ook de effecten zullen per watertype verschillen. Vennen zijn meer gevoelig voor verdroging, diepe plassen en grotere wateren voor eutrofiëring, rivieren voor exoten, de kustwateren en Waddenzee voor verzuring door CO<sub>2</sub>-opname en voor verlies aan de kraamkamerfunctie. Het bereiken



In de afgelopen eeuw zijn er 15 Elfstedentochten verreden. Door de verwachte temperatuurtoename berekende het KNMI (2003) een verwachting voor de 21<sup>e</sup> eeuw. Binnen de spreiding van de klimaatscenario's daalt het aantal Elfstedentochten daarbij tot 10 à 4, zo is de verwachting. Maar intussen... Met de presentatie op 27 mei 2014 van de nieuwe KNMI'14 klimaatscenario's wordt die verwachting er niet rooskleuriger op. 'Vergeet de Elfstedentocht, koop een stevige paraplu', zo berichtte de LC die dag. In de KNMI-brochure wordt dit als volgt onderbouwd: "Het Planbureau voor de Leefomgeving heeft berekend hoe de kans op een Elfstedentocht verandert in de KNMI'14 scenario's voor 2050. Momenteel is die kans 15 % per jaar. Bij alle scenario's neemt die kans af: naar 2 % bij G1, 0,6 % bij Gh, 0,4 % bij W1 en 0,2 % bij Wh in 2050. Die kansen zijn kleiner dan destijds bij de KNMI'06-scenario's (minimaal 0,6 % bij W+), omdat bij KNMI'14 de koudste winterdagen veel sterker opwarmen". Bij het hoofdkantoor van Wetterskip Fryslân wappert vrijwel dagelijks de vlag van de Koninklijke Vereniging de Friesche Elfsteden. Het nostalgisch gevoel daarbij wordt langzamerhand wel erg groot.



*De Elfstedenbrug (Kanterlandsebrug) aan de Murk met doorkijk richting de Bonke.*

van de KRW-doelen wordt bemoeilijkt; daarvoor zijn dan extra inspanningen en maatregelen nodig". Het probleem bij het voorspellen van effecten op waterkwaliteit en ecologie is dat de impact van steeds weer andere extremen op andere momenten of voor andere factoren lastig is. Dat populaties van soorten reageren op klimaatverandering is wel duidelijk en dat is relatief snel zichtbaar. De STOWA bundelde in 2007 onderzoeksvragen van waterbeheerders en publiceerde in 2011 een omvangrijke 'frisse blik op warmer water' (Kosten, 2011).

Op basis van waterkwaliteitsgegevens van Wetterskip Fryslân is in 2006 een analyse uitgevoerd naar mogelijk effecten van klimaatverandering (Loeve et al., 2006). Van acht KRW watertypen zijn gegevens geanalyseerd van een voor neerslag klimatologische gemiddeld (2000), droog (2003) en nat (2004) jaar. Vergelijkingen vonden plaats voor temperatuur, chloride, elektrisch geleidingsvermogen, zuurgraad, zuurstof, fosfaat en stikstof. Daarnaast is een analyse uitgevoerd naar de invloed van temperatuur, neerslag en wind op de waterkwaliteitsdata van 1999 tot 2006. De watertemperatuur bleek de driver met de grootste impact te zijn, gevolgd door de neerslag. De temperatuuranalyse liet zien dat voor alle meetpunten de temperatuur in die periode is gestegen: op basis van data vanaf 1984 gemiddeld genomen met 0,5°C per decennium en dat de zuurstof- en stikstofgehalten afnamen. In de uitgevoerde trendanalyse van hydrobiologische gegevens (Van Dam & Wanink, 2007) bleken ook klimaateffecten naar voren te komen. Het groeiseizoen voor fytoplankton wordt langer, zowel in voor- als najaar.

Inzoomend op adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur is door Wageningen UR een analyse gemaakt voor onder meer zuidoost Friesland (het gebied rondom Lemmer-Wolvega, met Groote Brekken, Tjeukemeer, Rottige Meente en Lindvallei). Wateroverlast en droogte werden als belangrijkste knelpunten benoemd. Waterkwaliteit als zodanig wordt weinig uitgediept. Dat gebeurde wel in het hotspotonderzoek Ondiepe meren en veenweidegebieden in het kader van het landelijk programma Kennis voor Klimaat. Het Tjeukemeer en vier veenpolders daar direct ten zuiden van vormden het Friese studiegebied. Daarover is gerapporteerd door Tamsma (2012), Brouns & Verhoeven (2013) en Van Zuidam et al. (2013). Uit de samenvatting van het rapport van Tamsma de volgende passage, gebaseerd op nauwkeurig gemaakte water- en stoffenbalansen van die vier polders: "Voor elke polder zijn de afvoervrachten van beide nutriënten gedurende het gehele jaar hoger dan de toevoervrachten, met uitzondering van het voorjaar. Verder zijn de nutriëntenvrachten in het winterhalfjaar hoger dan in het zomerhalfjaar. Het verloop van de stikstof- en fosfaatconcentraties bevestigen deze



*Zichtbare bodemdaling in het veenweidegebied (polder Echten) langs een hoogwater aanvoersloot, april 2010.*



trends, waarbij de concentratie van het polderwater hoger is ten opzichte van het ingelaten boezemwater. De nutriëntentoeestand van het polderwater is deels te verklaren door het neerslagoverschot, de watertemperatuur, de grondwaterstand, het landgebruik en voor fosfaat nog de bodemopbouw. Als gevolg van de nutriëntentoeestand komen hoofdzakelijk voedselminnende vegetatiesoorten voor in de polderwatergangen". Deze resultaten bevestigen alle eerdere onderzoeken van de wederzijdse nutriëntenstromen van boezem naar polders en omgekeerd: er komt vaak aanzienlijk meer uit de polders dan er met boezemwater in gaat. De bevindingen zijn ter plaatse gepresenteerd in enkele workshops en benut voor het maken van regionale adaptatiestrategieën. Ook worden de resultaten benut voor de te maken beleidsvisie veenweidegebieden (RoyalHaskoningDHV, 2013b).

### **Themaonderzoek eutrofiëring**

Om de vanaf begin jaren '90 langzame waterkwaliteitsverbetering, althans voor de meeste fysisch-chemische parameters, te volgen is trendanalyse een geschikte methode. Langjarige analysesresultaten van eenzelfde meetpunt geven daarbij een beeld van het verloop in de tijd. Correlatieanalyse geeft daarbij aan of en in welke mate eventuele veranderingen significant zijn. In 2006 is zo'n trendanalyse uitgevoerd voor de belangrijkste eutrofiëringsparameters: fosfaat, stikstof, chlorofyl en doorzicht (Witteveen+Bos, 2006). Als vijfde parameter is chloride meegenomen. Die analyse werd uitgevoerd met het oog op de watertype gebonden normen, die vanaf die tijd nodig waren om aan te sluiten bij de (na te streven) KRW-doelen. Tot dan toe werd getoetst aan de uniforme MTR-normenset, zoals opgenomen in de Vierde nota waterhuishouding. Naast een trendanalyse van de waarnemingen uit de periode 1984-2005 vond een trendverwachting (na extrapolatie en rekening houdend met diverse relevante ontwikkelingen en ecosysteemprocessen) plaats tot in 2015 (als zijnde een belangrijke KRW-datum waarop de waterkwaliteitsdoelen in eerste instantie zouden moeten zijn gehaald). De beschikbare dataset gaf voor tien KRW-watertypen de trend weer met de verwachte gehalten in 2015. Voor fosfaat, stikstof en chlorofyl werden dalende trends gevonden, voor doorzicht een stijgende. Het chloridegehalte vertoonde nauwelijks veranderingen. Een daarin opgenomen samenvattende tabel geeft de waarden voor deze vijf parameters in 2005 en de verwachte waarden in 2015. Ondanks de op vele plaatsen afnemende eutrofiëring met dalende gehalten fosfaat en (in mindere mate) stikstof en chlorofyl, werd nog vaak niet aan de MTR-normen uit de Vierde nota water voldaan. Dat geldt zeker nog voor het doorzicht.

Als voorbeeld de getallen voor de ondiepe gebufferde meren (KRW type M14) voor 2005 en 2015 voor resp. chloride, totaal fosfaat, totaal stikstof, chlorofyl en doorzicht: 115/115 mg/l, 0,07/0,05 mg/l, 2,1/2,1 mg/l, 65/58 µg/l en 40/42 cm. Voor chloride en stikstof is er geen verbetering te verwachten, voor fosfaat, chlorofyl en doorzicht slechts een minimale verbetering. Voor de andere watertypen bleek eenzelfde beeld. Uitzonderingen vormden ondiepe laagveenplassen (type M25) en langzaam stromende middenlopen en benedenlopen op zand (type R5), die beide geen enkele verbetering lieten zien voor deze vijf parameters. Al met al geen hoopvol vooruitzicht.

### **Onderhoud op Maat en Beheer- en Onderhoudsplan**

Al voordat het maatregelenpakket voor de KRW (in de planperiode 2010-2015) fors inzet op de aanleg van natuurvriendelijke oevers waren de Friese waterschappen al bezig met een meer natuurvriendelijke onderhoud van de hoofdwatergangen. In 2001 startte het project 'Onderhoud op Maat' (OOM). In 2006 werd deze in een aantal hoofdwatergangen uitgevoerde aangepaste onderhoudsmethode afgesloten (Bijlsma & De Leeuw, 2007). De betrokken watergangen liggen alle in agrarisch gebied, verspreid over vijf proefgebieden (polder Hollum-Ballum Ameland, polder Ludinga, Oostermeer Seadwei en Bildwei, Boven Tjonger en de Veenpolder van Echten). Ieder gebied kende meerdere proeftrajecten met enkele referentiegebieden. Aanvullend op de vegetatiebeschrijvingen vond van 2002 tot en met 2005 fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek en monitoring van diatomeeën en macrofauna plaats. Het aangepaste onderhoud hield veelal in: niet meer klepelen, maaien met maaiakorf, later in het seizoen maaien en het maaisel verder op de kant deponeren; soms ook het talud of de plasberm

*Schonen van sloten (augustus 1996), sinds 2006 conform de Flora- en faunawet.*





Groot onderhoud van een hoofdwatgang (oktober 2012) met eenzijdig een natuurvriendelijke oever, oktober 2012.

om en om een maal per twee jaar maaien. Met uitzondering van de krap gedimensioneerde watgangen bleek OOM goed mogelijk. Het leidde veelal tot een kleine verschuiving in de vegetatie naar soorten van iets voedselarm water en een grotere diversiteit aan soorten. Er kon nog geen effect op de fysisch-chemische waterkwaliteit worden vastgesteld (zie verder paragraaf 8.3).

### Trends in hydrobiologische gegevens 1981-2005

Het in 1976 door de provincie gestarte hydrobiologisch onderzoek nam in de loop der jaren in omvang toe. Tot en met 1980 werden enkele kleine projectmatige onderzoeken uitgevoerd (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979b; Claassen, 1981a) en in de jaren 1981 tot en met 1983 werd de basis gelegd voor een totaalbeeld van de variatie in wateren en 'natuurlijke' waterkwaliteit op het vaste land van de provincie (Claassen, 1980; 1987b). Die 'natuurlijke' waterkwaliteit leidt op basis van de macroïonen-gehalten en -verhoudingen tot een zogenaamde 'eerste orde typologie' (zie bijvoorbeeld figuur 3.1). Vanaf 1984 liepen fysisch-chemische en hydrobiologische monitoring deels gelijk op. Na 25 jaar tijd voor een terugblik en 'samenvatting' van al het onderzochte. In deze studie zijn van 261 locaties, verdeeld over 19 watertypen, de hydrobiologische data van fytoplankton, zoöplankton, diatomeeën, macrofauna, waterplanten en vissen verwerkt. Fosfaat, stikstof en chloride waren de belangrijkste betrokken (verklarende) chemische parameters. Voor deze trendanalyse zijn vier tijdspannen onderscheiden: 1981-'90, 1991-'95, 1995-'00 en 2000-'05 (Van Dam & Wanink, 2007).

De geconstateerde veranderingen in de levensgemeenschap zijn grotendeels het gevolg van de vermindering van de eutrofiëring (afname van P en N gehalten). De chlorofylgehalten (in meren en plassen) dalen ook sterk in de beschouwde periode. De (verbrasmde) visstand in de boezemmen vertoont nauwelijks veranderingen. Enkele overige resultaten: "Vooral in de jaren '90 is het aandeel blauwalgen, in het bijzonder van *Planktothrix agardhii*, in veel watertypen sterk afgenomen. De soortensamenstelling van het fytoplankton is sinds 1990 sterk veranderd en vertoont significante correlaties met de concentraties van chloride, fosfaat en stikstof. De voorjaarspiek van chlorofyl ligt in 2005 1-2 maanden vroeger dan in 1985, terwijl de nazomerbloei even zoveel naar achteren is verschoven. De netto-toename van het groeiseizoen voor fytoplankton kan mogelijk toegeschreven worden aan klimaatverandering".

Een nadere analyse toonde dat inderdaad aan (Van Dam et al., 2007; Wanink et al., 2008). "In de boezemmen is de soortensamenstelling van de waterplanten in de loop der tijd nauwelijks veranderd. Er is een significant negatieve relatie tussen de concentraties van voedingsstoffen en het aantal soorten libellenlarven en kokerjuffers. Op 16 locaties uit verschillende watertypen is dit aantal tussen 1989-'90 en 2001-'05 significant toegenomen. Op deze locaties nam het aandeel muggenlarven, significant positief gecorreleerd met de concentraties van voedingsstoffen, zeer significant af. De belangrijkste verandering in de Friese binnenwateren gedurende de laatste kwart eeuw is de sterke reductie van de concentraties aan voedingsstoffen, waardoor de hoeveelheid fytoplankton sterk is afgenomen en de soortensamenstelling daarvan is veranderd: minder blauwalg. Dit heeft niet geleid tot een navenante toename van het doorzicht. Er is daardoor geen sterke toename van de waterplanten in de grotere wateren".

### Laagveenmoerassen in Friesland

Laagveenmoerasgebieden worden algemeen hoog gewaardeerd om hun natuur- en landschappelijke waarden; zo ook in Friesland. Waterkwaliteitsproblemen met door zware metalen en PCB's opgeladen waterbodems (mede waardoor de otter in 1988 hier uitstierf) en sterke eutrofiëring (waardoor de verlanding vanaf open water naar de daarop volgende stadia in de successie stagneerde) waren aanleiding voor nadere monitoring in deze gebieden. Vanaf 1987 vond projectmatig waterkwaliteitsonderzoek vooral plaats in de Alde Feanen, De Deelen en de Rottige Meente.



Wetterskip Fryslân kijkt vooruit na 25 jaar onderzoek van de waterkwaliteit

# Water Fryslân wordt elke tien jaar schoner

ERIK BETTEN

**Lerouarden** - Het Friese water is een stuk schoner geworden sinds de jaren tachtig, vooral chemisch. Dat wisten we al, want het water ziet er veel schoner uit, maar nu is het ook wetenschappelijk vastgesteld.

„Als je kijkt naar de hoeveelheden stikstof en fosfaat, dan liggen die drie of vier keer lager dan twintig jaar geleden”, zegt Jappie van den Berg, ecoloog bij Wetterskip Fryslân. De vermindering is het resultaat van strenge mestwetgeving en verbetering van de waterzuivering. Een hele vooruitgang, zeker gezien het trage tempo waarin de chemische stoffen uit het water verdwijnen. „Ook al zouden landbouwgronden nu niet meer bemest worden, dan nog komt er via uitspoeling toch tientallen jaren fosfaat en stikstof in het water terecht.”

Voor de chemische kwaliteit van het water bestaat al enige tijd wetgeving, voor de biologische kwaliteit nog niet. Dat veranderde met de invoering van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW), die overheden en waterschappen de afgelopen jaren heeft gedwongen om goed na te denken over manieren om de ecologische toestand van het water te verbeteren. Wetterskip Fryslân gebruikte daarbij meetgegevens die al sinds 1981 op verschillende locaties worden ingewonnen. Die gegevens over algen, kleine waterdieren, vissen en waterplanten zijn van onschatbare waarde voor het bepalen van de huidige toestand. Ze laten ook zien hoe de waterkwaliteit is verbeterd.

De ecologen Froukje Grijpstra en Theo Claassen van Wetterskip Fryslân hebben die gegevens van de afgelopen 25 jaar op een rijtje gezet. „Het blijkt

dat de algen het snelste reageren op de afname van voedingsstoffen zoals fosfaat en stikstof in het water. We zien tegenwoordig veel minder blauwalg, wat dat betreft keert het evenwicht wat terug”, zegt Grijpstra. Minder snel gaat het met de kleine waterdieren en de vissen. De waterplanten reageren het traagst.

„Waterplanten hebben een goed

doorzicht nodig om onder water te kunnen groeien, en het vergroten van dat doorzicht gaat moeizaam. De vissen zijn juist weer gebaat bij veel waterplanten om tussen te schuilen en te paaien.” Door de vervuiling van de vorige eeuw en het troebele water, wordt de visstand nu gedomineerd door brasem. „De brasem heeft een negatieve invloed op de waterkwa-

liteit, omdat die vis de bodem omsnoelt”, zegt Grijpstra. „Daardoor blijft water troebel. Bovendien likt het waterplanten dan niet om te wortelen.”

**Afvangen**

De vraag is hoe we de biologische waterkwaliteit nog verder kunnen verbeteren. Voor de hand ligt het afvangen van de brasems, zodat andere vissoor-

ten meer kans krijgen en minder omsnoei plaatsvindt. „Daar gaan we tot 2015 een proef mee doen”, zegt Van den Berg. „Sommingen vinden de vangst symptoombestrijding, maar we kunnen hier pas conclusies over trekken als we dit meerdere jaren lang doen in een groot gebied, misschien wel de hele Friese boezem.”

Daarnaast maakt het waterschap bij de verbetering van oevers en kaden ruimte voor de aanleg van natuurlijke oevers. „Een andere aanpak is om bij het hokken rekening te houden met de begroeiing, bijvoorbeeld door per keer maar één kant aan te pakken.” Verder stimuleert het waterschap de vistrek vanuit de Waddenzee, via de boezem naar de beken en poldergebieden. Er zijn dertig punten in het Friese watersysteem aangegeven waar de barrières voor de vistrek met voorrang worden aangepakt.

„We evalueren in 2015 of deze maatregelen genoeg zijn. Maar volgens ons is dit een redelijk ambitieus programma”, aldus Van den Berg. Het lastige is dat ecologische veranderingen moeilijk te voorspellen zijn. Een systeem kan lang goed functioneren terwijl de omstandigheden verslechteren, en dan kan het ineens omslaan. „Wij proberen nu weer een positieve omslag te bereiken, terug naar de oude situatie. Daarbij zie je hetzelfde effect: er moet heel veel gebeuren voor het watersysteem weer een heldere, plantenrijke toestand bereikt.”

In hoeverre de ingrepen van het waterschap en de gemeenten daar effect op hebben, is moeilijk te voorspellen. Grijpstra: „Het is duidelijk dat het watersysteem aan het veranderen is. Het is de vraag wanneer de omslag komt. Dat maakt het eigenlijk heel spannend.”



Het gebied rond de Potmarge in Leeuwarden is een voorbeeld van een geslaagde herinrichting, met oog voor de ecologische waterkwaliteit. Foto: Frans Andrijs

Nadat in 1990 de functie ‘specifieke ecologische doelstelling’ aan een aantal laagveenmoerasgebieden was toegekend, volgde de uitwerking daarvan in de ecologische beheersprogramma’s voor laagveenmoerassen in Friesland (Grontmij, 1991a). Dit was het eerste beheersprogramma van een serie van elf. Intensieve monitoring en tal van herstelmaatregelen volgden. In 2005-2006 ontstond ook de noodzaak om de ‘goede ecologische potentie’ voor de KRW-waterlichamen vast te leggen. Alle Friese laagveenmoerasgebieden waren aangeduid als ‘sterk veranderd’ waterlichaam. Voor deze (en de kunstmatige) waterlichamen worden de ecologische doelen door de provincie vastgelegd. De GEP zou in 2015 of uiterlijk in 2027 bereikt moeten zijn. In dit rapport van Oranjewoud vond zowel een uitgebreide evaluatie plaats van de beschikbare monitoringgegevens van elf gebieden en werd het effect van genomen herstelmaatregelen geadviseerd. Aansluitend is het voorlopige KRW-doel beschreven voor deze gebieden, mede gebaseerd op de landelijke maatlaten voor natuurlijke waterlichamen van de typen M25 (ondiepe laagveenplassen) en M27 (matig grote ondiepe laagveenplassen). N.B. Later zijn alle laagveenmoerasgebieden als type M27 bestempeld. Er zijn vele gebiedsspecifieke maatregelen, aanvullend op wat al gedaan was, benoemd om die doelen te halen.

## Watersysteemanalyse Kleine Wielen

Lange tijd waren de concentraties fosfaat en stikstof overheersend voor een oordeel over de waterkwaliteit. Het effect van maatregelen en de normstelling waren en zijn daar nog steeds op gebaseerd. Zolang die gehalten hoog waren en ver boven de normen lagen, was dat een terechte benadering. Nu de nutriëntengehalten sterk zijn afgenomen, is -naast de concentraties- ook de belasting van een water met nutriënten medebepalend voor het functioneren van het ecosysteem en de waterkwaliteit. Relatief lage fosfaat- en stikstofgehalten kunnen samen gaan met een relatief hoge nutriëntenbelasting. Dat is voor te stellen in ondiepe wateren met een korte verblijftijd. Daarbij kan dan, ondanks relatief lage fosfaat- en stikstofconcentraties, een hoog productief systeem verwacht worden met veel algengroei en nog weinig waterplanten. Die toestand zal zich voordoen als het water al lange tijd hoog belast is en zich kenmerkt door zo’n eutrofe situatie met veel algen en weinig waterplanten. Of wel: het systeem verkeert nog in een stabiel troebele toestand (Scheffer *et al.*, 1993). Nog weinig belaste heldere systemen kunnen enige tijd een sterk verhoogde nutriëntenbelasting weerstaan voordat ze in een relatief korte tijd omslaan naar de troebele toestand.

Ter voorbereiding van herstelmaatregelen van geëutrofiëerde wateren is het zinvol een watersysteemanalyse uit te voeren om te zien hoe hoog de huidige nutriëntenbelasting is en waar het omslagpunt ligt naar helder water. Een te hoge actuele belasting ten opzichte van dat omslagpunt zal het effect van de maatregel verkleinen. De leidraad ‘Van helder naar troebel ... en weer terug’ (STOWA, 2008) biedt handvatten om die analyse uit te voeren en passende maatregelen af te wegen. Voor de Kleine Wielen is die analyse in 2010 uitgevoerd (Folmer & Van Herpen, 2010). Aanleiding was het voornemen om de waterkwaliteit in dit Groene Ster gebied te verbeteren. Regelmatig deden zich zwemwaterkwaliteitsproblemen voor met te veel (blauw)algengroei. Aanvullend op een waterbalans en met behulp van een bronnenanalyse is een stoffen-



balans opgesteld. Daaruit bleek dat de huidige externe P-belasting lager is dan de kritische P-belasting waarbij verwacht kan worden dat het systeem omslaat van troebel naar helder. Dat het water dan toch nog troebel en algenrijk is, komt door de weerstand van het (eco)systeem tegen verandering. Een overmaat aan brasem bijvoorbeeld, kan die omslag lang tegenhouden. Deze uitgangssituatie is dus perspectiefvol voor passende maatregelen (duwtje in de rug) om de waterkwaliteit te verbeteren. Uiteindelijk zijn in 2012 en 2013 omvangrijke herstelmaatregelen uitgevoerd; een gezamenlijk project van de gemeente Leeuwarden, provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân.

Vergelijkbare systeemanalyses met het model PCLake zijn ook voor de meeste boezemmeren uitgevoerd. In het kader van de voorbereiding van een pilot beheervisserij (een aantal jaren achtereen brasem verwijderen) is eerst de Leijen onderzocht (Witteveen+Bos, 2012a) en daarna 12 overige boezemmeren (Witteveen+Bos, 2013b). Met uitzondering van de Sondelerleien ligt de huidige belasting van de meren nog boven de kritische belasting (van troebel naar helder), aldus de PCLake modeluitkomsten. De relatief korte verblijftijd van het water en daarmee de hoge externe bruto fosfaatbelasting is daar debet aan. In het kader van het KRW-innovatieproject BaggerNut zijn nog analyses uitgevoerd van het Slotermeer (Arcadis, 2012b), de Alde Feanen (Arcadis, 2012c) en de Leijen (Arcadis, 2012d). Hierbij is ook de waterbodem als mogelijke bron voor interne eutrofiëring in het onderzoek betrokken. Deze bron bleek daar van ondergeschikt belang.

### **Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen**

In de traditie van de door het RIZA georganiseerde landelijke eutrofiëringsevenenquêtes vond in 2009 de vijfde enquête plaats. De eerdere rapportages over de ondiepe meren in ons land vonden plaats in 1976, 1980, 1987-'88 en 1997-'98, waarbij het accent lag op het verloop de nutriëntconcentraties, chlorofylgehalten en doorzicht, afgezet tegen de (basiskwaliteits) normen.

Voor de 5<sup>e</sup> enquête -de eerste onder het 'regime' van de KRW- zijn gegevens van meren en plassen uit heel Nederland verzameld voor de vier biologische (KRW) organismegroepen en de bijbehorende de biologie ondersteunende parameters. Trends zijn weergegeven voor de jaren 1980 tot en met 2008 voor fytoplankton, macrofauna, macrofyten en vissen, uitgedrukt in ekr-scores op de landelijke KRW maatlatten. Deelfiguren zijn gemaakt voor ondiepe, diepe, brakke, kleine en grote meren. Over de hele linie is de waterkwaliteit iets verbeterd, voor de fysisch-chemische parameters vooral in de periode 1990-2005. De chlorofyl- en fosfaatgehalten zijn ongeveer gehalveerd over deze periode van bijna 30 jaar. De biologische kwaliteitselementen laten nauwelijks verbetering zien, althans niet over de gehele linie. Alleen voor fytoplankton wordt een significante trend (verbetering) waargenomen over de periode 1987-2008. Verondersteld wordt dat de biologische kwaliteitselementen na-ijlen op de gedaalde nutriëntgehalten. Overigens blijkt uit zowel deze enquête als separaat de Friese gegevens (Rozemeijer & Klein, 2013) dat na 2005 die daling stagneert. Meer dan 80 meetpunten in Friesland (in boezemmeren, polderplassen, petgaten, vennen, duinmeren en diepe plassen) zijn in deze enquête meegenomen. De Friese situatie past goed in dit landelijke beeld.

### **Maatlatten en toetsing Friese waterlichamen 2006-2010**

In het Basisdocument Kaderrichtlijn Water (eindversie april 2009) is per waterlichaam de toenmalige ecologische waterkwaliteit aangegeven voor de vier biologische organismegroepen (in ekr-scores) en voor zeven ondersteunende fysisch-chemische parameters. Dat is gebeurd met de beschikbare gegevens uit de periode 2004-2006. Ook is per waterlichaam de beleidsdoelstelling 2015 aangegeven en is een indicatie opgenomen van de verwachte biologische kwaliteit (ekr-scores) in 2015. Die getallen (Overzicht getalswaarden KRW-waterkwaliteitsdoelen en Overzicht status en huidige toestand KRW-waterlichamen) zijn als GEP opgenomen in het Waterhuishoudingsplan Fryslân 2010-2015.

Vanaf 2006 is de waterkwaliteitsmonitoring volgens de richtlijnen van de KRW uitgevoerd. Dat maakt het mogelijk om op basis van betere en meer recente gegevens (periode 2006-2010) een toetsing (beoordeling) uit te voeren van de ecologische toestand van de 24 Friese waterlichamen. In de rapportage wordt onder meer het volgende geconcludeerd: "De fysisch-chemische kwaliteit is over het algemeen goed en is daarmee geen belemmering van het bereiken van de goede ecologische toestand. Uitzondering vormt het doorzicht, dat in veel wateren nog niet voldoet. De ecologische toestand in de periode 2006-2010 verschilt weinig van de ecologische toestand zoals die eerder was bepaald. De waterplanten scoren wat slechter, de vissen wat beter. De grootste uitdaging ligt bij de waterplanten, met name in de boezemmeren en boezemkanalen. Verwacht wordt dat de inrichtingsmaatregelen in de boezem zullen leiden tot een verbetering van de ecologische toestand". Deze rapportage vormt een belangrijke basis voor het in 2015 vast te stellen stroomgebiedsbeheerplan.

Complementair aan deze beoordeling van de algemene ecologische toestand is de studie van Ecofide (Postma & Keijzers, 2014) voor de chemische toestand op basis van gemeten gehalten van prioritaire stoffen en de specifiek verontreinigende stoffen. "Van de 12 onderzochte waterlichamen voldoen er drie niet aan de normen voor de prioritaire stoffen. De andere waterlichamen voldoen aan de goede chemische toestand. Naast deze prioritaire stoffen worden vrijwel alle waterlichamen nadelig beïnvloed door een overschrijding van de normen voor ammonium. Een waterlichaam overschrijdt de norm voor triazofos. Tenslotte worden vrijwel alle waterlichamen mogelijk nadelig beïnvloed door te hoge concentraties van de metalen vanadium, cobalt, barium en selenium", aldus Postma & Keijzers.



De Deelen,  
april 2004.

### Trends in nutriënten

Na het themaonderzoek eutrofiëring (Witteveen+Bos, 2006) en de trendanalyse van 25 jaar hydrobiologische gegevens waarin ook totaal fosfaat en totaal stikstof werden betrokken (Van Dam & Wanink, 2007) voerde Deltares een diepgaande trendanalyse uit van de nutriënten fosfaat en stikstof (Rozemeijer & Klein, 2013). De dataset voor de periode 2000 tot en met 2012 omvatte gegevens van 71 meetpunten, die Wetterskip Fryslân al die jaren in het vaste meetprogramma had opgenomen. Die punten, alle op het vaste land van de provincie gelegen, werden op drie manieren gegroepeerd: naar acht watertypen, naar representativiteit voor vier soorten landgebruik en naar vier clusters van KRW-waterlichamen. Zowel trends van de afzonderlijke meetpunten als van deze groeperingen werden in beeld gebracht. Het volgende werd geconcludeerd. Over de gehele periode 2000-2012 zijn de concentraties N en P op de meeste locaties (82 % voor N en 45 % voor P) gedaald, in een aantal gevallen werd geen trend gevonden (17 % voor N en 44 % voor P), terwijl op een klein aantal meetpunten de gehalten stijgen (1 % voor N en 11 % voor P). De grootse neerwaartse trends (daling in gehalten) werd gevonden voor de periode 2000-2006. De relatieve daling, zowel 's zomers als 's winters, is voor stikstof groter dan voor fosfaat. De recente afvlakking, stagnatie of soms zelfs omkering van de trends betekenen dat de laagste waarden voor N en P lijken te zijn bereikt, gegeven het huidige waterbeheer, (land)gebruik en wet- en regelgeving. In een aantal gevallen zijn deze waarden hoger dan de KRW-normen voor N en P. "Van de belangrijkste bronnen van nutriënten voor het boezemwater, te weten IJsselmeerwater, effluenten van rwzi's en vrachten uit landbouwvelden, bleek deze laatste post veruit de grootste bron van N en P. De afvlakkende trend voor N en de trendomkering voor P zal daardoor vooral te verklaren zijn door de ontwikkeling van de belasting vanuit landbouwgebieden", aldus Rozemeijer & Klein (2013).

### Blauwalgen in relatie tot fysisch-chemische omstandigheden

Blauwalgen staan bekend als de meest eutrafente algengroep binnen het fytoplankton. Hoe voedselrijke hoe meer algen en hoe meer blauwalgen is de algemene regel. Lange tijd kende de boezemmeren een zomerse dominantie van de blauwalg *Oscillatoria agardhii* (lees *Planktothrix agardhii*) in het fytoplankton. Berger (1988) karakteriseerde de Friese boezemmeren als typische *Oscillatoria*-meren. Claassen (1982a) vat historische data van fytoplanktongegevens samen: In de jaren 1955 tot en met 1957 ontbreekt *Oscillatoria agardhii* in alle bemonsterde boezemmeren. De daarop volgende waarnemingen uit 1967 en later laten in vrijwel alle boezemmeren *Oscillatoria agardhii* zien, naast nog acht andere cyanobacteriën taxa. De Nie & Lammens (1988) vinden tussen 1968 en 1972 vooral eencellige diatomeeën en cryptophyceën. "Na 1972 komen steeds meer cyanobacteriën (blauwalgen) in het Tjeukemeer voor. Vooral de draadvormige blauwalg *O. agardhii* is grote delen van het jaar de meest dominante soort". Dat gaat gepaard met een tot 1979 doorlopende stijging van het chlorofylgehalte. Na 1971 wordt de grens van 100 µg/l (als gemiddelde in het groeiseizoen) overschreden (De Nie & Lammens, 1988). In de jaren '80 overheerst *Oscillatoria agardhii* en komen weinig andere soorten blauwalgen voor. In de nazomer loopt het percentage *O. agardhii* in de fytoplankton tellingen veelal op van ca. 15 % in de zuidelijke meren (Grote Brekken en Koevorder) naar ca. 60 % in Langweerder Wielen en Sneekermeer tot bijna 100 % in Slotermeer, Heegermeer, Fluessen, Bergumermeer, de Leijen en Sanemar. Die nazomerse dominantie van *O. agardhii* verdwijnt in de jaren '90 (Maasdam & Claassen, 1997, 1998). Een mogelijke oorzaak van deze teruggang van *Oscillatoria agardhii* en toename in diversiteit aan soorten is -naast nutriëntenreductie- de beheervisserij op brasem en grote snoekbaars in de vijf

winters van 1989-'90 tot en met 1993-'94. Er vond een kleine shift in het systeem plaats (zie figuur 8.1). Langzaam maar zeker komen andere blauwalgentaxa meer voor. Ook worden sindsdien hier en daar (als eerste in het Slotermeer) kleine veldjes fonteinkruiden aangetroffen, na een lange periode van afwezigheid van submerse vegetatie.

Het laatste decennium is de focus op blauwalgen vooral ingegeven door de toxineproductie van een aantal taxa en dit in relatie tot de zwemwaterkwaliteit (STOWA, 2009). Ondanks de teruglopende nutriëntengehalten en dalende chlorofylgehalten neemt deze 'blauwalgenproblematiek' niet af, integendeel. Warmer water kan daar een trigger voor zijn (Roijackers & Lurling, 2007; STOWA, 2011). Zelfs in oligotroof tot mesotroof water kunnen blauwalgen de kop op steken (Carey et al., 2008; 2012), zoals *Gloeotrichia echinulata* in de Berkenplas op Schiermonnikoog (Kobus, 2011). Ter bestrijding van deze soort is daar in 2013 een helofytenfilter aangelegd om het plaswater door heen te leiden en zo (mogelijk) te vrijwaren van bloei van *G. echinulata*.

Om het voorkomen van blauwalgensoorten te kunnen verklaren verrichtte Deltares een analyse van data van 16 Friese boezemmeren en twee polderplassen (Harezlac, 2013). Getracht werd een (cor)relatie te vinden tussen abiotische parameterwaarden en blauwalgenvoorkomen in de periode 1984 tot en met 2012. Het resultaat van de analyse was, kort gezegd, teleurstellend. Een van de conclusies uit het rapport: "Over de jaren heen is er in de meeste meren een afname zichtbaar in chlorofyl-a, totaal fosfaat, totaal stikstof en opgelost fosfaat, waarbij vooral de concentraties van de laatste parameter in de laatste 10 jaar significant is afgenomen. Voor het aandeel blauwalgen en nitraatconcentraties is deze verschuiving minder tot niet zichtbaar. Dit suggereert dat het aandeel blauwalgen onafhankelijk is van de geconstateerde veranderingen in genoemde chemische milieufactoren". Blauwalgen zijn blijkbaar opportunisten met een groot adaptatievermogen en een zeer efficiënte benutting en doorgifte van voedingsstoffen (Golterman, 1975), juist ook als die in lage concentraties in het water aanwezig zijn. And they like it hot (Paerl & Huisman, 2009; STOWA, 2011).

Het aanpakken van de oorzaak van blauwalgengroei en -bloei blijkt lastig. Vandaar veel aandacht voor (naast het voorkomen) de bestrijding van blauwalgen. Om overlast van drijfslagen van blauwalgen te voorkomen verscheen al in 1992 een rapport (STOWA, 1992). Daarin is op praktisch schaal getest hoe windgedreven accumulatie van drijfslagen kunnen worden beperkt of afgevoerd. Om blauwalgen in stedelijk gebied te bestrijden is recent een overzichtsrapport verschenen, waarin diverse technieken op laboratoriumschaal en in de praktijk zijn getest (STOWA, 2012).

## 6.6 Projectgebonden en uitvoeringsgerichte verdiepingsslagen

Naast het vanaf 1960 bestaande routinematig monitoringprogramma voor de kwaliteit van het oppervlaktewater door de regionale water(kwaliteits)beheerder, gestart door de provincie en later overgenomen door het waterschap, zijn er doorlopend aanvullende thema- of gebiedsgerichte onderzoeken geweest. Daarbij lag het initiatief vaak ook bij andere regionale instanties, zoals de terreinbeherende organisaties en WLF/Vitens of landelijke organisaties en instituten, zoals RIN/Alterra, LI, KEMA en RIZA/RIKZ. Enkele voorbeelden. Verricht fytoplanktononderzoek in de boezemmeren en het Lauwersmeer vanuit Rijkswaterstaatsdiensten in Lelystad (Berger, 1988; Berger & Bij de Vaate, 1974). Dit onderzoek sloot aan op dat van het RIVON (Leentvaar, 1956d, 1960, 1963a) en van het Technisch Adviesbureau van de VNG (1967). Het RIN was, samen met het Instituut voor Cultuurtechniek, trekker van het ISP Milieuonderzoek Noorden des Lands, een milieu-inventarisatie van de fysisch-chemische kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, macrofauna en waterplanten op een groot aantal meetpunten van het vaste land van de provincie in 1976 (Bots et al., 1978; Van Gijsen & Claassen, 1978). Dit ISP-milieuonderzoek omvatte ook nog andere aspecten van inventarisaties (Wijnhoven et al., 1979). Het Limnologisch Instituut heeft in de jaren '70 en '80 het Tjeukemeer tot op de bodem uitgeplozen. En de KEMA deed dat vanuit Arnhem in het Bergumermeer. Het RIZA was betrokken bij de start van de bouw van de eerste rwzi's en later bij de hiervoor besproken landelijke eutrofiëringenuêtes. Het RIKZ, lange tijd de huisaannemer voor onderzoek en monitoring van RWS-DNN, verrichtte vanuit Haren veel onderzoek in en aan de randen van de Waddenzee, inclusief (potenties voor) zoet-zout gradiënten. En Vitens heeft zijn sporen verdiend op het gebied van ecohydrologische studies in en om waterwingebieden.

In paragraaf 7.1 wordt het natuurwetenschappelijk belang genoemd van laagveenmoerasgebieden. Dat was aanleiding om vanuit het OBN-onderzoeksprogramma 'ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren' vanaf begin deze eeuw daarin uitgebreid onderzoek uit te voeren. Basis daarvoor was al gelegd in het rapport 'Natuur uit het moeras' (Van Leerdam & Vermeer, 1992). Het Voorwoord daarin begint als volgt: "De toestand van de laagveenmoerassen in Nederland is zorgwekkend. De waarden van landschap, natuur en cultuurhistorie nemen geleidelijk aan af. Door veranderingen in de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, door verdroging, verstoring en versnippering wordt het oppervlak hoogwaardig moeras steeds kleiner en de diversiteit daarbinnen steeds geringer". Uit de Samenvatting nog het volgende citaat: "De hoogste prioriteit ligt bij de ontwikkeling van jonge verlandingsstadia (water- en verlandingsgemeenschappen, vooral in 'mesotroof zoet' en 'eutroof zwak brak' milieu), trilveen, blauwgrasland, veenheide en struweel. Om dit te realiseren is de komende 20 jaar een verhoging van de beheersinspanningen nodig, vooral in de vorm van het





Door humusstoffen (dissolved organic carbon) gekleurd water in een gradiënt door het filter van voor (rechts) naar achter (links); de meest linker fles is water uit het achterliggende petgat, april 1997.



Aanleg helofytenfilter in De Deelen, mei 1992.



Morrapark Drachten, april 2013.

jaarlijks creëren van een aanzienlijke oppervlakte (ca. 80 ha) aan open water dat geschikt is voor verlanding. Dit open water (en andere moerasnatuur) dient zo veel mogelijk door overgangsbeheer vanuit niet-moeras tot stand te komen. Zo wordt het nog maar beperkte oppervlakte aan laagveenmoeras vergroot en kan de waterhuishouding van reservaten worden verbeterd<sup>2</sup>. Deze uitgangpunten zijn nog steeds relevant en feitelijk ook toegepast bij bijvoorbeeld de Skarlannen, Rottige Meente, Bûtenfjild en Alde Feanen. Een jaar daarna verscheen een rapport over mogelijkheden voor natuurontwikkeling (Prins, 1993). Het OBN-onderzoek startte in 1999 met een Verkenningstudie, gevolgd door een Pre-advies in 2001. Fase 1 besloeg de periode 2003-2006, fase 2 2006-2010. De Deelen en in mindere mate de Alde Feanen werden in dit landelijke onderzoek betrokken (zie onder meer Lamers et al., 2006; Sarneel et al., 2007; Geurts, 2010). Onlangs vierde het Kennisnetwerk 'Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit' haar 25-jarig bestaan met het symposium 'Kennismaken voor natuurkwaliteit'. Laagveenmoerassen vormen nog steeds een van de aandachtsgebieden.

In de in paragraaf 6.5 besproken themarapportages vond vrijwel steeds een bewerking, analyse en evaluatie plaats van bestaande datasets en werden geen nieuwe veldgegevens verzameld. Bij de hierna genoemde projecten gaat het om nieuw verkregen gegevens (uit het veld, laboratorium en zelfs vanuit de ruimte). De meeste zijn al genoemd of komen verderop nog ter sprake. Nu min of meer chronologisch een beknopte opsomming, zij het gegroepeerd naar het (subsidie) kader waarbinnen deze projecten werden uitgevoerd, van de belangrijkste van die plaats- en tijdgebonden onderzoeken. Immers een groot aantal op uitvoering van maatregelen gerichte herstelprojecten vond plaats met provinciale, rijks- of EU-subsidie. Daarbij was vaak begeleidend onderzoek een verplicht onderdeel. Overigens is het geen complete opsomming, volstaan wordt met voorbeelden van de meest met waterkwaliteit gerelateerde projecten. De eerder genoemde onderzoeken in het kader van bijvoorbeeld de Flora- en faunawet (zie paragraaf 4.7) of de (vis)ecologische beheersprogramma's (zie paragraaf 5.2) blijven hier ongenoemd.

### Integrale eutrofiëringsbestrijding

Met deze rijkssubsidierегeling kwamen ca. tien projecten in den lande van de grond, waarvan een in Friesland. Maatregelen zijn eind jaren '80 en begin jaren '90 uitgevoerd in de Alde Feanen, in de deelgebieden 40- Mèd, Tusken Sleatten en Hoannekrite. Dat betrof hydrologische isolatie, visstandbeheer en baggeren (Meijer-Bielenin, 1995; Claassen, 1997d). Daarna werd er het zogenaamde 'otterproject' uitgevoerd in 't Bil, de Koai en Cuba.

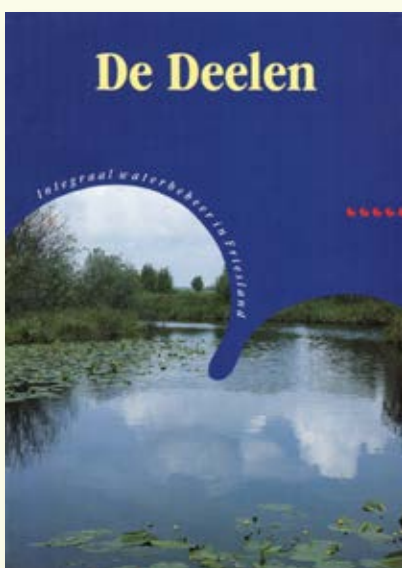
### Regionaal integraal waterbeheer (Regiwa) en Gebiedsgerichte bestrijding van de verdroging (Gebeve)

Regiwa (1992-1995) betrof vooral waterkwaliteitsmaatregelen en ecologische inrichting van watersystemen. Gebeve (1995-2001) richtte zich meer op hydrologische isolatie, vasthouden van water, peilverhoging, verminderde grondwateronttrekking en aanleg van bufferzones rondom natuurgebieden, hoewel de maatregelen binnen beide regelingen geleidelijk in elkaar overgingen, enige overlap hadden of gelijkens vertoonden. De Gebeve-regeling kende voor de jaren 1995 tot en met 1998 een landelijk subsidiebedrag van f 24 miljoen per jaar, een veelvoud van wat in de jaren daarvoor beschikbaar was via de Regiwa-regeling voor anti-verdrogingsprojecten (De Vries & Leenen, 1992). Dat betekende dan in deze jaren fors werd ingezet op verdrogingsbestrijding, ook in Friesland. Bij de Friese Gebeve-projecten scoorde de maatregel waterconservering het vaakst. En het percentage van de oppervlakte van de Gebeve-projecten viel voor meer dan 80 % samen met de Verdrogingskaart 2000. Naast projectgebonden rapportages verschenen er meerdere landelijke evaluatierapporten. Met de Regiwa-regeling had Friesland, vergeleken met de andere provincies, het grootste aantal (38) gesubsidieerde

projecten en ontving met f 8.7 miljoen het hoogste subsidiebedrag (Bestuurlijk overleg Regiwa, 1995): “Uit de evaluatie blijkt dat alle provincies en ongeveer 80 % van de waterschappen bij de uitvoering van een of meerdere projecten van de in totaal 340 projecten betrokken zijn. Voor de uitvoering daarvan was circa f 68 miljoen aan subsidies beschikbaar. De feitelijke projectkosten omvatten een 2- à 3-voud hiervan. In zijn algemeenheid kan worden geconcludeerd dat de regeling een succes is geweest en als een geslaagde ‘proeve van bekwaamheid’ kan worden beschouwd. Net als bij de leerlingen die voor de proeven slaagden hebben de waterbeheerders aangegeven het ‘vak’ integraal waterbeheer te beheersen”, aldus de aanbiedingsbrief van dit evaluatierapport (waarin alle 38 Friese projecten zijn beschreven). Over de Gebeve-projecten verschenen drie voortgangsrapportages (Prak, 1996; Kessels & Prak, 1997; DLG, 2001), waarin steeds ook alle Friese projecten kort zijn benoemd. De laatste in deze reeks dateerde van 2004 (DLG, 2004).

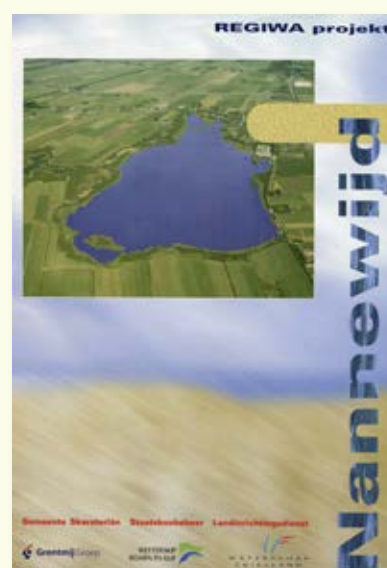
Wetterskip Fryslân (1999e) maakte voor de provincie, als medefinancier, een samenvattend evaluatierapport van de projecten welke een duidelijk waterkwaliteitsaspect hadden. Daarin worden per project de betreffende rapportages opgesomd. Het betrof maatregelen uit de periode 1992-1996. Bij Regiwa was er een verdeling van projecten naar de thema's eutrofiëring, integraal waterbeheer, milieuvriendelijke oevers en verdroging. De projecten eutrofiëring en integraal waterbeheer betroffen vooral waterkwaliteitsverbeteringsmaatregelen. Deze worden hier genoemd:

- De Deelen fase I. Reduceren externe nutriëntenbelasting (Grontmij, 1991d).
- De Deelen fase II. 1993-1994. Aanpak interne en externe nutriëntenbronnen (Claassen, 1994a; Oldenkamp, 1995; Van der Wal, 1997).
- Nanneewiid fasen I en II (Bezuijen, 1996; Kamphuis, 1996a, 1996b; Veeningen, 1997; Tydeman, 2005).
- Aanpak vervuiling door regenwateroverstort De Dôle, Witmarsum.
- Integraal waterbeheer Earnewarre/Bolderen, scheiding landbouw en natuur.
- Oppenhuizen emissiebeperking uit rioolwateroverstorten (Wierenga, 1993a).
- Haalbaarheid AMK Leeuwarden fasen I en II (Roos et al., 1994; Witteveen+Bos, 1994).
- Schone inlaat Friesland bij het Anewiel (Grontmij, 1994c).
- Dwingepolder Sneek, verbeteren waterkwaliteit nabij voormalige vuilstort (Wierenga 1993b; Dijkstra, 1996).
- Morrapark Drachten (Aalbers & Jonkhof, 2003). In 1991 werd gestart met een nieuwbouwwijk waarbinnen een gesloten rondlopend watersysteem voor afstromend hemelwater is aangelegd. Interne watercirculatie bevordert zuivering met aangeplante biezenvegetatie. Waterkwaliteitsonderzoek toonde aan dat deze natuurlijke zuivering van het regenwater van daken en straten succesvol was. Dit is een voorbeeldplan vanuit de Vierde Nota VROM (1990), een van de eerste ‘architectonische en ecologische proeftuinen’ in Friesland.
- Rottige Meente fase I A2-473-MVO93 Verbeteren ecologische infrastructuur Helomavaart.
- Rottige Meente fase II 672-EUT/94 Verminderen slibopwerveling, baggeren deel van de Scheene en enkele petgaten (Thannhauser-Douwma, 1998).
- Tjongerdellen, Regiwa 675-IW/94 Het opengraven van oude verlande meanders in zowel Tjongerdellen Noord als Tjongerdellen Zuid (Grontmij, 1993d, 1994j; Jager m.m.v. Claassen, 1995; Heino & Heijnis, 1997; Thannhauser-Douwma, 2003).
- Vuilwatertank fase I. Een proef met inzamelstations voor vuil water van recreatieboten (Waterschap Friesland, 1998c).
- Slibvang Noordwoldervaart.
- Aanleg vispassage stuw Heidehuizen. Dit was de eerste vismigratievoorziening van Friesland (Riemersma, 1995).
- Polderhoofdkanaal, baggeren van gedeelte van deze vaart.
- Klaarkampermeer, aanpassing (isolatie) waterhuishouding gericht op lokale verzilting.



Folder De Deelen, uitgave van de provincie Fryslân i.s.m. Waterschap Boarnferd en Staatsbosbeheer Regio Friesland-Zuid.

Folder Nanneewiid, uitgave van de gemeente Skarsterlân, SBB, Landinrichtingsdienst, Grontmij, Wetterskip Boarn en Klif en WF.



Een aanzienlijk deel van de projecten, en het merendeel van de Gebeve-projecten, betrof primair waterkwantiteitsmaatregelen, veelal uitgevoerd onder regie van de toenmalige inliggende boezemwaterschappen of de provincie. Het ging onder meer om:

- De Deelen fase III Gebeve A2-745 gewenste waterhuishouding. Verruiging en verarming grondwaterafhankelijke vegetatie, verdrogingsbestrijding (Oranjewoud, 1995f; De Boer, 1997; Kingma, 1997).
- Rottige Meente fase III Gebeve maatregelen in Brandemeer (Grontmij 1991e; Drenth, 1995; Plantinga, 1995; Thannhauser-Douwma, 1998).
- De Leijen akoestische debietmetingen (Grontmij, 1996d).
- Izakswiid Alde Feanen, 1995. Isolatie petgaten, visstandbeheer en enten waterplanten (Claassen & Meijer-Bielenin, 1998).
- Anjumerkolken, 1995 het graven van brede ondiepe accolade-vormige sloten ter bevordering van zoute kwelinvloed en mede ten behoeve van foerageermogelijkheden voor lepelaars (Waterschap Friesland, 1996b).
- Skarlannen Easterskar, waterconservering en peilaanpassing gericht op herstel moerasvegetaties (Cooten et al., 2001; Van Belle & Bijkerk, 2013).
- Vlieland verzuring en verruiging van duinvegetaties.
- Schiermonnikoog fasen I en II.
- 't Zwin 1993-1994 verbeteren wateraanvoer, peilaanpassing landbouwgebied, natuurontwikkeling en versterking ecologische verbindingszone.
- Roekebosch-Bovenveld verdroging oude bosopstanden.
- Van Oordt's Merskens polder de Dulf, verdorring en vervilting blauwgraslandvegetatie.
- Katlijker Schar verdwijnen kwelafhankelijke vegetatie.
- Lippenhuisterheide drainerende werking van waterlopen.
- EVZ de Brekken, Fammensrakken c.a.
- Oevers Prinses Margrietkanaal, Spannenburg.
- Ravenswoud-Fochtelooërveen (Kornet, 2011).
- Idskenuizen, aanleg diverse typen milieuvriendelijke oevers met plasbermen.
- Duurswouderheide, vasthouden van water. Dijkma et al. (1995) maakten een evaluatie van vernattingsmaatregelen (vasthouden en opzetten van water) op basis van een waterbalans van dit gebied.

### **Beleidscommissie Remote Sensing**

In de jaren '90 subsidieerde diverse ministeries via de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS) gelijknamige projecten. In Friesland werden met deze BCRS-subsidie vijf projecten uitgevoerd, waarbij meren, plassen, petgaten en vaarten oppervlakte dekkend in beeld werden gebracht voor de oppervlakte watertemperatuur en voor enkele parameters die met licht interfereren, zoals het doorzicht, zwevende stof gehalte en chlorofylgehalte. Zowel satelliet- als vliegtuigopnamen werden bewerkt tot themakaarten voor deze parameters (DHV, 1988; Roeters & Buiteveld, 1993; Moen et al., 1997; Vos et al., 1998; Dekker et al., 1999). Aanvullend werden true- en falsecolourbeelden vervaardigd. De werkgroep Remote sensing of water quality in The Netherlands (Rewanet) begeleidde deze projecten.

### **EU Interreg projecten**

De 'Blauwe diamant' het waterplan voor Leeuwarden, was een gezamenlijk project van de gemeente Leeuwarden, Wetterskip Fryslân en de provincie. De waterkwaliteit van de stadsgrachten en de Potmarge werd aangepakt (Roos et al., 1994). N.B. Over de Potmarge, als een van de weinige waterlopen in ons land met het predicaat Rijksmonument, verscheen een fraai fotoboek (*Foekema, 2003*). Oranjewoud maakte in 2003 het Inrichtingsplan Oude Potmarge met als doel dit water ecologische zo gezond mogelijke en duurzaam te maken. Singels en grachten werden gebaggerd, vuil hemelwater uit het centrum werd afgevoerd naar de rwzi, omgekeerd werden de grachten (tijdelijk) doorgespoeld met nabehandeld effluent. Aan de randen van het grachtenstelsel waren doorvaarbare flappen opgehangen om de wateruitwisseling met overig boezemwater te beperken. De belevingswaarde werd vergroot, onder meer door de plaatsing van floatlands. Dit zijn kleine drijvende plantenbakken, die ook nog kunnen bijdragen aan enige vorm van waterzuivering (*Koedood et al., 1996*).

Het risico op overstromingen en schade door wateroverlast vanwege zware buien en hoge waterstanden als gevolg van klimaatveranderingen werd verkend in het project 'Flows' (*Vigor, 2006*). Diverse aspecten, zoals het technische en sociaal-maatschappelijke, ruimtelijke ordening en communicatie passeerden de revue. Vanuit Friesland werd ingestoken op de opzet van een beslissingsondersteunend systeem (DSS). Overigens werd het waterkwaliteitsaspect als gevolg van clusterbuien en hoog water niet in dit Interregproject betrokken.

Het op mogelijke watertekorten gerichte project 'No Regret' had een sterk landbouwkundig en kwantiteitsaspect (Bakker et al., 2008), in feite de tegenhanger van Flows. De Friese betrokkenheid werd ingevuld met onderzoek naar de mogelijke tekorten van (in te laten) IJsselmeerwater en naar mogelijkheden voor waterconservering. Zomers wordt in Friesland per dag vaak ca. 2 miljoen m<sup>3</sup> IJsselmeerwater ingelaten; gemiddeld ca. 200 miljoen m<sup>3</sup> per zomer. Mogelijkheden voor waterconservering werden in de Noordelijke Friese Wouden, het gebied rondom Bergumermeer en de Leijen, bekeken. Er werd -ter vervanging van twee gemalen- een nieuwe opmaling geplaatst bij een zandwinplas.





Enclosureproef met enten van Glanzig fonteinkruid; planten aangebracht in juli 2005.

Het 'Nolimp-project' werd uitgevoerd in de Leijen. Er werden vele maatregelen uitgevoerd, zowel in het meer (onder andere beheervisserij, baggeren vaargeulen, aanleg eilandjes en plaatsing van een palenrij ter vermindering van de windinvloed) als in de directe omgeving (onder andere optimalisatie rwzi Drachten, afkoppelen hemelwater van enkele dorpen en behandeling van erfafspoelwater van twee agrarische bedrijven). Ook werd het nodige onderzoek uitgevoerd (kosten-effectiviteitsanalyse, debiet- en dieptemetingen, introductieproeven met Glanzig fonteinkruid en de driehoeksmossel). In paragraaf 7.10 wordt hier verder op ingegaan (Claassen, 2006c).

De gevolgen van klimaatverandering zijn velerlei. Zware buien kunnen invloed hebben op riolering en afvalwaterzuivering, extra run-off of tijdelijke inundatie van landelijk gebied. Extreem hoge waterstanden kunnen een bedreiging vormen voor de infrastructuur, zoals (spoor)wegen en bebouwing. Ook het grondwater kan beïnvloed worden en extra verzilting in het kustgebied (vanwege een stijgende zeespiegel) kan optreden. Dit alles werd van eind 2008 tot begin 2012 in beeld gebracht in het EU-Interreg-project 'CliWat', CLimate change and groundWATER (Stovring et al., 2011). Het Friese aandeel in dit project richtte zich op het ondiepe grondwater en de interactie daarvan met het oppervlaktewater in noordwest Friesland en op Terschelling en de mogelijke gevolgen voor verzilting. Gebieden die vanuit landbouwkundig oogpunt risicovol zijn voor zout grondwater en extra zoute kwel werden in kaart gebracht. Een andere kijk op verzilting schetste Atelier Fryslân (1999) door na te gaan hoe op een creatieve manier geanticipeerd kan worden op verzilting en hoger water. Dat leverde uitdagende beelden en ideeën op voor de Friese IJsselmeer- en Waddenzee-kust en voor Terschelling.

Het project 'Urban Water Cycle' (UWC, 2004 t/m 2007) omvatte voor Friesland drie deelprojecten: de aanleg van het zuiveringsmoeras Aqualân bij de rwzi Grou (zie paragraaf 8.1 voor een toelichting op dit project), de waterketen- en kringloopsluiting op het Kameleon-eiland Grootzand in de Terkaplesterpoelen en het project van het verbeteren van het watersysteem in de Vrijheidswijk te Leeuwarden. Op het Kameleon-eiland (Grootzand) in de Terkaplesterpoelen is geen waterleiding of elektriciteit vanaf het vaste land. Afvalwater werd via een septictank op het oppervlaktewater geloosd en drinkwater werd per tank aangevoerd. In het UWC-project is deze waterkringloop in samenwerking met Vitens zo goed als gesloten. Dit project heeft daar tevens een educatieve rol; jaarlijks komen er 30.000 tot 40.000 bezoekers. In de Vrijheidswijk werd het watersysteem, grenzend aan de Dokkumer Ee en Bonke, verbeterd door het zuiveren van wegwater, het afkoppelen van schoon hemelwater van de riolering en het saneren van overstorten van de riolering. Bovendien is ingezet op verbetering van de belevingswaarde van water met een waterspeeltuin en de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Geïnspireerd door het duo *W. McDonough en M. Braungart (2002)* kwam het EU Interregproject 'Cradle to Cradle Islands' (C2CI) tot stand. Elf eilanden in de Noordzee-regio, naast diverse overheden, onderwijs- en onderzoeksinstituten participeerden hierin (De Vries, 2013). De Friese pilot concentreerde zich op Ameland. Met het motto 'reduce, reuse and recycle' is het streven gericht op 'innovatieve duurzame oplossingen te ontwikkelen voor de toekomstige behoeftes van eilanden op het gebied van water, energie en materialen'. De pilotprojecten over water richtten zich op bereiding van zoet uit zout water, sanitatie, scheiding, zuivering en hergebruik van huishoudelijk afvalwater, buffering van regenwater en het sluiten van de waterkringloop. Dat werd zo goed als het kon op Ameland gerealiseerd in een Eternal Holiday House (Jansen, 2009). Op 12 juli 2012 vond in Leeuwarden de slotconferentie van dit Interregproject plaats. De spin-off werkt nog steeds door in diverse duurzaamheidsprojecten, zoals de experimentele woonwijk It Grien aan de zuidrand van Leeuwarden. Ook werd het initiatief genomen voor een nieuw follow up project 'from Development to Dissemination' (D2D).

## Provinciale projecten verdrogingsbestrijding

In het kader van de Gebeve-subsidieregeling en op initiatief van de provincie kwamen tal van gebiedsgerichte herstelprojecten van de grond, onder meer op de Waddeneilanden, in het Fochteloërveen, Duurswouderheide, 't Zwin, de Botmar, Vogelhoeke, Bûtenfjild en Grootte Wielen. In paragraaf 8.5 is hierover meer informatie gegeven. Terreinbeherende instanties, kwantiteitswaterschappen, Vitens en de SILF waren veelal bij de uitvoering ervan betrokken.



Meetpaal waarop de stand van het ondiep grondwater zichtbaar is. Deze staat in de Jan Durkspolder, Alde Feanen.

## KRW innovatieprojecten

Deze rijkssubsidieregeling stimuleerde vanaf 2009 de op uitvoering gerichte onderzoeken naar gedurfde maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit. De intentie was om KRW maatregelen een boost te geven om daarmee de gestelde doelen tijdig te halen. Deze subsidieregeling ondersteunde in twee tranches in totaal 64 projecten, welke op 12 maart 2013 de revue passeerden tijdens het Nationaal Event Innovatieprogramma KRW 'van kennis naar toepassing', de feestelijke slotdag van dit programma. In den lande zijn vele projecten van de grond gekomen, per project veelal opgepakt door een aantal waterschappen en in samenwerking met advies- en onderzoeksbureaus uitgevoerd. Vooral in de tweede tranche vervulde de STOWA, in het belang van de waterschappen, een coördinerende rol. In Friesland vonden voor zes van die gesubsidieerde projecten maatregelen en begeleidend onderzoek plaats.

YOSS; een persoonlijk vuilwaterservice concept voor de recreatievaart. Een begin november 2009 door het bedrijf GMB Installatietechniek namens tien partijen (meest uit het Friese merengebied) ingediend projectvoorstel om een (vliegende) start te maken met vuilinzameling van recreatieschepen. Na een eerdere subsidieregeling eind jaren '90 zijn vervolgens met wetgeving verplichtingen vastgelegd rondom de inzameling van vuilwater in de recreatievaart: er geldt sinds 1 januari 2009 een lozingsverbod voor toiletwater vanuit de recreatievaart voor alle pleziervaartuigen tussen 2,4 m en 24 m. Enkele uitzonderingen daargelaten wordt dit verbod compleet genegeerd. "De Inspectie Verkeer en Waterstaat stelt vast dat er nauwelijks sprake is van naleving. Uit het onderzoek blijkt dat minder dan 1 procent van het toiletwater van de recreatievaart wordt ingezameld" (Bosma & Hombergen, 2010). Om toch deze vuilinzameling een boost te geven is een bijdrage geregeld voor de aanleg van het Yoss-systeem in Heeg en Sneek, immers wettelijke verplichtingen worden niet gesubsidieerd. Het Yoss-systeem is innovatief en zou volgens de ontwikkelaars voor een doorbraak kunnen zorgen. Overige campagnes voor meer inzameling van toilet(spoel)water, het zogenaamde 'zwarte water' zijn geëvalueerd door Oterdoorn (2012). Met een nog steeds teleurstellend resultaat: ruim 40 % heeft nog geen adequate voorziening aan boord; minder dan de helft daarvan levert daadwerkelijk toiletwater aan de wal af. Dit ondanks het ruime aantal vuilwaterinzamelstations en met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit. Zo bleek uit onderzoek van het waterschap in 2009 en 2010 dat bij of nabij aanlegplaatsen de verontreiniging met E-coli en Enterococcon significant hoger te zijn dan bij referentiepunten. Op een aantal plaatsen werden de zwemwaternormen overschreden.

Wetterlânne nabij Burgum (Lont & Brummelman, 2011). De gemeente Tytsjerksteradiel nam het initiatief om na te gaan of de effluënten van de rwzi Bergum en van de awzi Sonac gezamenlijk nagezuiverd konden worden in een zuiveringsmoeras. Tauw stelde in 2008 het projectvoorstel op.

Gelijktijdig zou de kanaalzone langs het Prinses Margrietkanaal groen ingericht kunnen worden (Lont et al., 2012). Er werd een ontwerp gemaakt voor een landschappelijk ingepast nazuiveringsmoeras, doch de gedachte realisatie van deze waterharmonica binnen de compensatie voor de aanleg van de Centrale As kwam er niet van. Van Hall Larenstein en Wetterskip Fryslân waren bij het onderzoek betrokken. Daarnaast zijn in dit project bij drie poldergemalen waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd in de toevoer watergangen binnen de polder op momenten dat de gemalen aanstonden en niet draaiden. Dat leverde opmerkelijke resultaten: de nutriëntengehalten in het uitgeslagen polderwater stijgen snel naar een aanzienlijk hogere concentratie op momenten dat de gemalen draaien. Worden ze stilgezet, dat dalen de concentraties

weer redelijk snel (Claassen et al., 2012). Dit leverde het idee op te streven naar meer water voor de gemalen, bijvoorbeeld met verbrede toevoerwatergangen of met maalkommen voor de gemalen<sup>30</sup>.

Moeraszuiver afvalwater bij Aqualân Grou. De lotgevallen van zwevende stof, gesimuleerd als een geconcentreerde lozing van actief zuiverings-slib (Van den Boomen et al., 2012c), hormoonderivaten en medicijnresten werden nagegaan in de loop van het effluent door het zuiveringsmoeras. Pieken in effluentlozingen van 'gewone' parameters, zoals E-coli, slib en nutriënten worden sterk afgevlakt, terwijl zuurstofpatronen en biodiversiteit gaan lijken op die van normaal oppervlaktewater. Daarbij vond ook onderzoek plaats naar mogelijke bioaccumulatie en contaminatie van die stoffen in de voedselketen (Foekema et al., 2012). De vraag was tevens in hoeverre zuiveringsmoerassen bijdragen aan afbraak en verwijdering van milieuvreemde stoffen. Dat gebeurt maar in zeer beperkte mate. Dit project werd op 29 maart 2012 succesvol afgesloten met het STOWA-WIPE symposium 'Nabehandeling van RWZI-effluent? Ja, natuurlijk!'

BaggerNut, een onderzoek naar de rol van bodemfosfaat in meren en plassen en de bijdrage vanuit die interne (nutriënten) bron aan de fosfaatbelasting van het water (Poelen et al., 2012). Onderzoek vond plaats in de Leijen, het Slotermeer en de Alde Feanen (Arcadis, 2012e). Er werd een tool ontwikkeld om de relevantie van de waterbodem bij de eutrofiëring aan te kunnen geven. Resultaten van dit onderzoek werden betrokken bij het haalbaarheidsonderzoek naar beheervisserij in (een van) de boezemeren (Witteveen+Bos, 2012a, 2013b). In 2014 verscheen het STOWA-rapport 'De rol van de waterbodem bij ecologisch herstel, hoe het onzichtbare zichtbaar is', waarin alle recente landelijke kennis over waterbodems is gebundeld.

Flexibel peilbeheer, een seizoensgebonden peilregime met hogere winter- en lagere zomerwaterstanden, zou gunstig zijn de waterkwaliteit en oevervegetatie. In het IWBP was aangekondigd om de mogelijkheden voor flexibel peilbeheer van het boezemwater na te gaan. Toen dat er na uitgebreid onderzoek en brede afweging niet in zat, werd de focus verlegd naar natuurgebieden buiten de boezem. In Friesland werd dat nader uitgezocht en ingevoerd in twee petgatengebieden (De Deelen en de Rottige Meente) en drie polderplassen (Botmar, 't Zwin en Vogelhoeke). Korte termijn effecten in de polderplassen waren nauwelijks waar te nemen; in de petgatengebieden had een te grote peilvariatie versnelde aantasting (erosie en veenafbraak) van de legakkers tot gevolg (Witteveen+Bos, 2012b, 2012c), reden om in De Deelen die marge in waterstanden weer te beperken. Vanuit Natura 2000-doeleinden is vanuit het OBN Kennisnetwerk een analyse gemaakt van voor- en nadelen, kansen en knelpunten van een meer natuurlijk peilbeheer. Daarbij zijn diverse, overwegend (semi-) terrestrische habitattypen beschouwd, zoals kranwierwateren, meren met waterplanten, trilvenen, blauwgraslanden, moerasgebieden en zilte graslanden. Dat leverde een genuanceerd beeld op met evenzovele negatieve als positieve aspecten. Zelfs de paragraaf 'Wanneer toepassen' staat vol met nuances. Deze paragraaf begint wel met de volgende zin: "Over het algemeen geldt dat een meer natuurlijk fluctuerend peilregime pas een positief effect kan hebben wanneer de waterkwaliteit goed genoeg is" (Mettrop et al., 2012).

Tijdelijke droogval biedt de mogelijkheid tot langdurige immobilisatie van bodemfosfaten. Blootstelling van de waterbodem aan zuurstof leidt tot binding van die fosfaten aan ijzer, nadat de ijzer-sulfaatbinding door oxidatie is verbroken (STOWA, 2012c). In De Deelen werd een petgat en in de Rottige Meente een daartoe aangebracht compartiment in de maanden juli-september 2011 zo goed als drooggepompt. In de daarop volgende winter kwamen zowel petgat als enclosure



SaniService station in Earnewôld, oktober 1994.

<sup>30</sup> Een vergelijkbaar onderzoek vond plaats bij de waterschappen Schieland en de Krimpenerwaard, Waternet en Rijnland. Deltares rapporteerde in 2010 over dit project 'Gemalen en Zuivering: Een logische combinatie?' Dat leverde vier rapporten op (projectcode 1202057-000-BGS). 1. Gegevensinventarisatie ten behoeve van ontwerpaspecten; 2. Technologische en financiële karakterisering zuiveringssystemen; 3. Ruimtebeslag en ruimtelijke inpassing van het zuiveringstelsel; en 4. Kostenberekening voor drie voorbeeldpolders.



LC  
3-8-11

# Deel van Rottige Meenthe drooggelegd

**NIJETRIJNE** - Grote pompen hebben afgelopen weken een gebied van 95 bij 21 meter in de Rottige Meenthe drooggelegd.

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer doet hier een proef waarbij het water tijdelijk afgevoerd wordt. Na een aantal weken laat zij het water weer terugvloeien. Dit zou dan de waterbodem en daarmee de waterkwaliteit verbeteren.

Door de tijdelijke drooglegging verandert de samenstelling van de bodem. Wanneer het water terugspoelt, verdwijnt het fosfaat.



Projectleider Piet-Jan Westendorp bij het gedeeltelijk drooggelegde petgat. FOTO LC/AN DE VRIES

Dat moet er uiteindelijk toe leiden dat het water helderder wordt en dat er meer waterplanten zullen groeien. Dit laatste is weer goed voor de legakkers, smalle strookjes land tussen de waterplassen. Die kunnen wel wat begroeiing gebruiken, om op die manier beschermd te worden tegen de harde wind.

In maart werd al een damwand geslagen om het droog te leggen gebied in de Rottige Meenthe. Tussentijds kon niet gewerkt worden vanwege het broedselzoen.

Behalve in dit gebied in West-

stellingwerf worden soortgelijke proeven uitgevoerd in De Deelen bij Heerenveen en in twee natuurgebieden in Groningen.

Naast deze locaties wordt ook in het laboratorium en in proefvijvers geëxperimenteerd met tijdelijke drooglegging. De eerste resultaten hiervan zijn zeer hoopgevend, aldus projectleider Piet-Jan Westendorp.

Hoe lang de drooglegging precies gaat duren, is nog niet te zeggen. Dat is de afhankelijk van het weer. Bij veel regen kan besloten worden het water later terug te laten stromen.

weer 'vanzelf' vol met water te staan. Een naastliggend petgat en een tweede compartiment dienden als referentielocaties. In de Rottige Meente waren er, in tegenstelling tot in De Deelen, al snel gunstige ontwikkelingen in de waterplantengroei. Vervolgmonitoring moet uitwijzen wat de langere termijn effecten zijn. De monitoring in 2013 in beide petgatengebieden bevestigde de gunstige ontwikkeling in de Rottige Meente en de tegenvallende resultaten in De Deelen. De verschillende uitgangssituaties van beide gebieden (naar voedselrijkdom, ijzergehalten in de waterbodem en grootte van de zaadbank) verklaren deze verschillen (STOWA, 2014).

## Kennis voor Klimaat

In het kader van het landelijke project Kennis voor Klimaat werden acht hotspotonderzoeken opgezet, vier in urbane en vier in rurale gebieden. Het hotspotonderzoek 'ondiepe meren en veenweidegebieden' kende drie pilotgebieden, waaronder in Friesland de Echtener en Grootte Veenpolder. In de vier hierin gelegen polders (polder Oosterzee, Veenpolder van Echten, Grootte Veenpolder en Rottige Meente) was in 2000 de gelijknamige ruilverkaveling afgerond. Het is een qua peilen en peilvakken zeer fijnmazig versnipperd gebied, gevoelig voor veenoxidatie en maaivelddaling. Er vond in de periode april 2010 tot en met januari 2012 uitgebreid waterkwaliteitsonderzoek plaats, waarbij aanvoerende hoogwatersloten en afvoerende laagwatersloten werden bemonsterd (Tamsma, 2012). Stoffenbalansen van de polders toonden aan dat de fosfaat- en stikstofbelasting vanuit de polders naar het boezemwater aanzienlijk hoger is dan omgekeerd. De opgedane kennis is betrokken bij de beleidsvisie voor het veenweidegebied, hoewel daar het waterkwaliteitsaspect weinig gewicht in de schaal legt ten opzichte van de waterhuishoudkundige inrichting, het peilbeheer, de bodemdaling en het landgebruik (RoyalHaskoningDHV, 2013b).



Vismonitoring bij gemaal Schanserbrug (december 2011) en boven water gehaalde stroboscooplamp.

## Innovatie in de Visketen

Waterschap Noorderzijlvest gaf, mede namens Rivierenland, Rijnland, Zeeuwse Eilanden en Waternet, in 2009 de start tot dit project met het projectvoorstel 'Toepassing visgeleidingssystemen bij gemalen'. Wetterskip Fryslân haakte vervolgens aan. Er werd in 2011 subsidie verkregen vanuit de regeling 'Innovatie in de visketen' van het ministerie van EL&I voor het project 'Visgeleiding en viswering bij gemalen'. Van de via de Dienst Regelingen verkregen Rijkssubsidie werd 30% gefinancierd uit het Europees Visserij Fonds. Diverse viswering- en visgeleidingstechnieken werden op praktijkschaal uitgeprobeerd



Folder Schoon water  
ook uw plezier,  
december 2000.



Folder Booming Business  
in de Alde Feanen,  
voorjaar 2014.

en gemonitord. In Friesland werden maatregelen getroffen bij de poldergemalen Offerhaus (Eernewoude) en Schanserbrug (Kleine Wielen). Naast een landelijk overkoepelend rapport (Kroes & De Boer, 2013a) werden rapporten opgesteld voor de zeven afzonderlijke projecten, waaronder ook de gemalen Offerhaus (Kroes & De Boer, 2013b) en Schanserbrug (Kroes & De Boer, 2013c). Het achterwege blijven van regelmatig onderhoud (schoonmaken) van de stroboscooplampen bij gemaal Schanserbrug ondermijnt het viswerend effect, dat hier zou moeten optreden. Het in het Offerhausgemaal ingebouwde en naar behoren werkende FishTracksysteem (Kroes et al., submitted) was nieuw in de typen van vismigratievoorzieningen. Door het wisselend inzetten van een van de twee gekoppelde pompen kan vis ongeschonden de polder uit geloodst worden.

### Waddenfonds

Eind 2010 werd Waddenfondssubsidie toegekend voor het project 'Ruim baan voor vissen in het Waddengebied'. Dat leidde en leidt nog onder meer tot tal van maatregelen ter bevordering van vismigratie tussen Waddenzee en binnenland en habitatoptimalisatie in nabijgelegen binnenwateren (van Noord-Holland, Friesland en Groningen). Daarnaast is in de jaren 2012 tot en met 2014 het visaanbod bij (potentiele) intrekpunten gemonitord (Wintermans, 2012, 2013, 2014). Deze monitoring kan beschouwd worden als een vervolg op de vergelijkbare monitoring in de jaren 2001 tot en met 2003 op dezelfde locaties en met dezelfde methode (Wintermans & Jager, 2001, 2002, 2003). Het visaanbod en de intrek van de vishevel bij Roptazijl is in de tussenliggende jaren ook bijgehouden (Brenninkmeijer & Kuiken, 2014). Daaruit blijkt een zeker patroon van het jaarlijks aanbod langs de gehele Waddenzeekust, maar ook een behoorlijke jaarlijkse fluctuatie in de omvang van het aanbod van stekelbaars en glasaal. Naast de aanbodmonitoring vindt ook onderzoek plaats naar de effectiviteit van vispassages en vismigratieroutes. Dat onderzoek, waarbij ook Van Hall Larenstein is betrokken, loopt tot eind 2015. Dit Waddenfondsproject kwam min of meer voort uit de enthousiaste ervaring van het EU Interregproject 'From sea to source' (Kroes et al., 2006).



De westzijde van het petgat is iets ondieper dan de oostkant van dit tijdelijk drooggepompt petgat in De Deelen. Foto's genomen op 28 juli en 29 september 2011.



Op 23 mei 2013 zetten  
P. de Graaf (gemeente  
Dongeradeel),  
A. Rispen (Wetterskip  
Fryslân) en  
J. Visser (FBvB) potaal  
uit in de Súd Ie  
(foto Fryske Fisker).



De gemeente Dongeradiel en de provincie Fryslân voeren, met medewerking van diverse andere partijen, het Waddenfonds-project Súd Ie uit. Hoofddoel is om deze poldervaart (binnenboezem) tussen de Friese boezem bij Dokkum en het Lauwersmeer bij Ezumazijl een nautische faciliteit te geven en voor doorgaande recreatiescheepvaart geschikt te maken. Onderdeel daarbij is het aanbrengen van vismigratievoorzieningen bij Ezumazijl en Wetsens. En gekoppeld aan een EVF-subsidie is het gemaal De Kolk-Anjum in december 2013 tweezijdig vispasseerbaar gemaakt. Eerder visaanbod-monitoring had hier glasaal in de Súd Ie aangetoond (Koopmans & Wissman, 2013). De wens van de FBvB is om in het achter dit gemaal liggende poldergebied een aalreservaat te maken. In 2013 zijn er pootalen in de polder uitgezet.

## LIFE

Het LIFE-project 'Habitatverbetering voor de Noordse woelmuis in de Alde Feanen' is in de periode oktober 2004-december 2006 uitgevoerd. De Jan Durkspolder was al eerder ontpolderd en het er direct ten noorden van liggende gebied Lytse Mear en Westersanning werd vergraven en vernat. In de beide gekoppelde gebieden is een cyclisch peilregime ingevoerd. Dat betekent dat de twee gebieden om beurten een aantal jaren plas-dras staan en vervolgens weer enkele jaren geheel onder water staan. In de jaren met lagere peilen kunnen de drooggevallen delen begroeien met moerasvegetatie en houtopslag, in de hoogwaterjaren zal die begroeiing weer teruggezet worden (Claassen et al., 2007). Dit cyclisch peilregime in combinatie met jaarlijkse peildynamiek is ideaal voor de Noordse woelmuis en minder gunstig voor zijn concurrenten, zoals de Aardmuis. Een groot deel van dit gebied is tevens ingericht als stand-by bergingsgebied om bij dreigende hoogwatercalamiteiten tijdelijk water te bergen. De eerdere vernatting van de Jan Durkspolder in december 1989-januari 1990 leidde wel tot een sterke (interne) eutrofiëring van de grote ondiepe waterplas (Claassen & Meijer-Bielenin, 2002).

Ven in het  
Drents-Friese Wold,  
november 2004.





Het in de Alde Feanen gestarte LIFE+ project 'Booming Business' gaat zich richten op het herstel van rietoevers, het vergroten van het areaal waterplanten en op het hier en daar terugzetten van de ver gevorderde successie. Vanwege de maatregel 'tijdelijke droogval' participeert ook de STOWA in dit project. De start was in 2013 met het beschikbaar stellen van subsidie door de Europese Commissie. Afronding is voorzien in 2019. De maatregelen zullen uitgebreid gemonitord worden.

Gelijktijdig begon in de Rottige Meente en Brandemeer het LIFE+ project 'New Life for Dutch Fens'. Ook dit project (een initiatief van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer) ontvangt Brusselse subsidie en kent eenzelfde looptijd als dat in de Alde Feanen. Hier wordt vooral ingezet op het terugdringen van de oudere verlandingsstadia door houtopslag in veenmosrietlanden, galigaanmoeras en trilvenen te verwijderen om daarmee jonge verlandingsstadia meer kans en ruimte te geven.

Onlangs is ook LIFE-subsidie van de Europese Commissie verkregen voor de uitvoering van watermaatregelen in het Nationaal Park Drents-Friese Wold. Met het project 'More water for wet habitat types in Drents-Friese Wold & Leggelderveld' wordt dit natuurgebied robuuster en klimaatbestendiger. Een groot aantal vennen zal worden opgeknapt.

Naast Europese Life-subsidie is er voor particuliere natuurbeherende organisaties ook gebruikt gemaakt van subsidie uit het OBN-programma en incidenteel vanuit de SBNL. Zo is in 2008 in de Boornbergumer Petten het helofytenfilter (1,8 ha) en het rondom de plas liggende rietveld (17 ha) geplagd met een SBNL-bijdrage.

### **Building with Nature**

Dit landelijke Innovatieprogramma 2012-2018 richt zich op grotere innovatieve projecten -in het landelijk gebied i.c. in regionale wateren- en zet in op beek- en beekdalherstel, hernieuwde veengroei in Laag Nederland en herstel van met (water)riet begroeide oeverzones van meren en plassen. Voor dit laatste item wordt oeverherstel met stimulering van waterriet-groei voorbereid in de Witte en Zwarte Brekken. Met dit Friese projectaandeel moeten zowel de veiligheidsdoelen voor de kaden (ca. 18 km) als de KRW-doelen voor natuurvriendelijke oevers (ca. 7,4 km) gerealiseerd worden. Studenten van Van Hall Larenstein hebben hun creatieve ideeën hoe dit project hier tot uitvoering te brengen onlangs uitgewerkt (Angenendt et al., 2014; Steveninck, et al., 2014; Wolbers et al., 2014). De realisatie is aanstaande. Daarnaast is Wetterskip Fryslân, als een van zeven deelnemende waterschappen, participant in het beekherstelproject StreamWise (Building with Nature approaches in multidisciplinary stream management: past, present and future). Dit project wordt getrokken door de Universiteit Twente en in samenwerking met de Vrije Universiteit Amsterdam en Wageningen Universiteit uitgevoerd. In Friesland ligt de focus op het Koningsdiep.



*Met Building in Nature wordt ingezet op bredere en vitalere rietoevers langs de meren en een meer stromend karakter van het Koningsdiep.*



## Heden

De landschapsdeva voelt in het heden veel krachtiger en tegelijkertijd zachter aan; de energie stroomt veel beter dan in het 'verleden'. Hij houdt symbolisch een kruik vast waar de nieuwe verfrissende energie, het nieuwe bewustzijn, uit stroomt. Het voelt vrolijk, positiever en veel minder benauwd aan. De waterwezens op de tekening zijn ook veel speelser, veel levendiger en ontvangen de stroom met open armen. Het is broodnodig om de energie van het water te zuiveren. De lila paarse kleur geeft het bewustzijn van het water weer, dat in deze tijd verhoogd wordt. De liefde en de heling, de roze kleur, worden tegelijkertijd met de stroom meegegeven. Het water en zijn bewoners zijn in een opwaartse spiraal gekomen door al het werk van 'Moeder Aarde' en haar bewoners, zichtbaar of minder zichtbaar. De gebruikte kleuren zijn zachter dan in het 'verleden'. Dat geeft de kwaliteit en levensvatbaarheid van het water en zijn bewoners weer. Boven de landschapsdeva is een overkoepelend kosmisch bewustzijn getekend. Ook daar vandaan wordt het werken aan een betere, een schonere aarde bevorderd, bewaakt en aangemoedigd. En natuurlijk van de nodige inspiratie voorzien. Aan weerskanten zijn twee engelen getekend die het helingsproces bewaken en sturen. Het is heel hard nodig dat iedereen zich bewust wordt van de persoonlijke verantwoordelijkheid voor een schonere aarde. Het gaat de goede kant op.

*Lydia van Oort, 10 december 2013*

Het werk van de landschapsdeva wordt gezegend, hoge entiteiten op de achtergrond helpen mee. Er is ondersteuning uit hemelse dimensies. Er straalt blijheid. De stroming van het water is belangrijk, het stroomt uit de hoorn des overvloeds. Water is goud. Iedereen kan er zich aan laven. Alle levende wezens verlangen naar het levende water; laat het rijkelijk stromen.

*Frank Silvis*

# Gebiedsgericht waterkwaliteitsonderzoek

Van een aantal gebieden wordt een korte impressie gegeven van plannen, projecten, maatregelen en onderzoek. En er wordt een korte verwijzing vermeld naar de meest relevante publicaties. De volgorde, waarin de gebieden aan de orde komen, sluit aan bij de volgorde waarin de opgestelde ecologische beheersprogramma's van de wateren met een specifieke ecologische doelstelling werden afgerond (zie paragraaf 5.2) en heeft geen diepere betekenis. Aanvullend zijn stedelijk water en zwemwater op het einde toegevoegd. Bij de meeste beschrijvingen lopen onderzoek, monitoring en maatregelen door elkaar.

### 7.1 Laagveenmoerasgebieden

In natuurwetenschappelijk opzicht zijn de petgaten misschien wel het belangrijkste watertype in Friesland. Karakteristiek is de verlandingsserie, na de turfwinning, van open water, via Krabbescheer-vegetatie naar trilvenen, rietlanden en uiteindelijk moerasbos, zoals in 1971 beschreven door Westhoff en anderen in *Wilde Planten*, deel 2. In de jaren '70 en '80 stagneerde die verlanding, erger nog, in vele petgaten verdween de (Krabbescheer)vegetatie en open water resteerde. Dit fenomeen deed zich landelijk voor, waarschijnlijk vanwege meerdere stressfactoren, zoals een ander en constanter streefpeil (en afname van dynamiek), vermindering of geheel wegvallen van kwel van lithotroof grondwater en inlaat van gebiedsvreemd water met mogelijk toxische effecten voor de planten(wortels) tot gevolg. En Krabbescheer werd daardoor gevoeliger voor (schimmel)infecties. Het bleek overigens lastig om een een-op-een relatie te leggen tussen die veranderingen in vegetatie en abiotische parameterwaarden. Teunissen (1982) legde de begroeiing van tal van petgaten in zuid Friesland vast: "Uit de floristische inventarisatie blijkt dat een groot aantal soorten die men in dit biotoop zou verwachten niet worden aangetroffen". Ook hier lijkt na 30 jaar het ergste leed geleden en komt Krabbescheer weer algemeen voor (vooral nog in sloten en vaarten), hoewel de verdere jonge verlandingsstadia nog moeten komen.

#### Alde Feanen

*"Waar de golven van Holstmeer, Wijde Saijter, Graft en Wijde Ee in eindeloze rijen wegdeinen, ligt, vrijwel in 't hartje van Friesland, 'n uitgestrekte wildernis van ruige poelen en petten. 't Is het gebied der Oude Venen; 'n wirwar van grillig gevormde veenplassen met begroeide eilandjes, 'n dorado voor duizenden zwem- en slikvogels, welke er ieder voorjaar weer 'n veilige broedplaats vinden. Slechts 'n platboomd vaartuig, meestal 'n schouw, is in staat door te dringen in de geheimzinnige wereld, afgewisseld met strepen of ribben, waar enkel biezen en wat mager gras moeizaam groeien. Alleen jagers en visschers kennen er de vertrouwde paadjes. De eeuwen door ligt hier dit natuuroord. De monniken van het klooster 'Smalle Ee', gelegen aan de Smalle Eester Zanding onder het dorp Oudega, kenden deze veenachtige streken in 't Laagland. In de 11<sup>e</sup> en 12<sup>e</sup> eeuw hebben ze er de verving ter hand genomen, om de benodigde brandstof te verkrijgen voor eigen verbruik. In later jaren vond de turf zelfs aftrek buiten de grenzen van het oude gewest. Stormen en hoge vloed en hebben de ribben langs de uitgeveende plassen ondermijnd, geweldige brokken zijn weggeslagen, 'n machtige vegetatie ontstond; biezen, riet en andere moerasplanten vulden in den loop der tijden gedeeltelijk de uitgestrekte poelen en plassen. Zoo werd het schilderachtige gebied der Oude Venen gevormd." (Dorhout, 1942).*

Na de oprichting van It Fryske Gea in 1930 deed deze vereniging in 1934 hier haar eerste aankoop van 'Het Princehof', een gebied van 168 ha in het centrum van het huidige 2500 ha omvattende Nationaal Park de Alde Feanen (Hosper, 1990). Dit was ook het eerste gebied waar vanuit de regionale waterkwaliteitsbeheerder projectmatige waterkwaliteitsmonitoring plaats vond en gebiedsgerichte herstelmaatregelen startten. In 1988 kwam het projectvoorstel voor Integrale Eutrofiëringbestrijding gereed, een samenwerking tussen de provincie Friesland, It Fryske Gea en het Limnologisch Instituut. Deze landelijke subsidieregeling ging vooraf aan de Regiwa- en Gebeve-regelingen. Het Limnologisch Instituut (vestiging Oosterzee) had voordien (vanaf 1984) al onderzoek gedaan in 9- Mêd en 40- Mêd en advies gegeven over hydrologische isolatie van deelgebieden (De Haan & Hosper, 1987, 1988a). In dit voorstel werden als maatregelen isolatie, visstand-





beheer en baggeren in wisselende combinaties voorgesteld -en in de periode 1990-1992 uitgevoerd- in 40- Mêd, Hoannekrite en Tusken Sleatten. Vrijwel gelijktijdig werd, mede op initiatief van Rijkswaterstaat (Kooiker, 1989), het zogenaamde 'otterproject' in de Koai, 't Bil en Cuba uitgevoerd. Daar werd grasland vergraven tot open waterslenken. Ook Princehof en Izakswiid werden geïsoleerd van het boezemwater en in het Izakswiid vond visstandbeheer plaats (Klinge & Grimm, 1991; Richter, 1994; Veeman, 2003). Bij het eutrofiëringsonderzoek werden ook bioassayproeven (algengroei-potentietoetsen) van water en waterbodem gedaan door de TU Delft (Bolier & Van der Veer, 1993). In het Izakswiid werden de voor Friesland eerste entproeven met waterplanten uitgevoerd (Claassen & Meijer-Bielenin, 1998). In twee van de grote plas (met een overvaarbare constructie) afgescheiden petgaten waren daarvoor enclosures aangebracht. Naast de drie in aparte vakken uitgezette soorten (*Potamogeton obtusifolius*, *Stratiotes aloides* en *Utricularia vulgaris*) werden binnen de enclosures nog acht andere soorten waterplanten en flab aangetroffen. Blijkbaar leidde fysieke beschutting met kippen-gaas tot afname van onrust door wind en golfslag, die het soorten mogelijk maakte zich te vestigen en handhaven. De nieuwkomers waren overwegend eutrafente soorten, zoals kroossoorten, Grof hoornblad en Smalle waterpest. Later volgden introductieproeven in het Nannewiid (met kranswieren), De Deelen (met net als in het Izakswiid Groot blaasjeskruid, Krabbescheer en Stomp fonteinkruid) en de Leijen (met Glanzig fonteinkruid). Andere lokale maatregelen (vergraven, ontpolderen en aanpassen van de waterhuishouding) in de Alde Feanen vonden plaats tot 1997 (provincie Friesland, 1992; Meijer-Bielenin, 1998). Het projectmatig waterkwaliteitsonderzoek van eerst de provincie en later het waterschap (Meijer-Bielenin, 1995, 1998; Claassen & Meijer-Bielenin, 2002) werd rond de eeuwwisseling afgebouwd tot een meer bescheiden omvang. Niet onvermeld mogen hier blijven het onderzoek verricht in OPAF-verband, het Onderzoekspatform Alde Feanen (Borst, 1995), zie ook hoofdstuk 13. In de periode 1995-2004 verschenen er ca. 20 studentenrapporten, waarvan ongeveer de helft gerelateerd aan waterkwaliteit, alsmede enkele remote sensing projecten, waarbij ook dit gebied in beeld werd gebracht (zie voor een overzicht ook het boek 'De Alde Feanen, schets van een laagveenmoeras' voor een uitgebreide literatuurlijst (Rintjema et al., 2001).

In 2005 verscheen het Beheer- en inrichtingsplan van dit Nationaal Park (Buro Hemmen, 2005). Na een periode van 'rust in het veld' volgde vanaf 2005 met de Landinrichting een nieuwe serie (inrichtings)maatregelen, vooral aan de oostkant van het gebied (in de polder Eernewoude). Deze werd voorbereid door de Dienst Landelijk Gebied met een -in 2006 door de provincie vastgesteld- Raamplan (Bruins Slot & De Haan, 2004) en met een eraan gekoppelde Milieueffectrapport en Watertoets (DLG, 2002a, 2002b, 2004). Wymenga & Altenburg (1993a) en Brongers et al. (1999) verrichtten enkele onderbouwende inventarisaties en Iwaco (1993a) had de waterhuishouding van dat gebied uitgebreid gedocumenteerd. Als eerste maatregel werd de Jan Durkspolder ontpolderd (de bemaling werd stopgezet) en deels vergraven. Het gebied direct ten noorden daarvan werd heringericht en vernat. Beide gebieden kregen een peilregime van enkele jaren hoge en dan weer enkele jaren lage waterstanden. Dit cyclisch peilbeheer (in de Oostvaardersplassen was daar ervaring mee opgedaan) vanaf 2007 in de Jan Durkspolder en Lytse Mar gebeurde met Life-subsidie (Claassen et al., 2007). De vogelwereld had er baat bij, de waterkwaliteit van de zeer ondiepe plas verslechterde aanzienlijk, zeer waarschijnlijk door nalevering van nutriënten uit de ondergrond, voormalig grasland. Vervolgens werden aan de oostkant van dit natuurgebied de nodige graafwerkzaamheden uitgevoerd. Daarvoor was er onderzoek uitgevoerd van de kwaliteit van oppervlakte- en ondiep grondwater (Claassen et al., 2004). Er ontstonden nieuwe petgaten, een hoogwater circuit (annex kanoroute) en vismigratievoorzieningen. In 2013 werd de Life+ aanvraag 'Booming Business' met subsidie gehonoreerd. Met deze Europese subsidie en de bijdrage van vijf deelnemende organisaties wordt de komende paar jaar zes miljoen euro geïnvesteerd ter verbetering van de waterkwaliteit, de variatie in plant- en dierleven en de bevaarbaarheid van het gebied. Een van de maatregelen is

'tijdelijke droogval' ter bevordering van de ontwikkeling van waterriet, waarbij gebruik wordt gemaakt van de in het gelijknamige KRW innovatieprogramma opgedane ervaring (STOWA, 2012c). Ook de opgedane kennis in het BaggerNut-project (STOWA, 2012b) is als het ware onderdeel van de nulmonitoring voor dit Life+-project. Er is een uitgebreid monitoringprogramma opgezet om het effect van de maatregelen te volgen. Al deze maatregelen waren en zijn gericht op de aanpak van de eutrofiëring en deels het opnieuw verkrijgen van jonge verlandingsstadia.

*"... Als hij ('De Strooper', Greate Jelle geheten) tegen den avond naar de pôle terugkeert, hoort hij diep uit de bevroren plassen 't gefluit van 'n otter. Uit de Oksepoelen komt het. Reeds eenige dagen heeft hij den roover achtervolgt, doch sinjeur is hem te slim af geweest. Hij weet echter waar hij moet zitten, duidelijk heeft hij 't spoor in de sneeuw gevolgd. ... Geen mis op, dat was z'n spoor. Uren heeft hij op den loer gelegen, doch hem onder schot krijgen, hô maar. Nu hoort hij hem weer fluiten; ver dringt het sinistere gehuil door. Nauwelijks gunt hij zich tijd voor z'n boterham. Hij slurpt z'n heete bak koffie leeg, welke Siets onder de hand heeft ingeschonken, 'k Ga op den otter!' zegt hij kort. Siets begrijpt hem; dezen nacht zal de prooi hem niet ontkomen. ... 't Geluid komt vlak bij. Voorzichtig laat hij zich van de sleê glijden, grijpt z'n geweer, dan kruipt hij verder en verdekt zich achter 'n rietbult. Hij wacht op de maan... 't Is doodstil; enkel 't schelle gefluit van de otters snijdt door de ruimte. In de richting van Droevendaal zit er nóg een; ze roepen elkaar. ... De vinger ligt tegen de trekker. Nóg 'n tel; 't donderglanzende lichaam van den otter glijdt op den oever. Rang! ... éénmaal! ... 't Is genoeg; 'n sprong van 't doodelijk getroffen dier, dan smakt het in de sneeuw. ... Siets zal opkijken; de twintig gulden, welke hij bij den vellenkoper in de stad krijgt, kan ze best gebruiken in de wintersche dagen." (Dorhout, 1942).*

Naast eutrofiëring was een ander 'erkend' probleem in de jaren '80 de alom aanwezige diffuse vervuiling met microverontreinigende stoffen, zoals zware metalen en PCB's, vooral van de waterbodem. Dat leidde tot bioaccumulatie in de voedselketen, met uiteindelijk zichtbare effecten bij aalscholver (Dirksen et al., 1989a), paling en otter (Van Hattum et al., 1992). Bij deze en andere landelijk vergelijkende studies bleken de Friese gebieden i.c. de Alde Feanen wel het schoonst te zijn. Muggelarven vertoonden soms kaakafwijkingen, die werden toegeschreven aan zware metalenvervuiling (Van Urk & Kerkum, 1986). Deze problemen deden zich het meest zichtbaar voor in de laagveenmoerasgebieden, enerzijds vanwege ophoping en vervolgens nalevering en bioaccumulatie van deze stoffen in de voedselketen in deze veengebieden met organische bodem, anderzijds vanwege het hier voorkomen van aalscholverkolonies en otters.

De hydrologische isolatie van deelgebieden binnen de Alde Feanen van omringend boezemwater had mede met deze verontreiniging 'van buiten' (via de Rijn en het IJsselmeer naar de Friese boezem) te maken. De otter stond op het punt van uitsterven (Broekhuizen, 1986; Broekhuizen & Ruiters-Dijkman, 1988) en deed dat ook. Er verschenen stagerapporten over PCB- en zware metalenonderzoek in de waterbodem (Jonge Poerink & Huls, 1987; Aalders, 1988; Wijma, 1991; Roodt, 1997), alsmede de publicaties vanuit de Stichting Otterstation Nederland (Smit 1990; Smit & De Jongh, 1991) en het Instituut voor Milieuvraagstukken (Van Hattum et al., 1992). Bij al dit onderzoek, ook in De Deelen en de Rottige Meente, was de provincie als waterkwaliteitsbeheerder betrokken (Claassen & De Jongh, 1988b; Claassen, 1989b). De impact op vergiftiging en reproductievermindering van de otter stond daarbij centraal. In 1988 was al onderzoek uitgevoerd naar het broedsucces van de aalscholver in dit gebied en diverse andere moerasgebieden in ons land (Dirksen et al., 1989). Het betere broedsucces in de Alde Feanen ten opzichte van de Biesbosch werd gerelateerd aan de mindere microverontreinigingen in Friesland. Maar toch. Momenteel geldt, in tegenstelling tot onder meer Friesland, nog steeds een vangst- en consumptieverbod van paling uit het grote rivierengebied, nu vanwege te hoge dioxinegehalten (Van der Lee et al., 2011). Naar aanleiding van dit onderzoek berichtte de minister van EL&I op 18 januari 2011 de Kamer: "Met dioxine en dioxine-achtige PCB's vervuilde paling mag niet meer op de markt komen". Op 10 maart 2011 informeerde de minister vervolgens de Unie van Waterschappen: "Om een vangstverbod voor aal en wolhandkrab, in de gebieden waar deze vervuuld zijn met dioxine, mogelijk te maken is met spoed een wetsvoorstel ingediend bij de Tweede Kamer. Het verbod heeft tot gevolg dat de visrechten voor aal en wolhandkrab in de gesloten gebieden van de Staat, mede overheden en derden niet meer zullen kunnen worden benut".



*Turfstapelen en turfpraam in den veenpolder "de Deelen", Friesland (uit Van der Heide 1946).*

## De Deelen

De Deelen is een betrekkelijk jong petgatengebied; de meeste vervening vond plaats in de eerste decennia van de vorige eeuw. Zelfs nu nog wordt er op bescheiden schaal grasland omgezet in petgaten. Deze vervening loopt naar verwachting binnen enkele jaren ten einde. Dit natuurgebied is sinds 1960 in beheer bij Staatsbosbeheer. Omdat het gebied binnen de polder ligt, waar rondom De Deelen peilverlagingen plaats vonden en vinden, is de invloed van grondwaterkwel binnen dit gebied zo goed als verdwenen (Iwaco, 1990a; De Boer, 1997). Sterker nog: er vindt aanzienlijke wegzijging plaats (Janssen, 1991). Ter compensatie moet er water van buiten ingelaten worden. Tot 1993 was dat uitsluitend boezemwater, nadien -via een opmaling- ook en vooral water uit de zandwinplas aan de P.G. Otterweg. Grootste waterkwaliteitsprobleem is bijgevolg de eutrofiëring. Met de waterinlaat komen nutriënten binnen die, stikstof vanwege denitrificatie deels daargelaten, in het gebied achter blijven (Groot, 1991). De focus op de waterkwaliteit vond eind jaren '80 plaats met onderzoek naar microverontreinigende stoffen (vanuit het uitsterven van de otter in Friesland en daarmee in ons land). De toen bemonsterde met zware metalen en PCB's vervuilde waterbodem lijken nu nauwelijks nog aanwezig, althans geen problemen meer te geven.

Voor dit gebied is een aantal beheersvisies opgesteld, zoals in het Beheerplan (Jansen et al., 1986), in het ecologische beheersprogramma (Grontmij, 1991d), in de gebiedsvisie (ministerie van LNV, 1996), in de beheersdoelen (Altenburg & Brongers, 1999) en recent het Beheerplan Natura 2000.

Vanaf 1990 staat de eutrofiëringsproblematiek centraal. Het verrichte waterkwaliteitsonderzoek was nadien vooral maatregelen-ondersteunend. Door de symmetrische ligging van de vele petgaten is het een ideaal proefgebied voor experimentele maatregelen, waarbij goede referentie-petgaten in de monitoring kunnen worden betrokken. In de jaren 1992-1995 werd met Regiwa- en Gebeve-subsidie een groot aantal herstelmaatregelen uitgevoerd, zoals compartimentering in vier blokken, plaatsing van onderwater-slichschermen, baggeren en visbeheer (Oldenkamp, 1995; Kingma, 1997; Thannhauser-Douwma, 2000). Ook werd er in 1992 een helofytenfilter aangelegd om in te laten boezemwater te ontdoen van nutriënten. Dit op een onvergraven graslandperceel aangelegde en met rietstekken en -kluiten ingeplant helofytenfilter bleek echter nutriënten na te leveren in plaats van achter te houden (Van der Wal, 1997). Na vijf jaar werd het dan ook uit functie gehaald. Nadien heeft dit perceel van 6 ha zich tot een goed begroeid rietveld ontwikkeld, een in De Deelen weinig voorkomend biotoop.

Op basis van een in 2000, op verzoek van SBB, uitgebracht advies van het OBN Deskundigenteam Laagveenwateren werd met ingang van 2003 een flexibel peilregime nagestreefd: lagere zomerpeilen en hogere winterpeilen met een amplitude van maximaal 50 cm. In dat advies werd gepleit voor maximale waterconservering, minimale inlaat, een peilfluctuatie van 60 cm, in enkele petgaten als proef visstandbeheer (voor dat eventueel in het gehele gebied toe te passen) en af te zien van baggeren. Aldus geschiedde, zei het dat in plaats van een marge van 60 cm er gekozen werd voor een maximum variatie van 50 cm peilverschil (20 cm hoger en 30 cm lager dan het daarvoor vaste streefpeil van -0,9 m NAP). Ook werd de compartimentering opgeheven. En er volgden proeven met visstandbeheer (Hoogerwerf & Crombaghs, 2004; Bonhof et al., 2006) en het enten van waterplanten (Thannhauser-Douwma, 2010). In totaal werden in vier petgaten acht enclosures aangebracht, ieder bestaande uit vier vakken. Dezelfde soorten waterplanten als in het Izakswiid werden hier geënt. Opmerkelijk was dat in de korte tijd tussen het plaatsen van de enclosures en het inbrengen van de planten de meeste vakken al behoorlijk begroeid waren met Smalle waterpest. Die vier petgaten waren met viswerende keringen van de rest van het gebied afgesloten. In twee petgaten werden bodemwoelende vissen verwijderd, in de twee andere petgaten werd een voor dergelijke gebieden representatieve visstand aangebracht. De resultaten waren anders dan gedacht: geen effect op de visstand (waarschijnlijk door onbedoelde gaten in de viskeringen), maar in de beide kleinere meer beschut gelegen petgaten wel volop plantengroei.



Enclosureproeven met enten van waterplanten in het Izakswiid (Alde Feanen), augustus 1997 en in De Deelen, juni 2006.





Viskering De Deelen, september 2005.



Vismonitoring met kiewnetten in De Deelen, maart 2004.

De lagere en wisselende waterstanden vanaf 2003 leidden echter tot een versnelde aantasting van de toch al aangetaste en smaller wordende legakkers. Versteving met grote hooibalen hielp maar tijdelijk en vervuilde bovendien het water in ernstige mate (Claassen et al., 2009). Die negatieve invloed werd met -van oost naar west- doorspoelen met inlaatwater beperkt gehouden. Er verschenen diverse waterkwaliteitsrapporten (Thannhauser-Douwma, 2000; Claassen & Thannhauser-Douwma, 2004a; Rijkens, 2008), laatstelijk in 2013 (Van Herpen & Groenendijk, 2013). Daarin is ook verwezen naar de hier uitgevoerde KRW innovatieprojecten 'Flexibel peilbeheer' en 'Tijdelijke droogval'. Deze beide maatregelen leverden nog niet het succes waarop gehoopt werd. De vanaf 2003 gehanteerde peilmarge leidde, zoals gezegd, wel tot versterkte aantasting van de legakkers. Daarom is die variatie in waterstand vanaf 2010 weer verkleind. Het enkele maanden drooggezette petgat leidde hier vooralsnog niet tot opkomst van waterplantenbegroeiing; dit in tegenstelling tot het drooggezette vak in de Rottige Meente. Verklaring hiervoor kan zijn dat het petgat in de Rottige Meente ouder is dan dat in De Deelen, voordien al vegetatie kende, meer ijzer bevat en lagere nutriëntengehalten in de waterbodem heeft.

Uiteindelijk bleken alle genomen maatregelen toch tot een waterkwaliteitsverbetering en ecologisch herstel te leiden, beginnend aan de zuidoostkant in de kleinere meer beschut gelegen petgaten. De in 2012 beter beoordeelde visstand (Koole & Koopmans, 2013), het verschijnen van waterplanten en beginnende groei van waterriet, duiden -na 20 jaar maatregelen- daarop. In 2013 heeft SBB in twee petgaten enclosures aangebracht om de op gang gekomen waterplantenontwikkeling de komende jaren nauwgezet te volgen. Het is echter nog een labiele situatie, weers- en waterbeheer afhankelijk, passend in het concept van alternatieve stabiele toestanden. Maar 'de weg terug' (STOWA, 2008) lijkt begonnen.

### Rottige Meente

Na de Alde Feanen is dit Frieslands grootste laagveenmoerasgebied. Het gebied kent een grote verscheidenheid aan habitats van open petgaten via trilvenen, riet- en hooilanden naar moerasbos (Grontmij, 1991e; Plantinga, 2006). Vanaf 1955 kwam dit natuurgebied beetje bij beetje in beheer bij Staatsbosbeheer. De laatste vervening, tussen 1930 en 1945, was toen al achter de rug. Daarna dreigde dit gebied, deze 'woeste grond', 'Unlân' in cultuur gebracht te worden; het was al voor ontginning vrijgegeven. Vanwege de toen erkende natuurwetenschappelijke waarden en met draagvlak bij de lokale bevolking kon SBB in 1955 de eerste 130 ha aankopen (Braaksma, 1959). Daarna volgden meer aankopen en breidde het natuurgebied zich uit. In 1989 verscheen het Beheersplan 1989-1999 (Altenburg & Wymenga, 1989). Door het lage waterpeil in de omliggende polders, met name de Grachtkavel, treedt wegzijging op en is 's zomers veel waterinlaat nodig. Ook en vooral de aanleg van de Noordoostpolder (zonder randmeer) in 1942 heeft in de Rottige Meente een snelle omslag gegeven van kwel naar wegzijging, van verandering van de stromingsrichting van het grondwater en van verandering van de IR-EGV positionering van de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit (meetpunten) (Fahner & Van der Hoek, 1986). "Door de aanleg van de Noordoostpolder is de waterhuishouding ingrijpend veranderd. De potentialen van het diepe grondwater zijn zodanig verlaagd, dat in plaats van kwel wegzijging optreedt. De aanvoer van kalkrijk grondwater is daarmee verdwenen, waardoor oorspronkelijke natuurwaarden van het gebied niet meer tot ontwikkeling kunnen komen. Door deze wegzijging naar de diepe ondergrond, maar ook door waterverliezen naar het leidingstelsel van de ondergronden is aanvoer van oppervlaktewater op grote schaal noodzakelijk geworden", aldus het Ruilverkavelingsplan uit 1992. Het Beheersplan 1989-1999 noemt een inlaatbehoefte van 7000 m<sup>3</sup>/etmaal. Lithotroof grondwater kwelt niet meer op in het gebied. Gepleit wordt voor een peilscheiding tussen de Rottige Meente en de rest van de Groote Veenpolder. De waterhuishouding van dit gebied was eerder al door Kool & Van Stokkom (1979) gedetailleerd in beeld gebracht. In dat jaar verrichtten Vreugenhil et al. (1981) hun vegetatieonderzoek. Vanwege het cruciale belang van de waterhuishouding voor dit gebied werd daaraan het nodige onderzoek verricht door de Werkgroep Hydrologisch Onderzoek Rottige Meente (1985). Het onderzoek van Fahner (1985) sloot daarop aan. Bij de uitgevoerde Ruilverkaveling Echtener en Groote Veenpolder (Landinrichtingsdienst, 1992), die in 2000 is voltooid, zijn boerenbedrijven verplaatst naar buiten het gebied en is de interne waterhuishouding verbeterd. De Boer (2010) documenteerde de daarna gehanteerde waterpeilen in het gebied. Ingelaten water komt merendeels uit de Friese boezem (Helomavaart) en voor een klein gedeelte uit de benedenloop van de Linde (het boezemsysteem van



Afslag en doorbraak van legakkers vormen een groot probleem in petgatengebieden, zoals in De Deelen (januari 2008) en de Rottige Meente (maart 2009).

noordwest Overijssel). Aan de Lindekant stroomt dat water door enkele bestaande rietpercelen, voordat het in het centrale petgatengebied komt (Janssen, 2002). Ingelaten boezemwater via de Scheene legt een lange weg af voordat het uiteindelijk ook in dat kerngebied komt. Met het landinrichtingsproject is een grotere hydrologische eenheid ontstaan, is nieuw open water gegraven en wordt het inlaatwater zoveel mogelijk via lange aanvoerroutes geleid. Dat gebeurt ook aan de noord-oostkant van het gebied nabij het Willem Jongsmagemaal. Op basis van de ervaring van het helofytenfilter in De Deelen (Van der Wal, 1997) werd hier gekozen voor een lange aanvoersloot (Bruins Slot & Claassen, 1999), een maatregel die ook elders is toegepast (Delleman & Jorna, 1999). Het succes van herkolonisatie met waterplanten in nieuw gegraven petgaten is sterk afhankelijk van een nabijgelegen voldoende grote zaadbank (Beltman et al., 2005).

Meer lokale (interne) herstelmaatregelen en begeleidend waterkwaliteitsonderzoek vinden vooral vanaf 1990 plaats. Altenburg & Wymenga (1990) maakten een monitoringplan voor Staatsbosbeheer. Provincie en later waterschap verrichtten de waterkwaliteitsmonitoring (Plantinga, 1995; Thannhauser-Douwma, 1998). In 2002 werd opnieuw een uitgebreid monitoringplan afgerond. De daarin opgenomen ambities zijn echter maar deels opgepakt. Een groot deel van de Scheene en een deel van de centraal gelegen petgaten werden gebaggerd. Begin 1993 vond visstandmonitoring plaats (OVb, 1993), doch dat werd niet gevolgd door visstandbeheermaatregelen. Ook hier is, net als in De Deelen, in het oude gedeelte de afslag en het verdwijnen van stukken legakkers een groot probleem. Bomen op de legakkers geven schaduw, waardoor (oever)vegetatie verdwijnt, grote bomen vallen om en nemen grote kluiten veengrond mee en ganzenpoep leidt tot aangekoekte korsten guano, waaronder veenafbraak door broei versneld plaats vindt. Vanwege de al bestaande seizoensmatige variatie in het waterpeil werd dit gebied in 2011-2012 betrokken bij het KRW innovatieproject Flexibel peilbeheer (Witteveen+Bos, 2012b), overigens zonder dat dit hier leidde tot wijzigingen in het peilbeheer.

Naast een experiment in De Deelen werd ook hier een proef uitgevoerd met tijdelijke droogval. Aan de zuidkant van de grote petgaten in het kerngebied werden in 2011 twee bakken aangebracht, waarbinnen het water kon worden weggepompt. Een van beide bakken, enclosures, werd ingezet voor 'tijdelijke droogval' (drie maanden in de nazomer van 2011), de ander diende als referentie. Deze kleine referentiebak groeide spontaan vol met eutrafente submerse waterplanten en flab, in de grote droogvalbak kwam een bescheidener en meer diverse plantengroep op (STOWA, 2012c). Eind 2013 zijn de bakken van stalen damwandplaten verwijderd. De nabije toekomst moet leren hoe blijvend de effecten van droogval zullen zijn. In 2013 is Life+ subsidie toegekend voor het project 'New Life for Dutch Fens', ingediend door Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Landelijk worden zeven gebieden aangepakt, waaronder in Friesland de Rottige Meente. Daarbij wordt onder meer ingezet op behoud van de legakkers en daarmee van de verveningsstructuur in dit gebied.

### **Bûtenfjild**

Net als de andere laagveenmoerasgebieden is dit gebied beschreven in het Ecologisch beheersprogramma (Grontmij, 1991 a, b), nadat hieraan een ecologische doelstelling was toegekend vanuit het provinciaal waterkwaliteitsbeheer. In dit gebied liggen het Ottema-Wiersma reservaat, de Sippenvennen en het Houtwiel als een lint geschakeld aan de Valomsterbinnenboezem (Altenbrug et al., 2002). Het vormt een belangrijke ecologische verbindingzone tussen de Groote Wielen en de Zwemmer en verder richting Lauwersmeer. Momenteel wordt gewerkt aan vismigratieverbindingen van de Groote Wielen naar de Bouwepet, van de Bouwepet naar het Ottema-Wiersma reservaat en bij het gemaal De Valom en sluisje aan de Zwemmer. Er zijn in de loop der jaren tal van kleine herinrichtingsprojecten uitgevoerd. Verdroging is het belangrijkste knelpunt in dit gebied (Roedema, 1999). Ook zijn enkele projectmatige waterkwaliteitsonderzoeken uitgevoerd (Van den Bergs et al., 2001) en is de verdrogingsproblematiek van onder meer de Groote Wielen, Sippenvennen en het Houtwiel in kaart gebracht (resp. Altenburg et al., 2002; Van Belle et al., 2012; Royal Haskoning 2012). Die deelprojecten (letterlijk pappen en nathouden, zo goed als dat kon) leidden uiteindelijk tot een omvangrijk landinrichtingsproject, waarbij het gehele gebied werd beschouwd. Het gebied 'Over de wiel' werd vernat en als bergingsgebied ingericht. Van Belle et al. (2012) werkten op basis van hydrologische verkenningen plannen uit hoe de verdroging van de Sippenvennen aan te

pakken. Maar dat blijft, mede door de relatief hoge ligging, een lastig geval. De aanleg van de Centrale As, een nieuwe noord-zuid verkeersweg in noordoost Friesland), biedt kansen voor aanvullende compensatiemaatregelen in deze omgeving, passend in het daarvoor opgezette compensatieplan van het EHS kwadrant (Sierdsma et al., 2009).

### Overige laagveenmoerasgebieden

“Zilver stroomt de Linde door het zomersche Friesland. Eens was het een kronkelend watertje, door een breed dal stromend. In het dal van de Linde waren drassige landen, waar volop veenvorming plaats vond en dit was de oorzaak dat men erlang toe overging dit veen te baggeren en er turf van te maken. Toen lagen er honderden smalle trek- en petgaten naast elkander op tal van plaatsen in de Lindevallei. Twee van die petgaten telkens onderbroken door de zoogenaamde striepe of zethaag, waarop het uitgebaggerde veen kon worden te drogen gezet en daarna gestapeld, zoodat de wind er vrij door kon spelen. Doch al gauw weer sloeg weelderig de plantengroei op in die gaten. Kleine waterplanten van diverse soorten gingen er zich vestigen omdat de zaden er in najaar en winter, wanneer de Linde buiten haar oevers kon treden en het oeverland aan beide zijden overstroomde zaden aanvoerde. Die waren goed lang houdbaar, ook al omdat ze door een vettig laagje geruimen tijd konden blijven drijven. Zoo zijn de petgaten weer dichtgegroeid ten deele met krabbescheren, de waterloë's met hun steeds boven elkaar zich ontwikkelde bladrozet. Ook het riet neemt dan na eenigen tijd bezit van de hoog geworden vroegere striepe. Daarna volgen nog zooveel andere soorten: moerasplanten als Waterscheerling, Moeraskartelblad, Moerasspirea, Wateraardbei en tientallen andere nog, die elk hun eigen plaats hebben. Weinig is er meer van het prachtige dal van de Linde overgebleven. Alleen nabij de Blessebrug is het landschap nog buitengewoon weelderig”, zo begint de beschrijving van ‘het Dal van de Linde’ van Van der Heide (1946). Die achteruitgang van dat moois is alom het (lot)geval van dergelijke biotopen.

De Lindevallei werd al in 1969 bezocht door de Hydrobiologische Vereniging (zie het themanummer van de Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging jaargang 4 (2) uit 1970. Ook in de andere petgatengebieden heeft monitoring en/of verdiepend onderzoek plaats gevonden. Enkele voorbeelden. In de Petgatten De Veenhoop heeft in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging uitgebreid onderzoek een oppervlakte- en grondwater plaats gevonden (Brans-Van Megen, 1998a; Goossensen et al., 1998) ter voorbereiding op herstelmaatregelen in de lokale waterhuishouding. In de Kraanlânne heeft aanvullende monitoring plaats gevonden (Meijer-Bielenin, 2003). Hier worden momenteel compensatiemaatregelen uitgevoerd vanwege de openstelling van het aanliggende Polderhoofdkanaal. Voor de Hege Mieden en Bancopolder wordt verwezen naar Bijkerk & Van 't Hullenaar (2003). De resultaten van de in het Easternskar uitgevoerde herstelmaatregelen zijn onlangs geëvalueerd (Van Belle & Bijkerk, 2013). Daar is de grondwaterstand verhoogd en de waterkwaliteit verbeterd.



Achteruitgang van Krabbescheer in een petgat in de Lindevallei (P3 in Claassen, 1987d) in de jaren 1981, 1982, 1983 en 1984. Het water in dit petgat had van de toen onderzochte petgaten de laagste waarden voor pH, EGV, chloride, hardheid, HCO<sub>3</sub>, zuurstof, calcium, magnesium en natrium. In de waterbodem werden hier de laagste waarden gemeten voor N-Kj, P-totaal en organisch stof percentage en de hoogste waarden voor het droge stof percentage en de gloeirest.

## 7.2 Brakke poldergebiedjes

Verondersteld wordt dat er in de eerste helft van de vorige eeuw talrijke en omvangrijke brakke gebieden in noord en noordwest Friesland voorkwamen. Verspreidingskaarten van het voorkomen van brakwatersoorten, zoals *Ruppia*, geven daarvan een (laatste) indruk (Van der Ploeg, 1977b). Echter de intensivering van de landbouw, hier in belangrijke mate akkerbouw, leidde tot een planmatige en stelselmatige doorspoeling met zoet (IJsselmeer)water. In de ogen van Vrijhof (1958) en daarmee van de tijdgeest van toen gericht op forse inzet van een sterk groeiende landbouwproductie, kon die verziltingsbestrijding niet snel genoeg gaan. Het brakke biotoop werd daarmee sterk gereduceerd tot wat nu nog enkele kleine enclaves zijn, een gebeuren dat zich langs de gehele Nederlandse kuststrook voltrok (Krebs et al., 1995).



Van Straten (1981b) bracht op basis van literatuuronderzoek al die potentiële enclaves en relictten zo goed mogelijk in beeld. Een aanzienlijk deel bleek toen al verdwenen of verzoet (Claassen & Van Straten, 1984). Het bleek dat de zoute kwel soms zeer plaatselijk (zelfs in gedeelten van sloten) voorkwam, waarschijnlijk door bij de aanleg van diepe sloten het wisselend doorgraven een waterkerende laag tot in het eronder liggende wadzand. Wadschelpjes onder in het slootalud verraden de vroegere historie. Beintema & Timmerman (1976) noemen als brakke gebiedjes plekken bij Zurich, Hennaard, Dronrijp, Wijns, Birdaard, Klaarkampermeer, Vaardeburen, Jouswier en twee bij Tibma. Fraaie restanten zijn nu natuurgebieden, zoals het Klaarkampermeer (SBB) en de Anjumerkolken (IFG). In het Ecologisch beheersprogramma brakke gebieden (Grontmij, 1993b) is naast deze beide gebieden ook 't Leegh opgenomen. Alleen voor het Klaarkampermeer wordt het biotisch streefbeeld enigszins benaderd, beide andere gebieden bevatten nauwelijks nog brakwatersoorten. Hydrologische isolatie van de omgeving laat hier de geïsoleerde zoutwaterondergrond duidelijk tot expressie komen. In de Anjumerkolken zijn in 1995 sloten met ondiepe accoladeprofielen verbreed, ook om als dis te dienen voor lepelaars, met stekelbaarsjes op het menu. Glasaal en driedoornige stekelbaarsjes kunnen vanuit het Lauwersmeer en via de Súd le deze polders bereiken. Brakke gebieden zijn veelal (sterk) eutroof. Rozemeijer & Klein (2013) presenteren langjarige concentratieverlopen van fosfaat en stikstof voor alle drie gebieden: 't Leegh (mp. 16), het Klaarkampermeer (mp. 254) en Anjumerkolken (mp. 507). Sterke seizoensfluctuaties met zomermaxima duiden op interne nalevering van nutriënten uit de waterbodem, dan wel met kwelwater uit de ondergrond aangevoerd. Stikstof kan, eerder dan fosfaat, de sturende factor zijn voor de primaire productie.



Ondiep verbrede sloten in de Anjumerkolken, september 1996 en daarna mei 1998.

### 7.3 Beekdalen en beken

“De rivieren van Noord-Nederland zijn de levensaders geweest waarlangs van oudsher de bevolking zich vestigde. Waren de eerste bewoners van Noord-Nederland nog zwervende jagers, de eerste vaste bewoners vestigden zich op de hogere zandgronden en altijd in de buurt van een rivier”, zo begint het ‘Ten geleide’ van het boek ‘Rivieren van Noord-Nederland’, een uitgave bij het tienjarig bestaan van het tijdschrift Noorderbreedte (Abrahamse, 1986). Daarin worden de Dokkumer Ee, Boorne (Koningsdiep), Tjonger (Kuinder), Linde en Lauwers (grensrivier met de provincie Groningen) beschreven. Gezien de grootte van deze wateren is de aanduiding beken meer op z'n plaats, en zelfs de duiding beken -de stelling ‘Beken stromen’ uit het proefschrift van Harry Tolkamp (1981) indachtig<sup>31</sup>- gaat dan deels te ver. Toch zijn de Linde, Noordwoldervaart, middenloop Tjongerkanaal, bovenlopen van de Tjonger, Koningsdiep en Lauwers als beken (R-typen) aangeduid in de waterlichamen-typologie van de KRW (provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2009a). De bovenlopen van de Tjonger (Kleindiep, Grootdiep en Boven Tjonger) zijn ingedeeld bij type R4 (permanent langzaam stromende bovenlopen op zand); de Linde, Noordwoldervaart, middenloop Tjongerkanaal en Koningsdiep bij type R5 (langzaam stromende middenlopen of benedenlopen op zand) en de Lauwers bij R6 (langzaam stromende riviertje op zand of klei). In de visstand ontbreken echter de rheofiele vissoorten (Koole & Koopmans, 2013), resulterend in een slechte KRW-beoordeling voor de deelmaatlat vissen.

Oorspronkelijk waren het inderdaad beken of riviertjes, die uitmondden in de toenmalige Zuiderzee (Linde en Tjonger), Middelsee (Boorne) en Lauwerszee (Lauwers). Zij voerden water af van de hogere zandgronden van het Drents Plateau (Schotsman et al., 1986) en van het hoogveenengebied waarvan het Fochteloöerveen nu nog resteert. Zeearmen werden afgesloten en ingepolderd (Middelsee-gebied en Noordoostpolder) en de beken werden genormaliseerd en deels gekanaliseerd. De benedenlopen werden onderdeel van de Friese boezem, permanente waterafvoer stagneerde en opmalingen

<sup>31</sup> Deze stelling werd gebruikt als titel van het STOWA rapport 95-03 ‘Beken stromen, leidraad voor ecologisch beekherstel’. Dit rapport was gelijk het WEW-06 rapport, mede begeleid door de subgroep beekherstel van de WEW. Deze handleiding beoogt vooral een gids te zijn voor ecologisch verantwoord beekherstel. Het 5-S model (systeemvoorwaarden, stroming, structuren, stoffen, en soorten) is daarbij richtinggevend voor plannen, maatregelen en monitoring.



*Tjongerdellen.  
(Luchtfoto Benny  
Klazenga,  
augustus 1993).*

(van boezemwater) naar hogere gronden veranderde de kwaliteit van het afstromend water of laten in het geval de Tjonger het water zomers omhoog stromen. Los van die gegeven situatie zijn en worden vele maatregelen uitgevoerd om de kwaliteit van water en beekecosysteem te verbeteren. Het ROM-project zuidoost Friesland was daartoe een belangrijke start en stap (ROM-themagroep Water, 1993b). Eerder al, vanaf 1990, golden voor de beneden- en middenloop van het Koningsdiep, Linde en de Tjongerdellen (oude meanders langs de benedenloop van het Tjongerkanaal) specifieke ecologische doelstellingen, uitgewerkt in het beheersprogramma voor beekdalen (Grontmij, 1993a, 1993d). Daarin is ook het eerdere waterkwaliteitsonderzoek gerapporteerd.

Nadien volgden intensieve monitoringcampagnes in deze beken; in 1995 in het Koningsdiep (Van Balen, 1995b; Thannhauser-Douwma, 2011) en in 2001 in de Tjonger (Engelsman et al., 2002; Thannhauser-Douwma, 2003). In het Koningsdiep vond een visstandinventarisatie in het voorjaar van 2007 plaats (Wijmans & Aarts, 2007). De andere beken (KRW-waterlichamen) werden in 2012 bevist door Koole & Koopmans (2010, 2013). Gedateerd onderzoek in de Linde was al eerder samengevat (Claassen, 1984c).

Vanuit het ROM-project werden voor de drie beken gebiedsvisies opgesteld en volgden er (landinrichtings)projecten integraal waterbeheer. Voor het stroomgebied van de Tjonger waren dat het project 'Integraal waterbeheer Tjonger, Boven-Tjonger en Grootdiep' en het project 'Afronding en versterking van natuurgebieden in het Stroomdal van de Tjonger'. Er volgde tal van herstelmaatregelen, deels in Landinrichtingsprojecten. Gebiedscommissies zorgen voor samenhang in realisatie van de gemaakte plannen. Meanders werden of worden open gegraven, plaatselijk vindt hermeandering plaats, oevers worden meer natuurvriendelijk ingericht en de vismigratie wordt bevorderd. Overigens werden hier al in 1995, ten zuiden van Drachten, de eerste twee vismigratievoorzieningen in Friesland gerealiseerd (Riemersma, 1995; Riemersma & Van Meeteren, 1998). Momenteel worden vrijwel alle knelpunten (stuwen) in Linde, Tjonger en Koningsdiep vispasseerbaar gemaakt. Verkenningen (2012), investeringsplannen (2013) en nadere uitwerkingen naar ontwerp en uitvoering (2014) zijn zo goed als klaar voor de Linde, de Tjonger (inclusief de bovenlopen) en een deel van het Koningsdiep.



*Herstel hermeandering van  
verlande oude beekloop,  
september 1994.*



Als KRW waterlichaam zijn deze beken opgenomen in het routinematige waterkwaliteitsmeetnet van het waterschap. Naast fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek worden ook macrofauna, waterplanten en vissen gemonitord (Van Belle et al., 2011). Recente visstandgegevens uit 2007 voor het Koningsdiep (Wijmans & Aarts, 2007) en 2012 voor Linde en Tjonger (Koole & Koopmans, 2013) duiden inderdaad op een weinig stromend karakter van de beken door het vrijwel ontbreken van rheofiele soorten. Na de voor de komende paar jaar geplande verdere inrichtingsmaatregelen en vismigratievoorzieningen (dit laatste ook elders in de provincie) is hier de verwachting voor ecologisch herstel en een betere KRW-visstandbeoordeling gegrond.

## 7.4 Polderplassen

Friesland telt ongeveer 30 polderplassen die, op enkele uitzonderingen na, veel minder bekend zijn dan de boezemmeren. Vanuit de PPD is een overzichtsrapport gemaakt, waarin ze staan opgesomd en beschreven (Roukema, 1981): naast vier boezemmeermpjes 26 polderplassen. De oevervegetatie werd beschreven met dezelfde typologie als opgesteld voor de eerder gekarteerde oevers van de boezemmeren (Smittenberg & Roukema, 1979). Leentvaar (1955, 1956, 1960, 1963a) bezocht er enkele (onder meer het Nanneviid), beschreef de (oever)vegetatie en deed er planktonwaarnemingen. Het meeste onderzoek startte na de begin jaren '90, toen enkele plassen een (vis)ecologische functie werd toebedeeld. Daarop aansluitend werden de (vis)ecologische beheersprogramma's gemaakt en kwam subsidie beschikbaar vanuit de landelijke Regiwa- en Gebeveregeling.

Polderplassen waar meer dan gemiddelde monitoring en onderzoek plaats vond en waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, worden hierna genoemd.

Het Anewiel (Regiwa project 'Schone inlaat Friesland', Grontmij, 1994). In die dagen was het IJsselmeerwater nog aanzienlijk belast met nutriënten. Er werd (door RWS-DNN) gezinspeeld op grootse plannen om het inlaatwater voor te zuiveren, mede vanwege de op uitsterven staande otterpopulatie. Polishing van inlaatwater werd op een bescheiden schaal uitgetoetst bij het Anewiel waar ingelaten boezemwater via twee continue zandfilters werd geleid. Ondanks wat technische problemen "heeft het inlaten van schoon water tot een belangrijke verlaging van het fosfaatgehalte in de plas geleid. Echter beschouwd moet worden dat naarmate de kwaliteit van het influent (lees boezemwater) in sterke mate verbetert, het rendement van de (filter)proef afneemt", aldus het Grontmij-rapport. Nadien verbeterde de kwaliteit van het IJsselmeerwater zodanig, dat van grootse plannen daar werd afgezien. Sterker nog, momenteel lijkt inlaat van IJsselmeerwater zo gunstig dat het de kwaliteit van het boezemwater positief beïnvloedt. Eerder was in deze plas uitgebreide monitoring uitgevoerd in het kader van het landelijk onderzoek in 24 niet door afvalwater beïnvloede binnenwateren (STORA, 1989).

Van de Friese plassen is het Nanneviid het meest vergaand onderworpen aan herstelmaatregelen en begeleidende monitoring (Dalstra, 1994; Bezuijen, 1996). In de jaren '70 pleitte een lokale actiegroep al voor het opschonen van deze recreatieplas (Kramer 1983a, 1983b): 'Helpt het Nanneviid helpen!'. "Voor de Tweede Wereldoorlog kon ik m'n eigen tenen zien en zag ik de snoeken zwemmen. Als ik nu met mijn voet over de bodem veeg, zie ik alleen maar blubber op me afkomen", verzuchte een van die actievoerders (LC van 2 april 1994). Jarenlang was er het ongezuiverde afvalwater van de dorpen Oudehaske, St. Johannesga en Rottum op geloosd. Ook twee aanliggende campings loosden hun ongezuiverd afvalwater op het Nanneviid. Vanwege een hydrologisch geïsoleerde situatie was nauwelijks doorspoeling mogelijk. De Regiwa-regeling bracht uitkomst. Plannen werden al in 1989 opgesteld (Grontmij, 1989) en in 1993 ging men los. Er werd gebaggerd, de restanten bodemfosfaat werden gefixeerd (Noordenbos & Spriensma, 1995), de waterhuishouding werd aangepast met een nieuw gemaal en koppeling met de Tjonger, na een tijdelijke defosfatering van inlaatwater is er een groot helofytenfilter aangelegd



Aanleg helofytenfilter en aanplanten van riet nabij het Nanneviid, juni 1994.



Het in de winter van 2007-2008 geplagd helofytenfilter bij de Boornbergumer Petten.





Een van de PQ's om herstel van oevervegetatie langs het Botmar te monitoren, augustus 2012 (foto Laboratorium WF).

(Boswijk, 1994) en er is visstandbeheer uitgevoerd (Kamphuis, 1996). Later vond nog enten met kranswieren plaats. Dit gehele project werd gecoördineerd door Veeningen (1997) en qua resultaten samengevat door Tydeman (2005). Er trad een geleidelijke, maar geen spectaculaire, waterkwaliteitsverbetering op. Ondanks zeer lage fosfaatgehalten zijn de (achtergrond)troebeling en het beperkte doorzicht nog zorgenkindjes.

Van de overige polderplassen worden nog genoemd de Kleine Wielen, 't Zwin, Botmar en Vogelhoeke. De Kleine Wielen, ook bekend onder de naam Groene Ster bij Leeuwarden, is een belangrijk 1000 ha groot recreatiegebied. Naast een camping, midgetgolfbaan, dierenpark, ruime wandel- en fietsmogelijkheden is er een zwemgelegenheid. Het is ook een belangrijk sportvisgebied (Laak & Gerlach, 2006; HSV Leeuwarden, 2007). In het verleden had de OVB er enkele petgaten in gebruik als kweek- en opgroei vijvers voor snoek. Het eerste decennium van deze eeuw waren er regelmatig klachten over de zwemwaterkwaliteit in de plas (70 ha). Waterkwaliteitsproblemen met onder andere blauwalgenbloei werden vooral door de interne nutriëntenbelasting veroorzaakt. Dat leidde tot plannen voor upgradering van dit gebied. In 2012 en 2013 zijn tal van maatregelen uitgevoerd, zoals een grote herinrichting en aanleg van natuurvriendelijke oevers. Aan deze maatregelen lag een watersysteemanalyse ten grondslag (Folmer & Van Herpen, 2010). De verbinding tussen Kleine Wielen en Grote Wielen is nog een barrière in de ecologische verbinding vanuit de Alde Feanen naar het Bûtenfjild.

Voor het Botmar (De Vries, 1987; Claassen, 1995a; Van Strien, 1999e; Oranjewoud, 2009), 't Zwin (Wymenga et al., 1992; Molenaar & Niemeijer, 2003; Hollander & De Putter, 2006) en de Vogelhoeke (Kuipers, 1997; Klooker, 2006; Jager et al., 2012) is waterkwaliteits- en waterbodemonderzoek uitgevoerd en zijn plannen gemaakt ter bestrijding van de verdroging. De meeste herstelmaatregelen werden uitgevoerd in Regiwa- en Gebeveverband. Daarnaast waren deze drie plassen, naast De Deelen en de Rottige Meente, de Friese locaties binnen het KRW innovatieproject 'flexibel peilbeheer' (STOWA, 2012d; Witteveen+Bos, 2012b, 2012c). Daarvoor is ook de potentiële nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem nader onderzocht (B-ware, 2012a). In alle drie plassen is recent het streefpeil aangepast met lagere zomer- en hogere winterpeilen. In het Botmar zijn enkele oevers onder profiel afgegraven om de verwachte effecten van het variabel peil op de ontwikkeling van oevervegetatie te verstrekken. Als die afgevlakte oevers echter niet snel begroeid raken, ontstaat door golfslag al snel een afslagrandje.

Polderplassen gedragen zich, althans voor nutriënten en blauwalgen, min of meer gelijk aan boezemmeren. "Op basis van twee polderwaterlocaties (Nanneviid en Kleine Wielen) lijkt het erop dat de waterkwaliteitsparameters niet structureel afwijken van de boezemwaterlocaties" (Harezlac, 2013). Bij het destijds beschrijven van gedifferentieerde normen voor de basiskwaliteit zijn vier polderplassen onderzocht, namelijk Piekemeer, Anewiel, Botmar en Scharewiel (Claassen, 1987d). Toen bleek diezelfde overeenkomst tussen boezemmeren en polderplassen wel voor waterplanten en macrofauna, echter niet voor fytoplankton. Opvallend verschil was onder andere de veel grotere abundantie van *Planktothrix agardhii* en *Aphanizomenon flos-aquae* in het boezemwater.

## 7.5 Vennen, pingoruïnes en dobben

Het aantal vennen in Friesland is erg beperkt. In het zuidoostelijke Pleistocene deel van de provincie ligt ruim een handvol. Drenthe daarentegen is er rijk mee bedeed en de Friese vennen zouden dan ook het beste met die van Drenthe vergeleken kunnen worden. Bovendien zijn die goed onderzocht (Beijerinck, 1927; Van Dam et al., 2013). De Friese vennen zijn 'in kaart gebracht' in het ecologisch beheersprogramma (Grontmij, 1993c). Daarin zijn ook typegerichte waterkwaliteitsnormen opgenomen. Daarbij is zo mogelijk gerefereerd aan oudere data, onder meer de RIVON excursie-verslagen van eind jaren '50 (Van Donselaar & Van Donselaar, 1955; Neve, 1979 en Van Tooren & Van Tooren, 1984). Van de Stobbepoel en Schaopedobbe zijn er relatief veel gegevens. In dit laatste ven zijn ook maatregelen tegen verzuring en verdroging getroffen (Bellemakers

Luchtfoto van  
't Zwin, maart 1990  
(foto Benny Klazenga).



et al., 1993; Cals et al., 1993b). Die verzuring was al eerder, ook voor enkele Friese vennen, waargenomen (Claassen et al., 1983) en bij de typologie en normstelling van de Friese wateren eenduidig herkend en gekarakteriseerd (Claassen, 1987d). Daarbij dienden vijf vennen (Stobbepoel, bosven St. Nicolaasga, Schapepoel, Wittemeer en Sphagnumven) als 'referentie' voor de gedifferentieerde waterkwaliteit van dit watertype. In een van de vennen (de Schaopedobbe) heeft de exoot Zonnebaars zich weten te vestigen of is daar 'vrijgelaten'. Vennen in een bosrijke omgeving kunnen sterk door opgeloste organische stoffen (colored dissolved organic matter) geelbruin gekleurd water bevatten (Stienstra & Vollenbroek, 2009). Dit fenomeen doet zich ook voor in veengebieden en is uitgebreid beschreven voor het Tjeukemeer (De Haan, 1975).

In tegenstelling tot het aantal vennen is Friesland rijk bedeed met dobben en pingoruines (Van Dijk, 1979). De eerste publicaties over dobben en pingoruines betreffen vooral geomorfologische beschrijvingen en inventarisaties (zie bijvoorbeeld Maarleveld & Van den Toorn, 1955; Oenema, 1967; De Gans, 1976 en Steenbeek et al., 1981). Nadien volgen hydrobiologische beschrijvingen, veelal aan de hand van eenmalige veldbezoeken (diverse excursieverslagen van het RIVON in 1959 en 1960 door Bastiaansen, Leentvaar, Van der Meulen, Verhoeven en Van der Voo). Daarna volgen enkele systematische inventarisatie in Tytsjerksteradiel, Achtkarspelen en Kollumerland in 1976 (Schaafsma, 1976), in het gebied Twijzel-Buitenpost (Kleijberg et al., 1985) en in Opsterland in 1983 (Van Gijssel, 1983; Adema, 1994).

Na de beoogde functietoekenning van 'specifieke ecologische doelstellingen' aan dobben en pingoruines vond eerst een complete provinciedekkende inventarisatie plaats (Grontmij, 1992b), immers het ontbrak aan een totaaloverzicht van de ligging en ecologische toestand van de dobben. Dat leverde aan de hand van oude kaarten en publicaties in totaal ca. 875 dobben in het zuidoosten en oosten van de provincie op. Ruim de helft daarvan bevatte geen open water meer. Ca. 400 dobben met nog open water werden nader gekarakteriseerd. De meeste hiervan lagen in intensief gebruikt agrarisch gebied. Van 15 van die 400 dobben kon met zekerheid gesteld worden dat het pingoruines zijn. Een stapsgewijze selectie leidde uiteindelijk voor acht dobben tot de functietoekenning 'specifieke ecologische doelstelling', voor kwaliteitsdoelen en herstelmaatregelen uitgewerkt in een beheersprogramma (Grontmij, 1994d). Vanaf 1993 vond in een tiental dobben regelmatig waterkwaliteitsonderzoek plaats (Brans-Van Megen, 1995, 1998b; Brans-Van Megen & Claassen, 2003). In 1982 waren al enkele dobben onderzocht (Claassen, 1984b), als onderdeel van de normstelling voor watertypen op het ecologisch basisniveau.



Bosvijfer in het Drents-Friese Wold, januari 2007.



## Opknapbeurt voor pingo's en dobben

DRACHTEN - Negen dobben en pingo's in Oost-Friesland krijgen in 1994 en 1995 een opknapbeurt. Dit jaar baggeren medewerkers van de Stichting Instandhouding Landschapselementen Friesland (SILF) in Drachten vier gaten uit die zijn dichtgeslibd. Het gaat om pingo's en dobben bij Ureterp, Twijzelerheide, Nijeberkoop, Boijj en Hemrik. Het herstel van deze oude plassen kost f 200.000.

Volgend jaar wacht nog vijf dobben en pingo's een opknapbeurt. Als dat is gebeurd, zijn vanaf 1992 dertig van zulke plassen in Oost-Friesland aangepakt. Volgens Wiebe Tolman van de SILF zijn de meeste dan wel in ere hersteld. „Maar we laten onderzoeken of er nog meer moeten worden uitgegraven.” Pingo's zijn restanten van ijsheuvels uit de IJstijd. In de warmere periode daarna is het ijs gesmolten en bleef het gat gevuld met water. Dobben zijn ontstaan door weggeblazen zand waarin water is blijven staan. Zulke plassen zijn volgens de SILF belangrijk wegens de flora en fauna die erin leven.



Catspoel, juni 2012.

De van oorsprong verschillende ontstaanswijze van dobben en pingoruïnes is heden ten dage vaak niet meer herkenbaar en ecologisch nauwelijks relevant, noch onderscheidend. Vanuit de provincie werd herstel (opschonen) gesubsidieerd. Immers tal van dobben zijn deels verland, al dan niet versterkt en versneld door het storten van groen materiaal of deels dempen met grond. Het is de Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland (SILF, later Landschapsbeheer Friesland), die dit herstel vooral begin jaren '90 uitvoerde (SILF, 1994a, 1994b, 1995, 1996; Landschapsbeheer Friesland, 2004, 2007).

Van geheel andere aard zijn de ringdobben in noord Friesland, in het buitendijkse kweldergebied. Deze oorspronkelijk als drinkpoelen voor het vee gegraven dobben zijn vrijwel permanent sterk brak geworden, nadat die drinkwaterfunctie verloren ging. Bovendien zijn ze zeer eutroof. Nu ligt er buitendijks een drinkwaterleiding, die tal van kleine betonnen bakken van zoet water voorziet. Deze dobben kunnen wisselend droogvallen of overstromen met zout water; macrofauna-soorten herkoloniseren drooggevallen dobben vanuit nabij gelegen niet drooggevallen dobben (Jansen Duijghuijzen & Schepherboer, 1977; Verhoeven et al., 1978; Van Vierssen & Verhoeven, 1983). Kenmerkend is dat de biologische som der delen hier van grotere waarde is dan de 55 afzonderlijke ringdobben doet vermoeden. De opgeworpen ringwallen rondom deze dobben kwamen, als hoogwater vluchtplaatsen, eind oktober 2006 tijdens een vroegtijdige herfst-overstroming van Noord Friesland Buitendijks in het nieuws vanwege het 'paardendrama'.

## 7.6 Het Fochteloërveen

*“Dat heele land beoosten Beetsterzwaag is van frappante schoonheid. Ook waar het bosch ophoudt en 't veen begint. Het veen en de hei. Bij Duurswoude en Bakkeveen, bij Haule en Donkerbroek. Oudtijds liep er een weg van Haule naar Duurswoude, de eenige weg misschien door het geweldige veenmoeras, dat vroeger Friesland van Drenthe scheidde. De weg bestaat nog: heet nu Schansdijk. Het is hier het gebied van de veenplassen. Net zo mooi zeker als de vennen in een ander deel van Nederland. De veenplas bij de Bisschop en die bij Bakkeveen behooren zeker tot de mooiste. In den najaarstijd vooral als het wisselend kleurenspeel van die prachtige glansen toovert over heide en riet en langs den boschrand. Daar komen wij in 't echte veengebied: Haulerwijk ligt er midden in” (Nijland, 1930).*

Veel is er niet meer over van wat Nijland hier beschrijft. Ontginning, het in cultuur brengen en rendabel maken van woeste grond was lange tijd het credo, als teken van vooruitgang (zie onder meer *De Haan*, 1952). Toen het kalf aan het verdrinken was, beter gezegd haast omkwam van de dorst, werden midden jaren '90 plannen gemaakt voor herstel van het Fochteloërveen (Van Walsum & Lammerts, 1996; Arcadis Heidemij Advies, 1997; Van 't Hullenaar, 1997). Een aantal jaren daarvoor had dit gebied de functie 'specifieke ecologische doelstelling' gekregen (provincie Friesland, 1990). De uitwerking hiervan vond plaats in het Ecologisch beheersprogramma voor hoogveengebieden in Friesland (Iwaco, 1994a). Daarin is het streefbeeld uitgewerkt in fysisch-chemische waterkwaliteitsnormen en biologische indicatorsoorten. Intussen werd het Fochteloërveen, een gebied van ca. 2600 ha tussen Oosterwolde, Appelscha, Veenhuizen en Assen ook een Natura 2000 gebied. Het Beheerplan Natura 2000 verscheen in 2014. Naast een aantal vogelsoorten betreffen de instandhoudingsdoelen vochtige en droge heiden en actieve en herstellende hoogvenen. Het dystrofe water is (zeer) zuur, arm aan nutriënten



en zeer arm aan macroïonen. Naast soorten als Veenbes, Witte snavelbies, Eenarig wollegras, Veenpluis, Dopheide, Lavendelheide en Snavelzegge zijn het vooral diverse Sphagnumsoorten die het vegetatiebeeld bepalen. Belangrijkste knelpunt is verdroging, immers het gebied is een wegzijgingsgebied, gevoed door hemelwater. Aanvullend kan een te hoge stikstofdepositie leiden tot eutrofiëring.

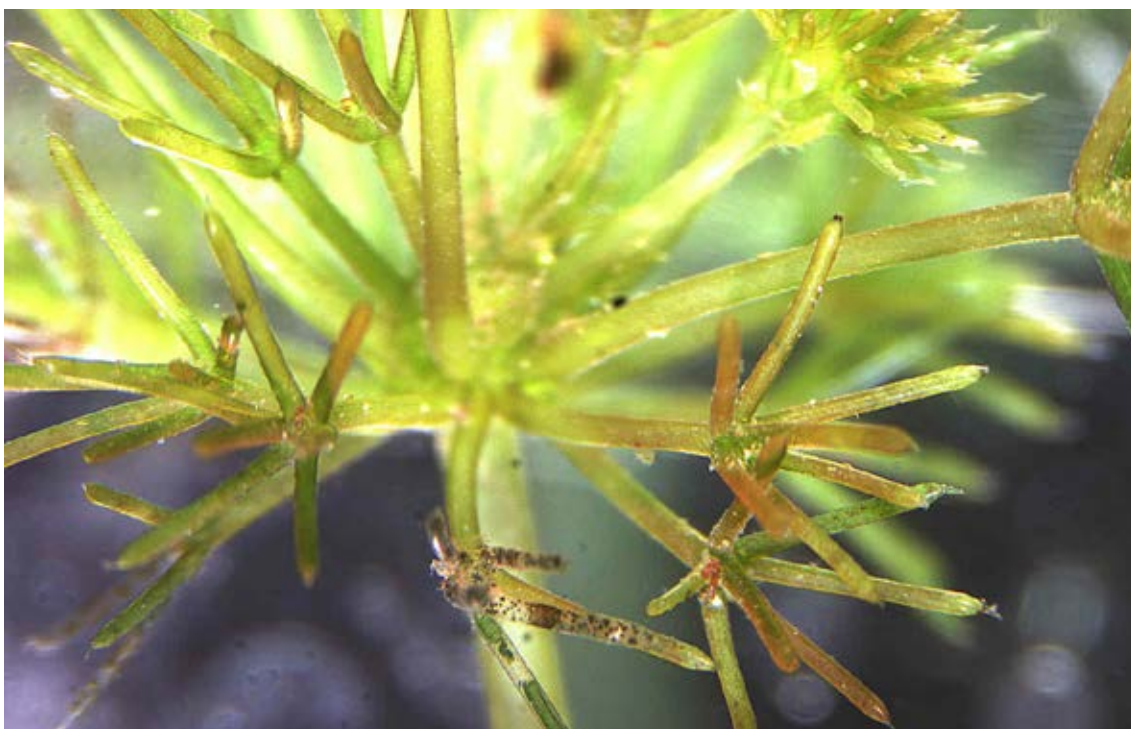
In het eerste decennium van deze eeuw zijn talrijke herstelmaatregelen uitgevoerd. Rondom het gebied verworven gronden zijn vernat, grotendeels gefinancierd met Europese Life-subsidie. De titel van een brochure uit 2000 'Een nieuwe toekomst voor het Fochteloërveen' (Natuurmonumenten, 2000) is intussen waargemaakt, ondanks het blijvende karakter van wegzijgingsgebied. Herstel (vernattings)maatregelen werden uitgevoerd, mede op basis van een Iwaco-studie (Bakker & Van Houten, 2001) met daarin de technische uitwerking, compenserende maatregelen en begeleidende monitoring. Het gebied is gecompartmenteerd en met dammen en stuwen zijn waterpeilen verhoogd. Ook in de directe omgeving zijn maatregelen getroffen. In 2011 verscheen een evaluatie van de effecten van de maatregelen (Leunk, 2011). Grondwaterstanden binnen het gebied zijn verhoogd, daarbuiten nauwelijks. Aan de Friese zijde vindt afwatering van overtollig water plaats naar de Opsterlandse Compagnonsvaart en de bovenlopen van de Tjonger. Recent zijn er bijzondere Sphagnumsoorten aangetroffen, duidend op het succes van hoogveenherstel. Ook het Veenhooibeestje en Kraanvogels gedijen er goed.

Opmerkelijk is dat het in genoemde rapporten (Van Walsum & Lammerts, 1996; Arcadis Heidemij Advies, 1997; Van 't Hullenaar, 1997; Bakker & Van Houten, 2001; Leunk, 2011) vrijwel uitsluitend gaat over waterkwantiteit, peilen en vasthouden van water, en dat noch gerefereerd wordt aan het ecologisch beheersprogramma, noch waterkwaliteit daarin aandacht krijgt. Ook in de 13-delige Alterra-serie 'Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren' uit 2000 mist het hoogveengebied als een aparte uitgave. Wel zijn in het boekje over vennen drie ventypen opgenomen, die ook in hoogveengebieden voorkomen. De waterhuishouding in dit hoogveengebied is blijkbaar impliciet randvoorwaardescheppend voor de waterkwaliteit.

## 7.7 Diepe plassen

Het jongste watertype in Friesland wordt gevormd door de ca. 70 meer of minder diepe, gegraven plassen. In het noorden liggen enkele wat oudere kleiputten, doch de meeste zijn in het midden en zuiden van de provincie gelegen zandafgravingen (voor wegen, woonwijken of bedrijventerreinen). Enkele liggen in boezemwateren (zoals in het Tjeukemeer, Sneekermeer en ten westen van Drachten op de overgang van Smalle Eesterzanding en Opeinder kanaal), de meeste liggen binnen poldersystemen, al dan niet hydrologisch geïsoleerd van andere oppervlaktewater. Begin jaren '90 vond een gebiedsdekkende inventarisatie van alle plassen plaats (Iwaco, 1992a, 1993c) en werd aanvullend vegetatieonderzoek uitgevoerd (Nijland, 1992). Op basis daarvan werd een selectie gemaakt van de meest schone (minst vervuilde of geëutrofiëerde) plassen; zij werden bestemd als 'ecologisch waardevol' en hiervoor werd een beheersprogramma opgesteld (Iwaco, 1994b).

Het kranswier  
*Nytella hyalina* in de  
Put van Nederhorst  
(foto Laboratorium WF).





Luchtfoto van zandwinplas ten zuiden van De Deelen, augustus 1993 (foto Benny Klazenga).

Claassen & De Vries-Van Balen (2008) legden de monitoringresultaten vast, waarbij de stratificatie het meest opmerkelijk verschijnsel is. Enkele zandwinplassen zijn uitgebreider onderzocht, zoals die aan de P.G. Otterweg in verband met watervoorziening naar De Deelen en de Put van Nederhorst bij Joure in verband met plannen tot recreatieve ontwikkelingen. In deze plas komen bijzondere kranswiersoorten voor. Enkele zwemwaterlocaties liggen in de ondiepe oeverzone van diepe plassen. In 2010 is een nota vastgesteld, waarin vier zandwinplassen (Easterga, Eastersanding, Suwâld en Wijde Ee) zijn aangewezen als geschikt voor het storten van baggerslib om daarmee andere schone plassen te sparen (Wetterskip Fryslân, 2010d). Daarmee is invulling gegeven aan het gebiedsspecifieke beleid uit het Besluit bodemkwaliteit.

## 7.8 Sloten

Ondanks dat sloten in ons land en zeker ook in Friesland, in lengtemaat gemeten, het meest voorkomende watertype is, begon waterkwaliteitsonderzoek daarin relatief laat. Het proefschrift van De Lange (1972) bevat een plantensociologische typologie van waterplanten in Nederlandse sloten, meest in het Holocene deel. Friese sloten zijn ruim bedeed in zijn meer dan 1100 sloten omvattende landelijke meetnet. *Veeningen* (1982) beschrijft opmerkelijke gradiënten in zuurstofgehalten in ruimte en tijd, die zich in sloten kunnen voordoen. Vanaf de begin jaren '80 nemen waterbeheerders sloten op in hun monitoringprogramma's (*Gonggrijp, 1981; Rietveld et al., 1985*). Claassen (1987d) deelt de Friese sloten in drie typen in, gerelateerd aan grondsoort en trofiegraad. Vanaf 1984 zijn sloten opgenomen in het routinematige waterkwaliteitsmeetnet van de provincie.

Voorafgaand aan de KRW typologie, doelen en maatlatten voor sloten (STOWA, 2012-34) was in 1993 al een beoordelingsstelsel voor sloten voorhanden, als de Ebeo-STOWA rapporten 93-14 en 93-15. Een aantal jaren later ligt er opnieuw een boekje over sloten ter tafel, nu in de reeks 'Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren' (*Nijboer, 2000*). Vanwege de KRW krijgen sloten na 2000 meer aandacht, hoewel in Friesland sloten vrijwel geheel ontbreken als aangewezen KRW-waterlichamen. In 2003 verschijnt een aanzet tot beoordeling van de ecologische toestand van sloten (*Nijboer et al., 2003*). In die landelijke data-analyse zijn ook gegevens van een aanzienlijk aantal Friese macrofaunamonsters en vegetatieopnamen betrokken. In het verlengde van het eutrofiëringsmodel PCLake verscheen PCDitch (*Janse & Van Puijenbroek, 1997*). Uit de aanbiedingsbrief bij dat rapport van het RIVM de volgende passage: "Overmatige bemesting van landbouwpercelen belast poldersloten op een dusdanige wijze dat er een omslag kan plaats vinden van helder water, met ondergedoken waterplanten, naar een volledige kroosbedekking, die aeroob leven verstoort en de biodiversiteit ernstig vermindert. PCDitch is een functioneel model van een sloot. Het beschrijft dynamisch de nutriëntenhuishouding in het water, het sediment en de vegetatie, en de competitie tussen verschillende vegetatiegroepen". Tot nu toe is dit slotenmodel veel minder toegepast dan PCLake.

Naast die sterk op de ecologische en natuurkwaliteit gerichte insteek is er juist voor sloten ook aandacht voor een 'agrarische' beoordeling. Op initiatief van Rijkswaterstaat maakte het Centrum voor Landbouw en Milieu het rapport Bio-toets voor sloten in het boerenland (*Boland et al., 2001*). Uit de aanbiedingsbrief van RWS bij dit rapport het volgende: "Boeren en waterbeheerders hebben vaak een verschillend beeld van de slootwaterkwaliteit. Boeren kijken vooral naar de gebruiksfunctie, zoals de geschiktheid van slootwater voor veedrenking, terwijl waterbeheerders ecologische natuurwaarden nastreven. Het is daarom voor waterbeheerders niet eenvoudig om boeren te overtuigen van verdergaande maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. Boeren zien vaak niet nut en noodzaak van een andere slootbeheer of inrichting van de sloot. Met dit project wil het RIZA een impuls geven aan de bijdrage van boeren voor het verbeteren van de ecologische (water)kwaliteit van sloten in het landelijk gebied". In Friesland kregen de sloten een vergelijkbare aandacht met een doe-het-zelf-test, een in 1999 opgezet project door de NLTO in samenwerking met de Gezondheidsdienst voor Dieren. Een begin 2002 onder alle agrariërs verspreide duidelijke folder met een op visuele inspectie gebaseerde vragenlijst leidt tot een beoordeling (puntenoptelling) van de slootwaterkwaliteit (*Harmsen et al., 2000a, 2000b*). Op basis van een door de agrariërs

WEEKINWEEKUIT

# Plons gaat een ecologische ramp te lijf

**Wetterskip Fryslân gaat minder intensief hekkelen. Het hoeft niet allemaal leeg en kaal. Natuurvriendelijker schonen en baggeren van de sloten kan zonder problemen voor de afstroming van overtollig water. In Wageningen doet de projectgroep Plons onderzoek naar wat wel en niet kan.**

door het zogeheten Plons-project. Het schonen van de sloten is daarbij een gegeven. Dat wil zeggen, het moet zo vaak gebeuren dat de sloten niet dichtslibben en de doorstroming voldoende blijft. Hoe vaak, warmer en op welke manier? Zijn de vragen die minder stellig te beantwoorden zijn.

Een voorbeeld: jaarlijks komt de slootbodden zo'n 7 centimeter omhoog door slib en plantenresten. Dat betekent de noodzaak tot eens in de zoveel jaar baggeren. Bagger je nu een tikkelletje dieper, bijvoorbeeld 20 centimeter, dan is een jaartje niet schonen denkbaar.

Want helemaal leeg hoeft de sloot niet te zijn. Onderzoeker Bastiaan van Zuidam: „Jiet in het water bijvoorbeeld remt de afvoer nauwelijks, voorkomt verstoppingen van thuishers en doet veel goet voor de ecologie. Bovendien houdt het de oever vast, niet onbelangrijk voor bijvoorbeeld veehouders.“

Beschermde planten als de zwanenbloem, en het de pompelbied, hebben weinig invloed op de doorstroming. Het blad ligt op het water en dekt het daardoor deels af, wat de groei van andere onderwaterplanten remt. De krabben-scheer is evenmin een directe, grote bedreiging van een goede waterloop, maar is wel heel belangrijk voor de libel.

Wetterskip Fryslân beschermt de krabben-scheer door beurttelings een kant van de sloot te ontzien. Ook krijgen de machinisten van de hekkelmachines opdracht de waterplanten 10 centimeter boven de bodem te maaien. Maar als de grote gripper met maalkorf het water ingaat, is het voor de trekkerchauffeur moeilijk te zien waar die bodem begint.

Flink schonen is niet altijd verkeerd, stelt onderzoeker Annelies Veraart. „Schonen is ook weer van belang voor de eco-

logie, door de kansen die het biedt voor nieuwe plantengroei.“ Zij bepleit een op maat gesneden aanpak van de waterloop. De grondsoort telt mee, maar ook de breedte en de diepte van de sloot.

De laatste jaren hebben boeren meer oog gekregen voor overbesteding en doen het wat zuiniger aan. Maar voor alle overtollige fosfaat van de afgelopen decennia is uitgespoeld, zijn we al jaren verder. De overbesteding is vooral nadelig doordat het bepaalde planten bevoordelt.

Het gevolg is een grote aantasting van de biodiversiteit van de sloot en slootkant. Overmatige kroost aanwas zorgt voor een dikke laag kroos op de sloot, waardoor er geen zuurstof meer in het water zit en waterdieren sterven.

Het beheer van de sloten die van belang zijn voor de hele waterhuishouding is in handen van het waterschap. Het beheer van de haarfaten, zeg maar de boeren-sloten, komt meer en meer in handen van de eigenaar van de sloot. Die eigenaren kiezen doorgaans voor risico-uitsluiting en laten de sloot gewoon leeghalen. Het staat nog netjes op, mensen velen. Het maakt het landschap zeker in de winter nogal monotoon.

Alleen al daarom, zo meent Veraart, is het de moeite waard om het baggeren en schonen te bestuderen. Waarom moet het land er juist in de winter zo treurig bij liggen? Het gaat er toch om, dat boeren zomers op tijd het land in kunnen? „Voor alles geldt dat boeren er economisch voordeel van moeten hebben om mee te werken. En dat kan“, meent projectleider Edwin Peeters. Minder hekkelen lovert meteen al een economisch voordeel op.

NICO HYLKEMA



Folder Schoon oppervlaktewater: van wezenlijk belang. Doe-het-zelf-test.

zelf uitgevoerde test moet een voldoende betrouwbare indicatie komen of het slootwater 'overdacht' is of dat er reden is voor vervolgonderzoek. In de veenweidegebieden bleken de laagste scores voor te komen, wat aanleiding was voor aanvullende monitoring in 2000 en 2001 (Harmsen et al., 2002). Voor noordoost Friesland, de Noardlike Fryske Wâlden, werd daarnaast een beoordelingssysteem met waterplanten ontwikkeld (Weeda, 2011). Ook dit systeem is gebaseerd op puntenoptelling en middeling daarvan, afhankelijk van welke soorten waterplanten in een sloot voorkomen.

Een slotengebied in het oosten van de provincie kreeg bijzondere aandacht vanwege de daar optredende kwel van lithotroef grondwater. In 1994 verscheen het Ecologisch beheersprogramma voor deze kwel sloten in het Miedengebied (Grontmij 1994f), nadat hieraan een specifieke ecologisch functie was toegekend. Die sloten zijn mesotroef van aard, mede vanwege de status van natuurgebied van dat overwegend graslandgebied in beheer bij SBB (Loeb, 2014). Dat is anders bij de meeste andere sloten in de provincie, die overwegend (sterk) eutroef zijn. Dat blijkt bijvoorbeeld uit het in de periode 1984-1988 uitgevoerde polderwateronderzoek (Provincie Friesland, 1990a).

Met het in 2007 gestarte landelijke PLONS project krijgen sloten opnieuw<sup>22</sup> de aandacht die zij verdienen (Peeters et al., 2007). Er wordt een vierjarig onderzoeksprogramma opgezet om meer kennis en inzicht te krijgen in het ecologisch functioneren en de ecologische waarden van sloten. Veldonderzoek in sloten (waarvan ook een klein aantal in Friesland) wordt aangevuld met laboratoriumexperimenten en mesocosm-proeven. Vanaf januari 2008 verschijnen er een aantal nieuwsbrieven,

32 Hier herhaalt zich de geschiedenis een beetje. In de jaren '70 werd in Wageningen veel onderzoek uitgevoerd naar beheer en onderhoud van waterplanten in sloten. Men raadplege onder meer de volgende artikelen: Van Zon & Zonderwijk, 1973; Van Zon, 1973; Zonderwijk & Van Zon, 1976, 1978; Loohuis, 1977a, b; De Lange & Van Zon, 1978; Van Dijk, 1978; Pitlo, 1979, 1986; Drost & Sjoukes, 1994. En dit is nog maar een beperkte selectie van in die jaren hierover verschenen publicaties.



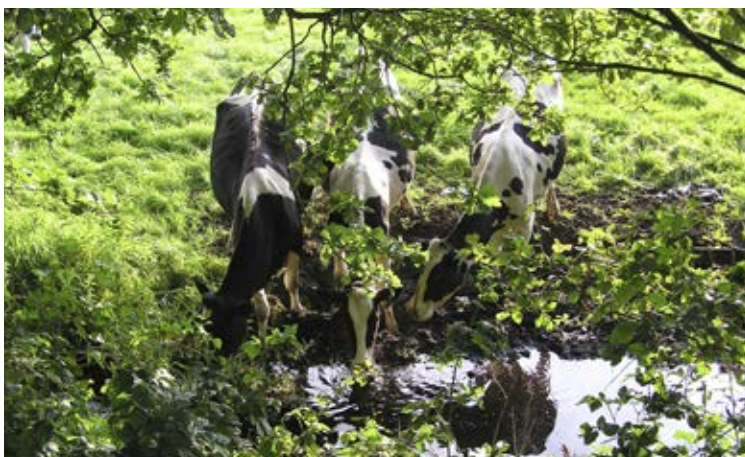
artikelen onder meer in H2O 2009 nr. 42 (10); 2011 nr. 44 (10) en 2012 nr. 45 (24) en drie Wageningse proefschriften van Annelies Veraart (2012) over de nutriëntenhuishouding; van Ralf Verdonchot (2012) over macrofauna en van Jeroen van Zuidam (2013) over waterplanten. Kroon op het werk is het onlangs verschenen boek 'Ecologisch functioneren van sloten' (STOWA rapport 2014-26). Zonder onderhoud (schonen) zouden vele sloten binnen kortere of langere tijd dichtgroeien. Enkele herkenbare lessen uit dit onderzoek om de ecologische waarden ervan te waarborgen, zijn: niet alle sloten tegelijk of binnen een sloot niet alle vegetatie tegelijk geheel verwijderen, schoon zoveel mogelijk in de herfst, maai ruim boven de waterbodem de vegetatie af en verwijder die uit de sloot, ontzie zo mogelijk bepaalde soorten (waterlelie-familie, breedbladige fonteinkruiden en Krabbescheer). Vanuit de Universiteit van Amsterdam onderzocht *Merrin Whatley (2014)* de macrofauna van Noord-Hollandse sloten en de belangrijkste milieufactoren, die de samenstelling en het functioneren daarvan bepalen. Beheer en onderhoud van de slootvegetatie, zoals de frequentie, het tijdstip en de diepte van mechanisch schonen, blijken van grote invloed te zijn op structuur en samenstelling van de vegetatie. Onderhoud op maat en gedifferentieerd beheer zijn randvoorwaarden voor behoud van de grote natuurkwaliteit die sloten in potentie hebben. Het door Wetterskip Fryslân in gang gezette project Onderhoud op Maat (Grontmij, 2005), gevolgd door het breed toegepaste gedifferentieerd beheer (Grontmij, 2009) zijn daartoe belangrijke stappen. Het vervolg van de onlangs uitgevoerde evaluatie daarvan door RoyalHaskoningDHV (2013a) is een vervolgstap naar vervolmaking van deze ingeslagen weg.

## 7.9 Wateren op de Waddeneilanden

Van oudsher stonden de (Friese) Waddeneilanden vooral in de belangstelling vanwege landschapsecologie, geobotanie (zie bijvoorbeeld Petersen & Westhoff, 2001) en, zij het iets later, grondwaterwinning (Salman, 1984; Rus et al., 1989). Enkele algemene standaardwerken zijn die van Grootjans et al. (1995) en van *Van der Maarel et al. (2011)*.

Op alle vier eilanden wordt grondwater gewonnen ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Terschelling en Ameland hebben een drinkwater-wadleiding, waarmee vanaf het vaste land grofweg de helft van de (drink)waterbehoefte wordt gedekt. Overigens overweegt Vitens om op termijn deze wadleidingen op te heffen en ook voor de twee grootste eilanden al het water op de eilanden zelf te winnen. In de vele plannen speelde en speelt de grondwaterwinning, al dan niet in combinatie met verdrogingsbestrijdingsmaatregelen, een overwegende rol (zie onder meer Iwaco e.a. 1989; Horstman, 1977 voor Ameland en Everts & Grootjans, 2000 voor Schiermonnikoog). Voor Ameland (Kroes, 1997; Dai Min, 2002; Witteveen+Bos, 2005b; Arcadis 2008a) en Vlieland is serieus gekeken naar de mogelijkheid om het effluent van de rwzi's, als bron van zoet water, voor de eilanden te behouden en benutten.

Vanwege de van nature aanwezige grote natuurwaarden in een dynamische omgeving zijn die waarden gevoelig voor verdroging (versterkt door grondwaterwinning), vermesting en verzuring (Leentvaar, 1981a; Nijssen et al., 2001). Deze invloeden zijn dan ook regelmatig onderwerp van onderzoek (zie bijvoorbeeld Bellemakers et al., 1993 en Cals et al., 1993). Door kustverdediging en dijkenaanleg is die natuurlijke dynamiek sterk ingeperkt. In de jaren 1997-2000 zijn voor alle vier eilanden door Rijkswaterstaat en de provincie (POK-F) plannen uitgewerkt om die dynamiek, vooral vanaf de zandige kust, weer wat terug te krijgen. Ook werden studiedagen gewijd aan dit aspect, onder andere tijdens de bijeenkomst van de Nederlandse Hydrologische Vereniging op 14 en 15 juni 1990 op Schiermonnikoog en het duinsymposium 'Denken, duinen en dynamiek', op 27 en 28 mei 2003 op Terschelling (Staatsbosbeheer, 2003). In 1996 bracht het ministerie van LNV een gebiedsvisie voor de Waddeneilanden uit. Over de huidige situatie wordt gemeld dat "de kwaliteit van het oppervlaktewater in het algemeen zeer goed is. Lokaal is er sprake van enige eutrofiëring. In de duingebieden wordt dit veroorzaakt door guanotrofie (lokaal optredende accumulatie van fosfaat door de aanwezigheid van talrijke pleisterende vogels) en in oudere duinvalleien en -plassen door de afbraak van organisch materiaal (een natuurlijk proces dat soms versneld wordt door een voorafgaande snelle stapeling ten gevolge van verzuring). In de polderwateren (sloten, dobben,



*Uit de sloot drinkend vee,  
augustus 2004.*

plassen in eendenkooien, slenkrestanten) is vaak sprake van vrij hoge nutriëntengehalten ten gevolge van de afstroming van meststoffen vanuit de landbouwpercelen” (Ministerie van LNV, Directie Noord, 1996).

Het natuurgebied van Schiermonnikoog werd in 1989 Nationaal Park. Planontwikkelingen voor dit eiland worden sindsdien sterk hierdoor bepaald. Overigens kennen ook de andere eilanden grote oppervlakten natuurterreinen. Landbouw(grond) ontbreekt geheel op Vlieland. Dit eiland, alsmede Schiermonnikoog kenden voorheen geen waterschap. De waterschappen De Amelander Grieën en De Terschellingerpolder werden in januari 1994, tijdelijk nog met behoud van een eigen ‘afdeling’, samengevoegd met Waterschap Friesland. Gelijktijdig werd Waterschap Friesland formeel waterbeheerder op beide andere kleine Waddeneilanden.

Het waterkwaliteitsbeheer op de eilanden had aanvankelijk nauwelijks aandacht. In de waterkwaliteitsrapporten van Friesland waren tot 1991 de eilanden zelfs niet op de kwaliteitskaartjes aangegeven. Vanaf 1991 zijn in de rapportages de zwemwatermeetpunten vermeld; vanaf 1996 de meetplichtige gebieden en vanaf 1997 alle (deels eerder projectmatig onderzochte) meetpunten. Met de aanwijzing in 1990 van ‘wateren met een specifieke ecologische functie’ werden ook wateren op alle vier eilanden gekozen. In 1995 verscheen het Ecologisch beheersprogramma voor deze wateren, mede op basis van verrichte monitoring in 1993 (Meijer-Bielenin, 1994). Nadien volgde doorlopende monitoring van tal van wateren en werden herstelmaatregelen uitgevoerd.

### Vlieland

Het Project Integraal Waterbeheer Vlieland zette in op beperking van verdrogings schade vanwege de grondwaterwinning (Bonnema, 1994). Tal van maatregelen werden uitgevoerd, zoals bosvorming, aanleg en herinrichting winlocaties en voorlichting. Engelsman (2003) maakte daarvan de overall balans op. In dat kader in 1995 uitgevoerde plagproef in het Kooisplek is jarenlang gevolgd op vegetatie-ontwikkeling (Bijkerk, 2004). Aanvankelijk viel het resultaat wat tegen vanwege droge jaren en het ontbreken van een voldoende zaadbank na het plaggen. Na de natte jaren 2001-2002 vestigden zich (de gewenste) soorten van het Oeverkruidverbond. Na het Ecologisch beheersprogramma (Iwaco, 1995c) verscheen in 1999 het Beheersplan Rijksgroten van Staatsbosbeheer en Rijkswaterstaat. In 1996 waren concrete plannen uitgewerkt om de 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> Kroon’s Polders voor zee te leggen (Wolters et al., 1996). Vanwege de hoogte van de bodem blijft de zee-invoel overigens beperkt. Na een studie van Vitens om het effluent van de rwzi (na nazuivering) op het eiland te benutten werd daar van afgezien. Argumenten daarvoor waren onder meer de beperkte ruimte voor een zuiveringsmoeras en bacteriologische risico’s voor veilig drinkwater.

### Terschelling

Gelijktijdig met het samengaan van de waterschappen De Terschellingerpolder en Friesland was er door Tauw een Waterkwaliteitsbeheersplan 1994-2003 voor het eiland opgesteld. Het waterschap De Terschellingerpolder had al beperkte monitoring in de polder uitgevoerd vanwege problemen bij veedrenking voordat Waterschap Friesland hier met monitoring begon. Bemesting en onderhoud van de watergangen leidden tot verhoogde gehalten van zwevende stof, nitriet en sulfaat. Metingen van het chloridegehalte toonde lokaal (bij de Formerumerwiel) zoute kwel aan of plaatselijk indringend zeewater (bij de Nieuwe sluis). Ter voorbereiding van plannen voor dijkversterking verrichte RWS-DNN in de periode juli 1989-januari 1992 uitgebreide en herhaalde chloridemetingen in de polder.

Staatsbosbeheer liet in 2000 een ‘visie op het waterbeheer’ opstellen (Grontmij i.s.m. Elodea, 2000). Uiteraard was hier het duingebied onderwerp van studie. Dat ging gepaard met een separaat opgestelde notitie vanuit de landbouw (Grontmij, 2001b). De agrarische sector maakte zich onder meer zorgen over 13 rioolwateroverstorten, die incidenteel vervuild water lozen op oppervlaktewater. Deze overstorten waren in 1994 geïnventariseerd en vervolgens gedocumenteerd (Waterschap Friesland, 1995g). Een overall-studie in opdracht van Wetterskip Fryslân leidde in 2002 tot de watersystemanalyse



Doodemanskisten op een oude ansichtkaart.



Doodemanskisten, zomer 2013 (foto Jan van der Velde).



Slenk op Ameland  
(west) bij suatiesluis,  
december 2006.

Terschelling (Van Immerzeel, 2002; Claassen, 2003). In deze GGOR studie werd het (grond)watersysteem uitgebreid gemodelleerd en vonden scenario-berekeningen plaats naar diverse alternatieven voor het waterbeheer. Deze studie was tevens de basis voor het in 2007 afgeronde Watergebiedsplan van dit eiland. Ook het Beheerplan Rijksgronden Terschelling 2003-2013 maakte gebruik van deze systeemanalyse.

Als detail kunnen nog de waterkwaliteitsproblemen in de Doodemanskisten vermeld worden met onder meer vissterfte. Op basis van het in 2004 verrichte onderzoek (Dijkstra, 2005) is uiteindelijk in 2013 sanering uitgevoerd. De plas is tijdelijk drooggelegd, vissen zijn verwijderd, daarna is er gebaggerd en zijn de oevers meer glooiend gemaakt. Vanuit landelijke onderzoeksinstituten heeft onderzoek plaats gevonden in diverse duinplassen, zoals van deze Doodemanskisten (Higler, 1986), Badhuiskuil, Griltjeplak, Sterneplak en Waterplak (zie onder meer Cals, 1992; Bellemakers et al., 1993; en Zonneveld, 1993). Badhuiskuil en Griltjeplak behoorden tot de zogenaamde EGM-locaties (een rijkssubsidieregeling voor onderzoek en herstelmaatregelen tegen verzuring en vermesting).

“In het blauwe meertje zijn geen ‘dode mannen’ te zien, maar een troepje lagchende en plassende kleine Terschellingiers in natuurkostuum –het beeld des eeuwig jeugdigen levens. De drassige oevers van het meertje zijn met een rijk afwisselend groen kleed bedekt. Rietgrassen en bloembiezen overschaduwden allerliefste miniatuurplantjes, die ik in de duinstreken van het vasteland zelden aantrof: de rooskleurige *Anagallis tenella* met hare sierlijke ronde vinblaadjes ter wederzijden van dunne, uitgespreide bladsteeltjes, de *Littorella lacustris*, een zuster van onze weegbree, maar zeer klein van vorm en kenbaar aan haar lang uitstreckende helmdraden, de *Cicendia filiformis* met draadfinje stengels en gele bloempjes, de rozeroode *Erythraea lulchella*, het kleine duizendguldenkruid. Hier groeijen zeldzame bloembiezen; *Juncus balticus*, *J. pygmaeus* en *J. triandrus*, die behalve op Vlieland, niet op de andere eilanden voorkomen” (Fragment uit: Onkruid. Botanische wandelingen van F.W. van Eeden (1886), geciteerd uit: Beeld in de natuur; bron van inspiratie. Beeldverhalen als herinnering aan Victor Westhoff, 2005).

## Ameland

In juli 1962 togen medewerkers van het RIVON en de Utrechtse Biologen Vereniging naar Ameland om er (hydrobiologische) waarnemingen te doen. Leentvaar & Higler (1962) hebben dat vastgelegd en waar mogelijk oudere data erbij betrokken. Zij inventariseerden 16 wateren op chemie, macrofauna en plankton. Het was er toen nog betrekkelijk rustig, zo te lezen: “Een interessante bijzonderheid van het eiland is, dat er geen verontreinigd water aanwezig is. Afvalwater van industrie is er niet en huishoudelijk afvalwater komt in een zinkput terecht. Evenals de andere Waddeneilanden is Ameland een oase van rust, vergeleken met het ‘lawaai’ in de industriële afvalwaterwoestenij op het vaste land. De verontreiniging van sloten en plassen door het veeteeltbedrijf bestaat natuurlijk wel en ook zou men binnendringend zeewater verontreiniging kunnen noemen, maar dat is dan ook alles. Het milieu wordt door de mens weinig gestoord. We hopen alleen, dat de vreemdelingenindustrie en de recreatiedruk in goede banen geleid wordt, want anders komen er wel storingen, voor zover ze er al niet zijn”. Daarvoor waren er slechts sporadisch hydrobiologische waarnemingen gedaan. Ook op dit eiland is er het spanningsveld tussen drinkwaterwinning en verdroging (Horstman, 1977), zei het minder in het ‘nieuws’ dan op Terschelling. In het kader van het ISP Milieuonderzoek werd op Ameland de vegetatie gekarteerd en de vogels geïnventariseerd (Schils et al., 1977). Voor Ameland werd in 1994 een Waterkwantiteitsbeheerplan 1995-1998 opgesteld door de kort daarvoor ingestelde ‘afdeling Ameland’ van Waterschap Friesland; voor 1994 was dat het waterschap De Amelander Grieën. Het provinciebrede Waterkwaliteitsplan 1989-1995 was in feite de complementaire tegenhanger daarvan voor het waterkwaliteitsbeheer. Vanuit de voormalige Afdeling Ameland kwam ook de vraag naar de mogelijkheid om het effluent van de rwzi niet rechtstreeks op het wad te lozen, maar te gebruiken op het eiland. Dat werd uitgebreid onderzocht



Dijk tussen Bancks polder (rechts) en Westerplas (links) op Schiermonnikoog, maart 2012.

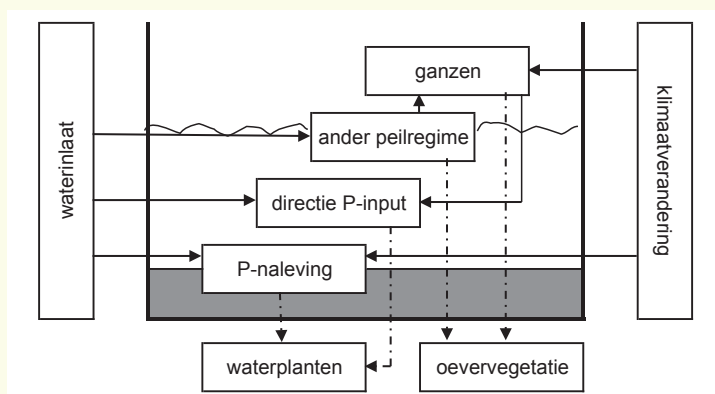


en plannen werden voorbereid (Kroes, 1997; Dai Min, 2002; Witteveen+Bos, 2005b; Arcadis, 2008a). Realisatie schortte op, omdat toegewerkt werd naar gelijktijdige realisatie met de geplande dijkverbetering. Momenteel wordt die benutting van het effluent, samen met dat van Terschelling, uitgewerkt in een Waddenfondsproject. Ook de plannen voor het weer open maken van de Slenk net ten westen van Nes, vormde onderdeel van deze gezamenlijke ‘werk met werk’ uitvoering. Soms wordt uitvoering van dergelijke plannen zover vooruit geschoven en vertraagd, dat het er niet meer van komt.

### Schiermonnikoog

Het grootste gedeelte van Schiermonnikoog is het oudste Nationaal Park van ons land (Vereniging Natuurmonumenten 1997; 1999). Bij de oprichting daarvan in 1989 nam Natuurmonumenten het beheer van Staatsbosbeheer over. Plannen, beheer en onderhoud van Natuurmonumenten en Wetterskip Fryslân worden dan ook veelal gezamenlijk getrokken. Ook hier werd de drinkwaterwinning tegen het licht gehouden vanwege een in 1995 verleende vergunning van grondwateronttrekking, die aangepast moest worden (Rus, 2004). Immers de nieuwe winlocatie bij de Westerplas pakte anders, minder gunstig, uit dan uitgangspunt was in het project ‘Integraal Waterbeheer Schiermonnikoog’. Specifieke aandacht kwam er toen voor de Westerplas (Claassen & Meijer-Bielenin, 2010a). Net ten oosten van deze plas wordt sinds eind 1996 grondwater gewonnen voor de drinkwaterbereiding, dit ter ontlasting van de winning in de Hertebosvallei. Ter compensatie werd polderwater naar de Westerplas gepompt. Die plas bleek na de start van de winning met gelijktijdige inbreng van polderwater bodemfosfaten na te leveren. Aanvullend onderzoek toonde een zeer bijzondere visstand aan, terwijl de watervegetatie sterk verarmd was. Riet in de aanvankelijke brede oeverzone had sterk te leiden van ganzenvraat en bleek in enkele jaren vrijwel geheel verdwenen (Reitsma et al., 2008). Dat alles leidde dus tot eutrofiëringsverschijnselen (vanwege toegenomen externe en interne belastingen), andere waterstanden en mogelijk mede daardoor meer ganzenvraat aan de rietbegroeiing (Claassen & Meijer-Bielenin, 2010b). In het kader van een nieuw Beheerplan voor het Nationaal Park zijn enkele inrichtingsplannen (scenario’s) voor de Westerplas uitgewerkt (Rus & Braat, 2014). De ontwikkeling naar brak water en een zoet-zoutgradiënt is niet haalbaar gebleken. Gekozen is voor herstel van het zoetwatersysteem, met baggeren en meer peildynamiek als maatregelen.

Rondom de ijsbaan en Kapenglop zijn herstelwerkzaamheden uitgevoerd om de verdroging te bestrijden en natuurwaarden van het Kapenglop te herstellen (Nijsten & Schunselaar, 2003). Recente klachten over blauwalgen in de Berkenplas (een officiële zwemlocatie) hebben geleid tot maatregelen om de bloei van de blauwalg *Gloeotrichia* te bestrijden (Kobus, 2011). In 2013 is daartoe een helofytenfilter aangelegd, waar het water uit de plas doorheen wordt gepompt. N.B. Otto (1941) vond deze soort (*G. echinulata*) al in 1939 en 1940 in de wateren rondom Sneek. In zijn lijstje is dit overigens de enige blauwalgensoort daar, naast Groenwieren, Kiezelwieren, Flagellata en Dinoflagellata. Een gebeurtenis die het landelijke



Figuur 7.1. Schematische weergave van de belangrijkste processen die tot versnelde eutrofiëring van de Westerplas hebben geleid. Doorgetrokken pijlen stimuleren en leiden tot; onderbroken pijlen remmen en tasten aan (uit Claassen & Meijer-Bielenin, 2010b).

nieuws haalde, was de enorme muggenoverlast in de zomer van 2007. Toeristen trokken huiswaarts en terrassen in het dorp bleven leeg. “Het extreem natte late voorjaar en de vroege zomer van 2007 heeft veel semi-permanent nat habitat voor huissteekmuggen opgeleverd. Gecombineerd met de zomerse temperaturen en de grote geïnundeerde oppervlakten hebben zich over maanden steekmuggen talrijk kunnen ontwikkelen”, aldus concludeert Verdonschot (2008) na uitgebreid onderzoek. Nadien zijn rondom het dorp sloten geschoond voor een betere waterafvoer in tijden van veel neerslag. Problemen als toen hebben zich niet meer voorgedaan.

## 7.10 De Friese boezem

*“Maar karakteristieker dan al dit kanaalgedoe zijn voor Friesland de meren! Vroeger was geheel Friesland er mee overdekt, maar heden ten dage zijn er nog genoeg over om deze provincie als een merengebied te typeeren. Van Stavoren uit vinden wij in één lijn de Morra, het Fluessen en het Heeger Meer; ten Noorden daarvan liggen vele plassen en brekken en poelen, die elk naar een eigen naam luisteren: van het Grootte Gaastmeer af tot het Riedmeer, het Hissemeer en het Sipekmeer toe ...! Ietwat oostelijker treffen wij het Slootermeer, de Grootte Brekken en nog iets verder het uitgestrekte Tjeukemeer. Om noordelijker op het Sneeker Meer, het Pikmeer, de verschillende Ee's en het Bergumermeer niet te vergeten. Al deze nog bestaande meren waren – dat heeft nauwkeurig onderzoek aangetoond – niet in loonende droogmakerijen te veranderen, wat met vele andere (in de buurt van Koudum, Workum en Makkum bijv.) wèl het geval was.*

*Al de wateren van Friesland tezamen – zij staan onderling alle met elkaar in verbinding – vormen één groote boezem, welks water door sluizen op vele plaatsen in zee wordt geloosd. Het is te begrijpen, dat de talrijke meren in dit gebied ten opzichte van de watervoorziening en van het op peil houden van het boezemwater een belangrijke rol vervullen. Het teveel aan water wordt op natuurlijke wijze in zee geloosd door een twaalfstal zeesluizen aan de Westkust te Harlingen, Makkum, Workum, Hindeloopen, Molkwerum en Stavoren; aan de Zuidkust te Taczijl, de Lemmer en Schoterzijl; in het Noorden door de Dokkumer Nieuwe Zijlen, de Roptazijl en de Friesche Sluis!” (Nijland, 1930).*

De Friese boezem is zowel het kloppend hart als het centraal vatensysteem van de Friese waterhuishouding. Wateraan- en -afvoer gaan via dit aaneengesloten netwerk van meren en kanalen, met een totale oppervlakte van 15.000 ha. Gerekend naar het afwateringsgebied is dit het grootse boezemstelsel van ons land. Vanaf 1970 is er een jaarrond vast streefpeil van -0,52 m NAP. 's Zomers vindt peilhandhaving plaats met wateraanvoer uit het IJsselmeer. Inliggende polders kunnen boezemwater onder vrij verval inlaten. Ook de poldergebieden in noordwest en noordoost Friesland onttrekken boezemwater voor peilhandhaving en doorspoeling (vanwege verziltingsbestrijding). Via opmalingen worden de hogere gronden in het zuidoosten van water voorzien. Tevens vindt doorvoer plaats naar Groningen en indirect naar Drenthe. De wintersituatie kent een omgekeerd hydrologisch regime. Afvoer van overtollig water naar de Waddenzee vindt rechtstreeks plaats bij Harlingen of indirect via het Lauwersmeer. Bij onvoldoende lozingscapaciteit worden achtereenvolgens de gemalen te Stavoren en Lemmer ingeschakeld. De poldergebieden in noordwest en noordoost Friesland kunnen hun water kwijt via de gemalen te Roptazijl, Zwarte Haan en Ezumazijl. Met enkele sluizen en in het achterland van de boezem met bijna 1000 gemalen en vele malen meer stuwen wordt het peilbeheer in de gehele provincie fijnmazig geregeld.

### Boezemlanden

Ooit behoorde ongeveer een derde van de provincie tot boezemland (bûtlân), de niet ingedijkte ‘uiterwaarden’ van de Friese boezem. Door inpoldering (omkading) nam dat aandeel gestaag af, tot vrijwel niets meer over was (*De Haan, 1952*). Dat proces ging door tot in de '80 jaren van de vorige eeuw. Het gebied De Miedens, het gebied tussen Goëngahuizen en De Veenhoop, was in de vijftiger jaren aan de buurt. “Boeren ruilden grond, kavels werden vergroot en er kwamen ontsluitingswegen. Bijna heel Friesland ging op de schop. In het Zwettegebied legde Domeinen de drassige blauwgraslanden droog. Daar begonnen 21 boeren en hun gezinnen aan een nieuwe toekomst. Winter 1951. Als altijd staat het Lage



*Blauwgrasland in het Wijnjeterperschar met onder meer orchideeën en Kleine valeriaan, voorjaar 2010 (foto Johan Grijpstra).*



De Groote Wielen zomerpolder, juni 2010.



De Groote Wielen zomerpolder, februari 2010.

Midden onder water. Ditmaal stroomt het zelfs over de dijkes. De veehouders hebben ieder een eigen poldertje, te midden van boezemwater en blauwgrasland. ‘Guon boeren moasten in strontdyk om ‘e pleats sette om it wetter út é hûs te hâlden’. De inpoldering die aan dit alles een einde maakt, begint in 1950 met de bouw van een gemaal bij Pean” (Keulen, 1999). Er worden nieuwe wegen aangelegd, sloten gegraven en de arme grond wordt flink bemest. “De natuur moet wijken voor de vooruitgang. ‘De blommen yn it blaugers rûkten sa lekker’, zegt Reinskje Kerkstra weemoedig. ‘Mei de fûgels wie it fuort dien’, herinnert haar man Hendrik zich” (Keulen, 1999).

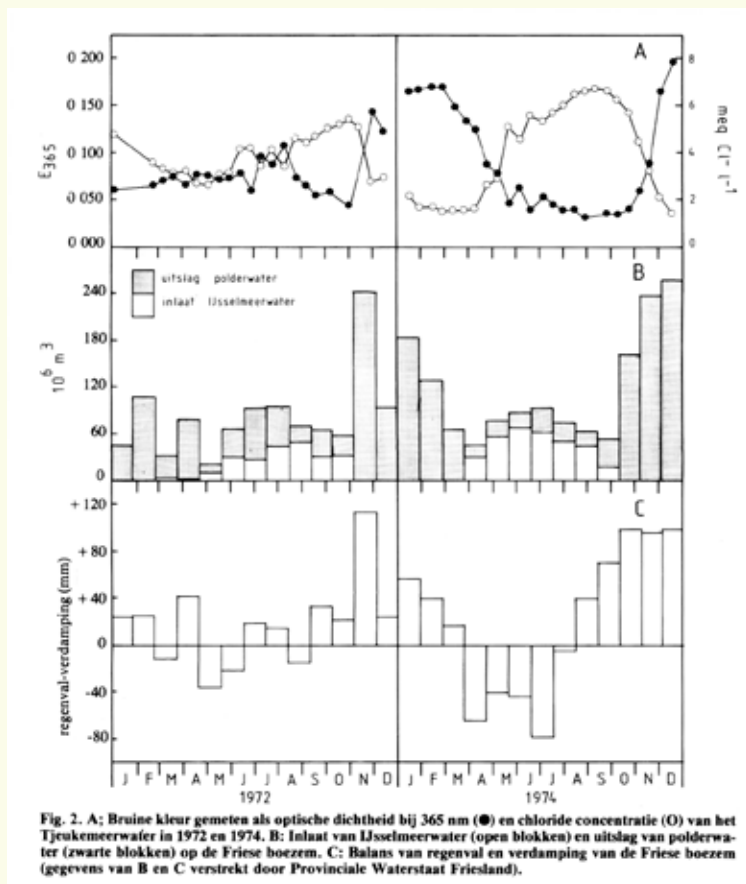
Met de gestage afname van de natuurlijke peilfluctuaties op de Friese boezem, de inpoldering van boezemland en het omvormen van zomerpolders in winterpolders nam het areaal en de kwaliteit van blauwgraslanden sterk af. Die achteruitgang in kwaliteit werd veroorzaakt door zowel minder winterse inundaties (en daardoor verzuring door afname van de buffercapaciteit), maar ook door wegzijging van oorspronkelijk lithotroef water naar de aanliggende agrarische polders met een lager waterpeil (en bijgevolg verdroging). In 1984 verscheen een special van Vanellus over het wel en wee van de Friese blauwgraslanden. Ontstaan, achteruitgang, beheer, bedreiging, flora en fauna worden in diverse bijdragen beschreven (Fokkema et al., 1984). De grootste overgebleven blauwgrasland gebieden liggen bij Akmarijp, langs het Sneekermeer en in de Alde Feanen (Wylclannen). Verder zijn het veelal randen en hier en daar verspreid liggende kleine gebiedjes. Een voorbeeld van dit laatste is een locatie in de Groote Wielen van ruim 100 m<sup>2</sup>, aanvankelijk aangewezen als ‘instandhoudingsdoel’ voor dit Natura 2000 gebied, doch vervolgens van de definitieve lijst geschrapt.

Vanuit de Rijksuniversiteit Groningen is midden jaren '90 veel onderzoek uitgevoerd naar de hydrologie en natuurkwaliteit van boezemlanden en blauwgraslanden (Spieksma, 1994; Spieksma et al., 1995; Van Diggelen et al., 1996; Van Duren et al., 1998). Door de opgetreden maaiveldaling in de resterende boezemlanden en het vaste streefpeil van de Friese boezem wordt herstel en behoud van de oorspronkelijke kwaliteit steeds moeilijker. De STORA startte begin 1990 een onderzoek naar de achtergrondbelasting van nutriënten vanuit (onbemeste) veenweidegebieden: ‘Landbouw en Waterkwaliteit; de nutriëntenhuishouding van oppervlaktewater in veengebieden’. Gedurende twee jaar (1990-1992) werd een uitgebreid waterkwaliteitsonderzoek in de blauwgraslanden van Akmarijp uitgevoerd. Daar werden in raaien oppervlaktewater en ondiep grondwater op verschillende diepten onderzocht. Er werd water uit 21 verschillende ingegraven tensiometercupjes, uit negen peilbuizen en twee oppervlaktewateren bemonsterd en fysisch-chemisch geanalyseerd. Die maandelijkse analyse gebeurde in de periode eind 1990 tot eind 1991. Gestoken bodemkolommen veenmosveen werden in het laboratorium -met erop toegepaste experimenten, zoals gesimuleerde kwel- onderzocht. De achtergrondbelasting wordt vooral bepaald door de profielopbouw, hydrologische situatie (grondwaterstanden, kwel of wegzijging) en meteorologische omstandigheden. Zonder kwelinvloed en onder gemiddelde weersomstandigheden bedraagt die achtergrondbelasting van perceel naar oppervlaktewater ca. 10-16 kg,ha.j-1 voor stikstof en 0,8-1 kg,ha.j-1 voor fosfaat (Hendriks, 1993, 1997).

### Water- en stoffenbalansen

De periodiek gemaakte water- en stoffenbalansen van de Friese boezem (Claassen, 1979a; Raad et al., 1993a) tonen drie belangrijke posten: voor water het ingelaten of uitgemaal Jsselmeeerwater en de doorvoer en lozingen in het noorden; en binnen het gebied de polders en hoger liggende gronden. De gegevens van Raad et al. zijn ook gebruikt door Maasdam & Claassen (1997, 1998). Voor stoffen, vooral nutriënten, komen daar de lozingen van rwzi's bij. Vooral de lozingen van voedselrijk polderwater en van effluenten van rwzi's hebben geleid tot een grote nutriëntenbelasting van het water. In tabel 7.1 is een overall waterbalans opgenomen, waaruit duidelijk wordt dat het verschil tussen neerslag en verdamping wordt gecompenseerd met waterinlaat (vooral zomers) en met waterafvoer (vooral 's winters). De hoeveelheden in deze balans wijken wel enigszins af van die van Raad et al. (1993a).





Figuur 7.2. Seizoenspatroon van het chloridegehalte en opgeloste humusverbindingen 'brown colour intensity' in het Tjeukemeer in 1972 en 1974, sterk bepaald door het jaarlijks hydrologisch regime (uit De Haan & Voerman, 1983).

Tabel 7.1. - Waterbalans van de Friese boezem op basis van jaarnormalen voor de periode 1970 t/m 2008.

In	x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> per jaar	Uit	x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> per jaar
Inlaat IJsselmeerwater	239	Afvoer en doorvoer	1.304
Neerslag op boezemwater	117	Verdamping boezemwater	98
Neerslag op boezemgebied	2.509	Verdamping in boezemgebied	1.463
<b>Totaal</b>	<b>2.865</b>	<b>Totaal</b>	<b>2.865</b>

De hoeveelheid neerslag is veruit de grootste post: op het totale boezemgebied is dat meer dan tien maal de inhoud van de Friese boezem. De zomers ingelaten hoeveelheid IJsselmeerwater is gemiddeld genomen vrijwel gelijk aan de inhoud van het boezemstelsel, in droge zomers kan dat oplopen tot 1,5 à 2 maal de inhoud van het boezemsysteem. De (meest winterse) afvoer is 5 à 6 maal zo veel als de inhoud. Dat betekent een aanzienlijk kortere verblijftijd van het water in de winter dan in de zomer. Nog twee vergelijkingen: de jaarlijkse hoeveelheid geloosd effluent van alle rwzi's is ongeveer eenderde deel en de jaarlijkse hoeveelheid door Vitens onttrokken grondwater ongeveer een vijfde deel van de inhoud van het boezemsysteem.

Begin jaren '70 heeft waarschijnlijk in de meeste meren de omslag plaats gevonden naar troebel water, gekenmerkt door overmatige algengroei, vooral van blauwalgen en specifiek van *Oscillatoria agardhii* (vanaf 1999 *Planktothrix agardhii* genoemd). Nadien vermelden diverse publicaties deze door *P. agardhii* gedomineerde situatie. Voor die omslag was deze blauwalgensoort zeer waarschijnlijk nauwelijks in Friesland aanwezig, getuigen Redeke (1948) en Leentvaar (1955b, 1963a). Een citaat uit 'Hydrobiologie van Nederland' (Redeke, 1948) over deze draadvormige blauwalg: "Ook deze Cyanophyce kan aanleiding geven tot waterbloei. *O. agardhii*, die in de Rijn en zijn vertakkingen soms talrijk in het plankton aanwezig is, komt ook in de zoete en oligohaliene stilstaande wateren onzer westelijke provincies, die minder rechtstreeks met de Rijn in verbinding staan algemeen voor, doch schijnt dientengevolge in onze noordelijke, niet onder de invloed van het Rijnwater staande provincies te ontbreken". Leentvaar onderzocht van 1955 tot 1961 regelmatig het (fyto)plankton in de Friese meren en berekende planktonquotiënten. Daarbij noemt hij ook vaak de kleur van het water. In het voorjaar 1956 ontbrak *Oscillatoria*, wel vond hij toen *Anabaena* en *Microcystis aeruginosa*. De kleur van het water duidde hij aan als wittig bruin, zwart, bruin, witbruin, bruin en bruinig; geen enkele keer groen. In september 1958 noemt hij als kleuren: blauw-groen, zwart+blauwgroen en zwartgroenig. In de zomer van 1957 komt *Aphanizomenon flos-aquae* veel voor en *Microcystis aeruginosa* weinig tot veel. *Oscillatoria* sp. weinig. In de zomer van 1960 (5 tot 15 juli) zijn de geduide kleuren: bruinzwart (Slotermeer, Terkaplesterpoelen), blauwgroen (Fluessen), groenbruin (Galamadammen), zwartgeel (Tjeukemeer, Leijen),

bruingeel (Nanneviid, Langweerderwielen), zwartgroen (Koevorder), blauwgeel (Vlakke Brekken), zwart (Alde Feanen), zwartblauw (Pikmeer, Sitebuurster Ee, Groote Wielen), bruin (Eester zanding, Kruisdobbe), blauw (Bergumermeer) en bruin vezelig (Boornbergumer Petten). Groen zonder meer ontbreekt in dit rijtje, de zuidwestelijke meren neigen naar groen. “Het is moeilijk, de vraag te beantwoorden of de hoge BOD-waarden en de hoge waarden van de planktonquotiënten van de Friese meren de natuurlijke toestand weergeven, of dat zij door verontreiniging deze hoge waarden hebben gekregen. Wanneer men bedenkt, dat vele Friese meren een vruchtbare kleibodem hebben, kan men aannemen, dat het water altijd reeds rijk is geweest aan voedingszouten en dat de planktonrijkdom altijd groot is geweest. Verontreiniging zal men dus hier op andere wijze moeten aantonen”, aldus Leentvaar (1963a). In 1960 varieerde die BOD veelal tussen 4 en 12 mg/l, behalve in de Boornbergumer Petten (vrijwel 0), Princenhof (3 mg/l) en Sanemar (4 mg/l). Bedacht moet worden dat er toen -op een enkele uitzondering na- nog geen rwzi's waren, geconcentreerde weilozingen op de boezem plaats vonden en er dus een grote belasting met ongezuiverd afvalwater op de boezem was. Er waren, naast veel groenalgen en diatomeeën, al wel blauwalgen, maar nog nauwelijks *Planktothrix agardhii*. Het relatief heldere water werd opgeladen, maar de omslag naar een troebel algen-gedomineerd systeem moest nog plaats vinden, zo kan uit Leentvaar's gegevens worden afgeleid. Dat zou tien jaar later gebeuren.

In de Leijen hebben fonteinkruiden het nog tot 1978 uitgehouden. In het Tjeukemeer voltrok zich deze omslag waarschijnlijk in of direct na 1972. De Nie & Lammens (1988) beschrijven die omslag vrij nauwkeurig: “Sinds 1968 is de chlorofylconcentratie tijdens het groeiseizoen gestegen”. Die concentratie stijgt gestaag en jaarlijks van ca. 50 µg/l in 1968 tot ca. 200 µg/l in 1979. Daarna schommelt dat gehalte rond de 150 µg/l (tot in 1987), maar over deze gehele periode (1968-1987) wordt een significante stijgende trend gevonden. “Na 1972 komen steeds meer blauwalgen voor en wordt *Oscillatoria agardhii* dominant. In 1966 worden nog twee soorten fonteinkruiden gevonden (*Potamogeton perfoliatus* en *P. lucens*). In 1970 wordt de bedekking daarvan op 10 % geschat. In de loop der 70-er jaren zijn deze waterplanten geheel verdwenen. Verder zijn er aanwijzingen dat het rietareaal afneemt”. Zij vinden een significante negatieve correlatie tussen de chlorofylconcentratie en de diversiteitsindex voor vis, beschreven voor de periode 1974-1987. Die gestage achteruitgang van (water)rietbegroeiingen wordt elders in de boezemmeren ook door anderen gevonden (Hoekstra, 1991; Olivier, 2003; Claassen & Thannhauser-Douwma, 2009).

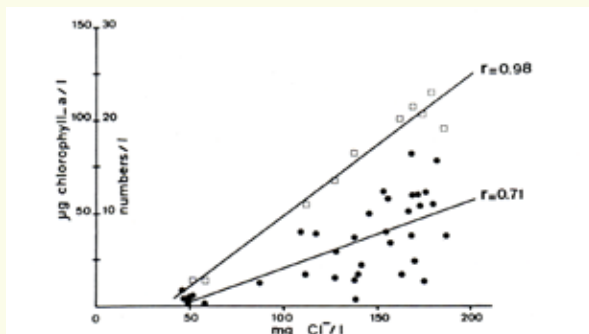
Tot ca. 2000 was ook het IJsselmeer bron van nutriënten; daarna verbeterde de kwaliteit van het IJsselmeerwater aanzienlijk, zodat inlaat daarvan nu een verdunnend effect heeft op de gehalten in het boezemwater. Die betere kwaliteit van IJsselmeerwater, nutriëntenreducties op rwzi's en in mindere mate de mestregelgeving hebben vanaf eind jaren '90 geleid tot een afname van fosfaat- en stikstofgehalten. Aan die afname is echter een kleine tien jaar geleden, vanaf 2006, een einde gekomen. Gezien de nog steeds aanwezige eutrofe toestand van dit watersysteem (gekenmerkt door veel brasem en weinig waterplanten) blijft onduidelijk wanneer een omslag naar helderder water met waterplanten en zonder dominantie van brasem plaats vindt. Gunstige weersomstandigheden kunnen een trigger zijn voor zo'n omslag. Daarentegen tendeeft klimaatverandering (warmere seizoenen en meer neerslag) naar stimulering van de eutrofiëring.

Waarschijnlijk gaat de omslag van stabiel troebel, algenrijk en *P. agardhii* gedomineerd water niet in een enkele switch, maar stapsgewijs in twee of drie stappen (zie figuur 8.1). Het eerste stapje vond plaats rond 1994 bij de afloop van de vijfjarige beheerisseriesen, waarbij de absolute dominantie *P. agardhii* werd doorbroken. Een tweede stapje werd gezet zo rond 2010-2012; sindsdien verschijnen submerse waterplanten op meer en meer plekken. Hoe lang de huidige fase duurt en een derde (definitieve?) switch optreedt, is mede afhankelijk van de helderheid van ingelaten IJsselmeerwater, het zelfversterkend effect van de huidige vegetatie-ontwikkeling, de invloed van exoten, zoals *Dreissena bugensis*, krabben en kreeften en de mate waarin klimaatverandering zich doorzet. Eenzelfde tijdsspanne? Dat zou voor het uiterlijk in 2027 bereiken van de 'goede ecologische potentie' mooi uitkomen.

In opdracht van de provincie bracht de Dienst Landelijk Gebied in 2005 een verkenning uit over mogelijke boezemuitbreiding (Foekema, 2005). Van verschillende zoekrichtingen, zoals nieuwe meren, groenblauwe dooradering, blauw voor rood en Dokkum-Deltaland worden kansrijke locaties genoemd. Een nieuw 'meer bij Oudega' werd breeduit in de media bediscussieerd. Dokkum-Deltaland werd in 2012 weer opgepakt, zij het met een andere insteek, met het Waddenfondsproject Súd Ie. Een door sommigen gedroomd meer bij Holwerd (met doorsteek naar de Waddenzee) zou daar in passen<sup>33</sup>. Hoewel waterkwaliteit niet genoemd wordt, zal een dergelijke uitbreiding het Friese boezemwatersysteem robuuster en veerkrachtiger maken. Het project Better Wetter (Brongers & Van Belle, 2008), een initiatief vanuit de terreinbeherende instanties, heeft eenzelfde insteek.

Verondersteld wordt dat een seizoensgebonden peilvariatie met hogere winter- en lagere zomerpeilen nodig is voor een duurzame instandhouding van een vitale oevervegetatie (zie het IWBP). Gegeven de gestage achteruitgang van de water-

<sup>33</sup> Ideeën over en wensen voor nieuwe meren zijn niet nieuw. In 1970 werd het ambitieuze 'Merenplan Wonseradeel' gelanceerd. Tussen Workum en Makkum waren drie geschakelde meren gedacht: Workumermeer, Parregaastermeer en Makkumermeer. Acht polders, die in 1878 waren drooggemalen, zouden weer onder water gezet worden. Ook die plannen zijn niet gerealiseerd.



Figuur 7.3.

Gradiëntbemonstering in het Tjeukemeer (26 oktober 1973) laat een afname van chlorofyl-a (open vierkantjes) en copepoden/zoöplankton (stippen) zien bij afnemende chlorideconcentraties (uit De Nie et al., 1980).

rietzone en die benodigde peildynamiek was in 1998 (bij de voorbereidingen van het IWBP) aanleiding te starten met onderzoek naar een verdere onderbouwing van en mogelijkheden voor meer peilvariatie. Het eerste rapport onderbouwde de ecologische relatie tussen waterriet en peildynamiek (Witteveen+Bos, 1999a). Er volgden meer dan een dozijn rapporten (met kentallen en kaarten, scenario-studies, modelberekeningen, afwegingsinstrumentaria, maatschappelijke kosten-baten analyses, sociaaleconomische waardebeoordelingen, etc.), die uiteindelijk in 2010 leidden tot het besluit om het streefpeil van -0,52 m NAP ongewijzigd te laten (Wetterskip Fryslân, 2010b). In de tussentijd werd met onderzoek van 24 PQ's gevonden dat die oevervegetatie nog steeds tanende is (Claassen & Thannhauser-Douwma, 2009). Met de aanleg van vele kilometers natuurvriendelijke oevers (als KRW-opgaven) wordt getracht de ecologische toestand van het boezemwater te verbeteren. Ook de visstand kenmerkt zich nog steeds door dominantie van brasem (Koole & Koopmans, 2009, 2013; Schalk, 2013). Dat was aanleiding om een pilot beheerdersvisserij uit te voeren, zo was dit als maatregel in het Waterbeheerplan 2010-2015 opgenomen. Een haalbaarheidsonderzoek in de Leijen leidde tot het besluit daar vooralsnog van af te zien, omdat de huidige nutriëntenbelasting nog te hoog is (Witteveen+Bos, 2012b). De relatief korte verblijftijd van het water is daarbij sterk bepalend. Ook een vervolgstudie van de overige boezemmeren leidde tot een gelijke bevinding: vooralsnog afzien van een pilot beheerdersvisserij, omdat daarmee, gegeven de huidige fosfaatbelasting, nu nog geen duurzame stabiele heldere toestand kan worden verkregen (Witteveen+Bos, 2013b). Alleen de Sondelerleien zou kansrijk zijn voor een pilot, maar dit meer werd als onvoldoende representatief gezien voor de boezemmeren. Er wordt nog wel nagegaan hoe juist de huidige PCLake modeluitkomsten zijn voor de Friese meren. Immers dit model is minder gefit voor kettingmeren, waarin bovendien het water bij tijd en wijlen heen en weer stroomt.

### Tjeukemeer

Het Limnologisch Instituut koos het Tjeukemeer als ondiep meer in de Nederlandse participatie in het Internationaal Biologisch Programma, sectie 'Productivity Freshwater' (Golterman, 1977). Centraal doel was om in een aantal representatieve ecosystemen, waaronder dus het Tjeukemeer, de kwantitatieve aspecten van groei te meten, te begrijpen en te voorspellen. Tientallen onderzoekers richtten zich hier ruim 20 jaar op de primaire, secundaire en tertiaire productie van dit meer. Dat leverde stapels rapporten, publicaties en proefschriften op. Opmerkelijk is dat al die onderzoeken zijn blijven steken op onderdelen van het geheel, zoals over humusverbindingen, fytoplankton (en nutriënten), zoöplankton (en vissen) en vissen (en predatie en sterfte). Zelfs in de monografie over het Tjeukemeer in 'Developments in Hydrobiology 11', reprinted from Hydrobiologia volume 95 uit 1982 met tien afzonderlijke bijdragen ontbreekt een geïntegreerde beschrijving van die onderdelen. Een van de weinige pogingen daartoe, in een populaire en oppervlakkige versie, zijn die van Golterman (1974a, b). Dit onderzoek van het LI was tevens reden voor de Provinciale Waterstaat van Friesland om hier geen vast merenmeetpunt te kiezen. Vanaf 1970 waren er 22 merenpunten in het monitoringprogramma van de PWS opgenomen, maar dus geen in het Tjeukemeer. In de jaren 1984-1991 liep het FosFri-project in zuid Friesland met het Tjeukemeer als meest bestudeerde meer. In deze modelstudie werd nagegaan welke nutriëntenbronnen in welke mate moeten worden gereduceerd om de eutrofiëring terug te dringen. Gezien de parallelle waterstromen waarin die nutriënten zitten, bleek dat praktisch onmogelijk. In 2011-2013 zijn de polders direct ten zuiden van dit meer en de nutriëntenstromen tussen polders en Tjeukemeer onderzocht binnen het hotspotonderzoek 'ondiepe meren en veenweidegebieden' (Tamsma, 2012).

### Bergumermeer

Het verdiepend onderzoek vanuit de Kema en het Limnologisch Instituut stond geheel in het teken van de koelwaterlozing door de energiecentrale. Hoewel gemeten watertemperaturen aanzienlijk hoger waren dan in andere meren (Van Densen & Hadderingh, 1982) en wat zichtbaar was op remote sensing beelden (Roeters & Buiteveld, 1993), bleek de ecologische impact beperkt (Wanders et al., 1980; Koops, 1981). Deze Centrale startte haar energieproductie in 1974 en is enkele jaren geleden stilgelegd. Slechts in geval van landelijke tekortsituaties en bij groot onderhoud aan andere energiecentrales wordt deze Centrale voor korte perioden (een tot enkele weken per jaar) bijgeschakeld. Een blauwe maandag is nog onderzoek verricht om oppervlaktewater uit het Bergumermeer (en enkele andere wateren) te benutten voor drinkwaterbereiding. Overig specifiek onderzoek in dit meer richtte zich vooral op de zwemwaterkwaliteit en blauwalgenproblematiek (Thannhauser-Douwma, 2012).



*Potamogeton lucens*,  
*P. pectinatus* en  
*P. perfoliatus* in  
het Slotermeer,  
augustus 1997.



### Slotermeer

In 1970 verschenen de eerste landelijke beschouwelijke en waarschuwendende publicaties over het probleem van de eutrofiëring in het tijdschrift H2O: 'Mogelijke gevolgen van de fosfaateutrofiëring van het oppervlaktewater' (Golterman vanuit het Limnologisch Instituut) en 'Het probleem van de eutrofiëring' (Leentvaar vanuit het RIN). Intussen voltrok dat proces zich in den lande. Toen in 1976 het biologisch waterkwaliteitsonderzoek bij de Provinciale Waterstaat startte, werd als eerste te onderzoeken groep gekozen voor fytoplankton en het Slotermeer kreeg daarbij bijzondere aandacht: daar liep een projectmatig onderzoek van 1976 tot en met 1983 (Claassen & Hoogterp, 1984). Er werd voor fytoplankton gekozen als zijnde een indicatorgroep die snel reageert op de trofiegraad van het water en voor het Slotermeer vanwege de relatief eenvoudige waterhuishouding (vrijwel rond met drie erin uitkomende kanalen) en een vrijwel directe lozing van effluent van de rwzi Sloten. De omliggende plaatsen loosden aanvankelijk hun afvalwater nog ongezuiverd; in Sloten werd in 1977 de rwzi in gebruik genomen en vanaf 1979 van een defosfateringsstrap voorzien. Naast fytoplanktononderzoek werden water- en stoffenbalansen opgesteld (Wegman, 1976), aangevuld met waterbodemonderzoek en op fosfaat en stikstof gerichte naleveringsproeven (Snel, 1978; Olthuis, 1982). Ook werd er onderzoek verricht naar het voorkomen van de aasgarnaal *Neomysis integer*, die foerageert op zoöplankton (Bremer, 1980). Twee opmerkelijke resultaten. Vòòr de defosfatering op de rwzi Sloten bestond de P-belasting op het meer uit 8 ton vanuit ingelaten IJsselmeerwater, 4 ton uit de zuivering en 2 ton uit de voornamelijk aan de zuidzijde van het meer gelegen polders. Met defosfatering veranderde alleen de P-emissie uit de rwzi. Deze daalde van 4 naar 0,5 ton. Tot eind jaren '60 kwam er geen of nauwelijks *Planktothrix agardhii* in het Slotermeer voor. In 1973 maakt deze draadvormige blauwalg reeds tot 60 % van de exemplaren uit. Op de drie meetpunten in het Slotermeer bleek de invloed van met IJsselmeerwater binnenstromend fytoplankton nog duidelijk zichtbaar bij Sloten, echter bij Balk en Woudsend was die invloed compleet overruled door autochtoon Fries plankton (Claassen, 1983; Claassen & Hoogterp, 1984). Hoe meer naar het noorden in de reeks van kettingmeren en hoe later in het zomerseizoen, hoe groter de dominantie van *P. agardhii*. In juli 1982 was vanaf het Sneekermeer tot in de Leijen en het Bergumermeer die dominantie in het fytoplanktonbeeld groter dan 90 %. Berger (1988) typeerde de *Planktothrix*-meren als de eindfase van eutrofiëring: "De eigen biomassa zal op een gegeven moment de beschikbare dagelijkse lichtdosis dusdanig doen afnemen dat de groei gelijk is aan de verliezen door sterfte, begrazing en sedimentatie. Ook in de Friese meren is een situatie ontstaan waarin *Planktothrix agardhii* zijn omgeving dusdanig gevuld heeft dat toename van de biomassa niet meer mogelijk is". Naar later zou blijken klopte dit (Maasdam & Claassen, 1997, 1998). In 1986 waren zeven rwzi's in het zuidwestelijk merengebied voorzien van defosfatering, in het gebied dat hiervoor door de CUWVO een hoge prioriteit had gekregen. Nadat in 1984 een samenwerkingsproject -het FosFri-project (Van Huet et al., 1987)- gestart werd tussen de Provinciale Waterstaat, het Limnologisch Instituut en de TU Twente (De Haan & Claassen, 1983), werd eind 1983 het Slotermeer-onderzoek beëindigd.

Het Slotermeer blijft alle jaren onderdeel van het routinematig meetprogramma. Nadat in vijf achtereenvolgende winters brasem en grote snoekbaars was verwijderd uit de boezemmeren (Lammens & Klein Breteler, 1995) en het IJsselmeerwater in kwaliteit verbeterde, bleek het Slotermeer het eerste meer te zijn waar weer begroeiingen van fonteinkruiden terugkwamen. Dat waren "grote velden Glanzig fonteinkruid (vooral in het noordoostelijk deel) en kleinere veldjes Door-groeid fonteinkruid (meer in het zuidoostelijk deel) en aan de oostzijde nog een veldje Schedefonteinkruid" (Thannhauser-Douwma 1994). Dit meer werd ook in de jaren daarna geïnventariseerd. De drie soorten hebben zich plekgewijs uitgebreid, hoewel in sommige tussenliggende jaren er soms een terugval was (Thannhauser-Douwma, 1999). Recent is dit meer betrokken geweest bij het project BaggerNut (STOWA, 2012b) en bij het haalbaarheidsonderzoek naar een pilot beheer-visserij (Witteveen+Bos, 2013b).

### Sneekermeer

Een onbekend gebleven auteur beschreef in een in 1883 uitgegeven publicatie uitgebreid over Friesland, het Friese landschap en zijn mensen. Het geeft een prachtig beeld van de 19<sup>e</sup> eeuw van dit gewest. Een citaat over het Sneekermeer geeft iets weer van hoe het meer er toen bijlag en ervaren werd. Hij of zij vaart vanuit Sneek het meer over. "Wie Friesland inderdaad



wil kennen en zijn eigenaardig schoon waarden, die mag vooral dat waterland niet onbezocht laten. ... Doch het waterland, die breede reeks van lage landen rondom heldere meren, uitgeveende plassen en poelen, door talloze vaarten doorsneden, dat zoo schaars bezochte en weinig bekende waterland, dat geeft u dingen te aanschouwen die ge in ons vaderland nergens elders vinden kunt. ... Is het minder schoon, dat wijde meer, nu eens zich uitbreidende tot aan den verren, verren horizon, waar de grenzen tusschen het zilvergrijze water en den omsluerden hemel vervloeien voor het stralend oog, of waar nog even de vlakke groene oever opdoemt, het lage land, als drijvende op de oppervlakte der wateren; - dan weder zich vernauwende tot de afmetingen eener rivier, waar de groene eilanden en pollen zich beuren uit de golfjes, de groene eilanden en pollen, met hun wuivende rijk bepluimde rietbosschen, met hun weelderigen malschen plantengroei, met hun stille inhammen, waar de prachtige zwanenbloemen drijven op het kalme water, te midden van ranonkels en pompebladeren, waar scharen van eenden, meerkollen en riethoenders eene veilige schuilplaats vinden en bijwilen het doffe geloei van den roerdomp over de wijde vlakte klink?" (Anonymus, 1883). Los van de zinslengte en het lyrisch taalgebruik geen woord over troebel of groengekleurd water, wel over heldere meren met brede rietkragen en waterplanten, zoals Gele plomp en Waterlelie, en moerasvogels.

### Leijen

Dit boezemmeer is, in tegenstelling tot de andere meren, door vervening ontstaan. In het midden van de 18<sup>e</sup> eeuw ontstond in een relatief korte tijd dit meer. Voorheen werd er ter plaatse nog kleinschalig geboerd. Een gedichtje van Marten Jansz. uit 1767 beschrijft "Daar waar men won het hooi des zomers met gewoel, wanneer dit alles is verandert in een poel" dat als volgt:

*"Dat wij dan gaan te zaam, hier eerst wat om de Noord;  
na 't dorp te Oostmeer, daar omtrent in dien oord:  
Daar vinden wij verwoest die zogenaamde Leijen,  
Door dese graveri, men souse schier beschreijen:  
Wel eer nog matig land door boertjes daar bewoont  
die door dit Landverderf, daar niets en wiert verschoont  
Wel haast genoodzaakt zijn vandaar te vlugten.  
En om haar brood-gewin, met zwaren arbeit zugten  
Van de een na de andere hoek, van dit ons Vaderland:  
Want als het land weg was, het geld was haast van kant  
Ag aar dit niet geschied van die zeer slechten menschen  
Dan had men grazig land tot ons gebruik na wenschen."*

In 1953 maakte Joustra een uitgebreide vegetatiekartering van dit gebied. Hij vond in totaal ca. 140 hogere plantensoorten. In het open water treft hij grote velden Glanzig fonteinkruid aan. "Een van de weinig planten, die we ook midden op de Leijen aantreffen. Kensoort van het Myriophylo-Nupharetum, maar ook dikwijls gevonden in andere associaties, speciaal van het Riet. Deze plant is zeer vitaal. Het is slecht uit te maken of deze plant enige voorkeur heeft voor diep of ondiep water en voor harde of zachte bodem. Hij pioniert ver voor de Waterlelie uit en is langs alle oevers te vinden. Uit de getallen van de gemiddelde bedekkingsgraad zien we dat dit Fonteinkruid aan de West-oever groter oppervlak van de opnamen bedekt dan aan de Oost-oever". Deze soort is met grote velden aanwezig tot ca. 1977, toen in het regionaal ISP milieuonderzoek Noorden des Lands ook (nog) werd aangetroffen. Kort daarna is deze begroeiing verdwenen. Joustra treft ook nog in ruime mate Mattenbies aan. "Ook de Mattenbies, hoewel vitaal, is niet in staat de dode zone tussen rietzoom en waterleliedegordel te overbruggen. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in de te zachte veenbodem, waar de Mattenbies niet van houdt. Slechts in die opnamen langs de West-oever vinden we Mattenbies, waar de modderlaag beneden de 40 centimeter blijft". Blijkbaar was er toen een dikke sliblaag aanwezig. Uit peilingen zo'n tien jaar geleden tijdens de uitvoering van de NOLIMP maatregelen bleek rondom nog nauwelijks een baggerlaag aanwezig, verre van voldoende dik



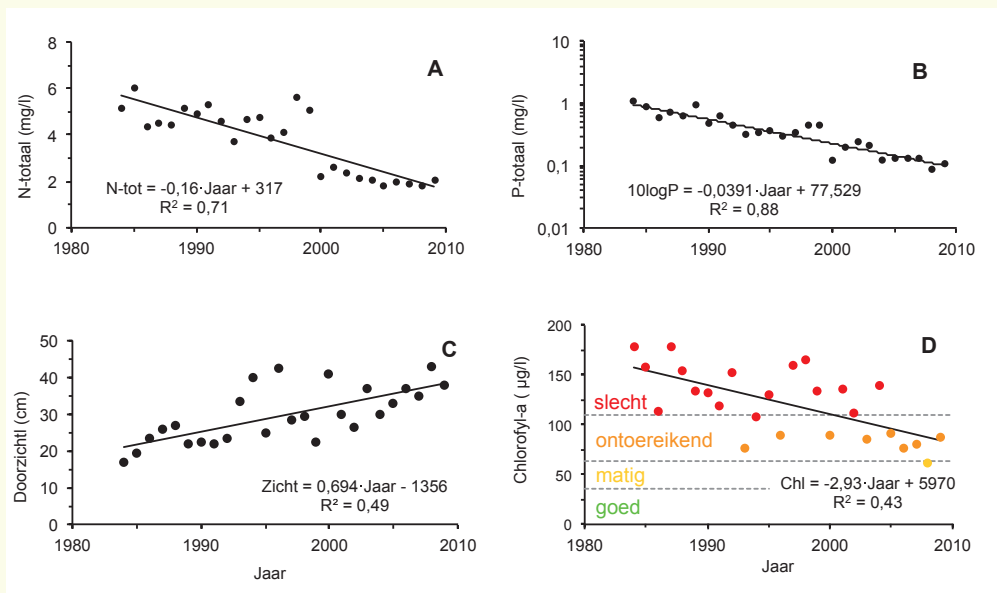
Figuur 7.4.  
Maatregelen in en om de Leijen,  
genomen in het kader van het NOLIMP-project  
(uit Claassen, 2004b).

om baggeren te overwegen. Olivier (2003) vermeldt anekdotisch het voorkomen van Mattenbies, eertijds ook in het open water. In de periode 2002 tot en met 2006 zijn vier PQ's in de oeverzone vijf jaar lang gevolgd. Mattenbies was toen reeds beperkt tot een aantal plekken in die oeverzone. Een laatste waterplant die even genoemd moet worden is Watergentiaan, die langs de westkant nog steeds in een viertal grote velden voorkomt en zeer goed herkenbaar is op luchtfoto's en vastgelegd is tijdens enkele remote sensing projecten eind jaren '80. Joustra trof deze soort ook al aan, zo het lijkt niet alleen langs de westzijde: "Zo vertoont het midden van de Leijen heel weinig plantengroei. Glanzend Fonteinkruid en Watergentiaan zijn dé planten, die we er nog kunnen vinden. Heel vaak staat de Watergentiaan dan zeer dicht en in grote pollens, daardoor beter bestand tegen wind en golven. Overgangen van deze watergentiaangemeenschap, die harde grond preferereert, naar de Waterleliegemeenschap vinden we op de West-oever en de Noord-oever". In 1980 beschrijven Joustra & Veeman het voorkomen van Liesgras (een indicator voor eutrofe omstandigheden) in de oeverzone en vergeleken dat met de situatie in 1953: "Wij hadden de indruk dat er sprake is van een duidelijke toename van het Liesgras rondom de Leyen in vergelijking met 1953". Deze toename van Liesgras indiceert een toegenomen trofiegraad. In 1977 beschrijft Horstman (1978) de flora en fauna van het Bergumermeer en de Leijen. Hij vond naast Glanzig fonteinkruid ook Doorgroeid fonteinkruid. "In de Leyen hebben zich op daartoe geschikte plaatsen (afhankelijk van o.a. de diepte, golfslag en stroming) vegetaties behorende tot de Fonteinkruidklasse gevestigd. Binnen deze klasse zijn hier de volgende verbonden te onderscheiden: het Waterlelieverbond, wat langs de gehele westkant van het meer voorkomt, met als kenmerkende soorten Waterlelie, Gele plomp, Veenwortel en Watergentiaan en het Grote fonteinkruidenverbond. Dit laatste verbond vinden we ook aan de westkant van het meer op de meer diepere en open gedeelten. Kenmerkende soorten zijn hier Doorgroeid en Glanzend fonteinkruid". N.B. Ook langs de zuidwest oever van het Bergumermeer vond hij deze fonteinkruidvegetatie, zij het minder omvangrijk dan in de Leijen. Kort daarna zijn de fonteinkruiden in de Leijen ter ziele. Vervolgens verschijnt in 1982 een inventarisatierapport van en rondom de Leijen en het Bergumermeer en in 1991 een Beheersplan van Staatsbosbeheer.

Nadien volgt er een vloed van studies en rapporten met waterkwaliteitsgegevens en (effecten van) maatregelen ter verbetering van die waterkwaliteit als focus. Aan de start daarvan liggen de toekenning van de specifieke ecologische functie (1990) en een notitie (1992) inzake het 'Project Integraal waterbeheer: de Leyen', een initiatief van Staatsbosbeheer in samenspraak met de provincie. Staatsbosbeheer wilde, als eigenaar van dit meer, het spanningsveld tussen recreatie en natuur zo goed mogelijk laten samengaan. Beide lijnen leidden tot het 'Specifiek ecologisch beheersprogramma de Leijen' (1997). Dat document is vervolgens de basis voor de EU-Interreg project NOLIMP<sup>34</sup> (gehonoreerd voorstel van september 2002) en de eraan gekoppelde maatregelen vanuit het Friese merenproject. Tauw en Oranjewoud begeleiden de uitvoering van maatregelen vanuit resp. het Integraal uitvoeringsplan de Leijen en het Uitvoeringsprogramma Lits-Lauwersmeer route. Studies, onderzoeken (Grontmij, 1994; Heidemij, 1996; Grontmij, 1996), experimenten en maatregelen, zowel in het meer zelf als in de directe omgeving, vinden vooral plaats in de periode 2002-2006 (Claassen, 2006a, 2006c; Wessels et al., 2006). Vaargeulen werden gebaggerd, eilandjes aangelegd, brasem in twee achtereenvolgende

<sup>34</sup> Binnen het NOLIMP-project (acroniem voor **N**orth Sea Regional and **L**ocal **I**mplementation of the Water Framework Directive, waarbij N en P staan voor resp. stikstof en fosfaat en duidend op 'niet mank gaan, doorpakken') en het aanpalende Friese Merenproject werden hier alle 'haalbare en betaalbare' maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit uitgevoerd. De resulterende waterkwaliteit moest dan een indicatie geven van de te bereiken 'goede ecologische potentie' voor boezemeren (KRW watertype M14).





Figuur 7.5. Zomergemiddelden van stikstof (A), fosfaat (B), doorzicht (C) en chlorofyl-a (D) van 1984 tot 2009 in de Leijen. De kwaliteit op de Friese KRW-maatlat voor chlorofyl-a voor watertype M 14 is in kleur gegeven (uit De la Haye et al., 2012).

winters verwijderd (Bonhof et al., 2007) en entproeven met Glanzig fonteinkruid en Driehoeksmossel uitgevoerd. In de aanliggende polder De Putten zijn toevoersloten naar het gemaal verbreed met als doel nutriënten in de polder achter te houden. De rwzi Drachten werd verbeterd en lokaal zijn polderemissies teruggebracht. Op twee nabijgelegen boerenbedrijven werd erfafspoelwater nabehandeld met een IBA en met een verticaal doorstroomd helofytenfilter (Kingma & Vos, 2005a, 2005b). Akoestische debietmetingen in de periode medio 1996-medio 1999 vormden de basis voor een nauwkeurige waterbalans van het meer. Vanuit de directe link van het NOLIMP-project met de KRW werden doelen voor dit meer afgeleid (Wessels & Van Dam, 2005) en een kosteneffectiviteitsanalyse van enkele opgestelde maatregelenpakketten uitgevoerd (Van Engelen, 2005).

Aan de hand van enkele aanvullende onderzoeken op het gebied van de recreatiedruk (Grontmij 2006a, 2006b), rondom het meer voorkomende zoogdieren (Van der Vliet & Wessels, 2006) en een aantal studenten-rapporten (Hattink et al., 1993; Meijer, 1993; Hamming et al., 1998; Zhu Dan, 2003; Iordanescu, 2003) werd in 2010 de balans opgemaakt van het eindresultaat van alle uitgevoerde maatregelen (De la Haye et al., 2010, 2012). Enkele bevindingen daaruit. Het meer heeft een korte verblijftijd, wat leidt tot een relatief grote bruto nutriëntenbelasting. Netto komen er veel meer nutriënten uit de omliggende polders dan dat er vanuit het meer de polders ingaan. Over de periode 1993-1999 is er een licht stijgende trend in concentraties van P-, N- en chlorofylgehalten, over de periode 2000-2010 een dalende trend. Voor de gehele periode leidt dat tot een dalende trendlijn. Voor het doorzicht daarentegen treedt deze trendbreuk niet op; het doorzicht neemt, met gemiddeld ca. 35 cm, nauwelijks toe over deze gehele periode. De geringe toename van ca. 30 naar ca. 40 cm wordt toegeschreven aan de afgenomen chlorofylgehalten. Dat duidt erop dat het doorzicht in de Leijen voor een belangrijk deel wordt bepaald en beperkt door zwevend stof (zonder algen). De biologische beoordelingen aan de hand van de KRW-maatlatten variëren van matig tot slecht en voldoen niet aan de GEP-doelstelling voor 2015.



Voorbeeld van 'reed die-back' langs Wijde Ee, augustus 2001.

Oosterstadsgracht  
Leeuwarden,  
september 1997.



Omdat nadien de waterkwaliteit toch nog onvoldoende was, is nagegaan of beheerisserij soelaas kan bieden. Immers de afvisning in 2004-'05 en 2005-'06 was, binnen de tijdsspanne van het NOLIMP-project, te kort gebleken (Spierts & Vis, 2011). Hoewel de nutriëntengehalten behoorlijk zijn gedaald, wordt op basis van de nutriëntenbelasting afgezien van beheerisserij (Witteveen+Bos, 2012a). Schalk (2013) geeft een overzicht van wanneer er in de Leijen visstandopnamen hebben plaatsgevonden: "De Leijen bevatte in 1988 zeer veel vis met bijna 600 kg/ha. Gedurende de beheerisserij-maatregelen is er een wisselend beeld van de visstand. Maar de opnamen van 2009 en 2011 laten geen herstel naar zeer grote hoeveelheden vis zien. Toch is de visstand met 212 kg/ha (2009) en 163 kg/ha (2011) nog steeds erg groot". In 2013 is nagegaan welke emissiereductie nog nodig is om de (KRW-)doelen voor nutriënten te halen. Daarbij lijken extra emissiereductie maatregelen nodig bij de rwzi Drachten, de omliggende polders en het instromende boezemwater, die gezamenlijk moeten leiden tot lagere nutriëntengehalten (Arcadis, 2013).

### Groote Wielen

Vanuit het zuidwesten van de provincie wordt naar het noord-noordoosten gaand het veengebied steeds smaller. Ter hoogte van de Groote Wielen is de overgang van zand via veen naar klei slechts een afstand van ca. 4 km. Deze plassen zijn dan ook door overstromingen en afslag ontstaan. Tulp (1967) beschrijft uitgebreid de aanwezige macrofauna aan de hand van zijn vele bezoeken in de jaren 1955-1957. Het chloridegehalte van het water was in de decennia daarvoor -vanaf 1937- sterk verzoet (van meer dan 2000 mg/l in 1942, via ruim 1000 mg/l in 1942 en 300 mg/l in 1953) naar 200 mg/l in de zomer en 100 mg/l in de winter ten tijde van zijn inventarisaties. Hij bemonsterde tal van habitats, zoals stenen in de oeverzone, afslagoevers, beschoeide oevers en rietkragen. "Vooral een in het oostelijk deel van de Grote Wielen veel voorkomende variatie op alles wat rietzoom genoemd kan worden, is onderzocht. Als gemiddelde geldt daar dat de bodem vanaf de waterkant over de meestal geringe breedte van de rietkraag geleidelijk afloopt, tot een diepte van 50 à 60 cm bij de buitenste rietstengels is bereikt. Daarna volgt dikwijls een vrij steil onderwatertalud dat eigenlijk de buitenrand van de begroeiing bepaalt. Waar dat niet zo is, wordt een vaak bredere zoom aan ondieper water gevonden", aldus Tulp. Bij een oeverinventarisatie in de jaren 2002-2006 (Thannhauser-Douwma & Claassen, 2008) zijn die bredere rietzomen niet meer aangetroffen en varieerde de waterdiepte aan de buitenrand van de rietbegroeiing van 75 tot 120 cm. Dit past in het algemene beeld van afnemende, terugtrekkende waterrietvegetaties (reed die-back) bij een vast streefpeil van het boezemwater.

De Groote Wielen heeft vooral door de Wielenwerkgroep veel aandacht gekregen (Nijland, 1979, 1985a, 1985b; Nijland et al., 1985; Nijland & Timmerman, 1986a, 1986b). Landschap, natuurwaarden, vegetatie en vogels stonden daarbij centraal. Deze werkgroep kwam voor deze belangen op bij de planning en latere realisatie van de nieuwbouwwijk Blitsaerd direct ten westen van dit gebied. Een bufferzone scheidt nu nieuwbouw en natuur. De Groote Wielen is een belangrijke schakel in de EHS en Natte as van zuidwest naar noordoost Friesland. In dit kader maakte het Ministerie van LNV (1996a) een gebiedsvisie, waarin het gebied vanaf de Groote Wielen tot aan Dokkum en Westergeest in kaart is gebracht. Langs de Valomstervaart ligt een aaneenschakeling van natte, maar soms verdroogde, natuurgebieden, die de ecologische verbinding maken richting Lauwersmeer. In 2013 is voor dit Natura 2000 gebied een Beheerplan vastgesteld (Provincie Fryslân, 2013b) en aansluitend ook het Watergebiedsplan (Wetterskip Fryslân, 2013c), nadat de Ontwerpplannen al in 2010 waren afgerond.

## 7.11 Stedelijk water

Het water in bebouwd gebied staat wisselend meer of minder in de (politiek-bestuurlijke) belangstelling en wordt daardoor wisselend meer of minder intensief gemonitord. In 1996 verscheen een brochure van de VNG (*Van der Lugt & Van Wezel, 1996*) waarin ‘bouwen aan helder water, als onderdeel van duurzame stedelijke ontwikkeling’ centraal staat; een nuttig boekje als ‘inspiratiebron voor stedenbouwkundigen, waterbeheerders en milieumedewerkers bij gemeenten, waterschappen, provincies en projectontwikkelaars’, zo meldt de achterflap. Allerlei aspecten van stedelijk waterbeheer worden besproken en met voorbeelden toegelicht. Begin deze eeuw kregen de stadswateren echter een enorme push aan belangstelling. De aanbiedingsbrief van het rapport *Leve(n) de stadswateren* (De Kwaadsteniet et al., 2000) begint als volgt: “Stedelijk waterbeheer staat sterk in de belangstelling. Door alle betrokkenen wordt er gestreefd naar duurzame watersystemen in de stad. De concretisering hiervan in de praktijk is echter een complexe aangelegenheid. Op vele plaatsen in ons land is inmiddels enthousiast geëxperimenteerd en een schat aan ervaring opgedaan: *Leve de Stadswateren!*”. In 2001 bracht de STOWA het Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren uit (*STOWA, 2001a*), waarmee een concreet handvat beschikbaar kwam voor de (waterkwaliteits)beoordeling van stadswateren. Nieuw en uniek in de serie EBEO-rapporten hierin is een deeltoets voor de belevingswaarde. *Van Dokkum et al. (2001)* gaan dieper in op die beleving: waardoor die bepaald wordt en welke groep gebruikers daarbij onderscheiden kunnen worden. Zij verduidelijken daarbij de gebruikswaarde, belevingswaarde, narratieve waarde en toeieningswaarde. In datzelfde jaar verscheen een Evaluatie van gemeentelijke waterplannen (*STOWA, 2001b*). Immers gemeenten stellen, in samenwerking met diverse andere partijen, vanuit hun taken gemeentelijke waterplannen op om daarmee het stedelijk water als ‘een vergeten onderdeel van de regionale watersystemen’ (lees de Vierde nota waterhuishouding, 1998) uit die vergetelheid te halen. De OVB wijdt in 2003 het decembernummer van het kleurrijke ‘Vis & Water Magazine’ jrg. 31, nr. 3 aan stedelijk water: naar een visvriendelijker inrichting, beheer en onderhoud van stedelijk water. De voor Friesland in 2004 opgestelde Leidraad Stedelijk Waterbeheer (Procensus, 2004) is het instrument om die gemeentelijke waterplannen inhoudelijk in te kaderen en te toetsen. Deze leidraad bevat beleidsuitgangspunten, voorwaarden, normen en instrumentaria (naast waterkwaliteit overigens ook gericht op waterkwantiteit, grondwater, waterkeringen en beheer en onderhoud) ten behoeve van die waterplannen.

In tal van projecten werd bijzondere aandacht gegeven aan de waterkwaliteit in stedelijk gebied. Enkele voorbeelden zijn het Morrapark te Drachten, de Vrijheidswijk te Leeuwarden (UWC) en de stadsgrachten van Leeuwarden en Sneek (EU Interregproject de Blauwe diamant). Voorafgaand hieraan vond een onderzoek plaats naar de waterkwaliteit in de stadswateren van Leeuwarden (Roos et al., 1994). Onlangs werd een uitgebreide waterkwaliteitsbeoordeling van stadswateren gerapporteerd (Wiersma 2013a, 2013b). Steeds meer bedrijventerreinen hebben aandacht voor water. Venekoten bij Oosterwolde wordt naar verwachting een schoolvoorbeeld van een ecologisch bedrijvenpark.

Voor de gemeenten reikt het beheer verder dan het water; ook groenbeheer, zoals het beperken van het gebruik van bestrijdingsmiddelen, kan bijdragen aan een betere milieu- en waterkwaliteit. Rekens & Tonckens (2002) illustreren hoe gemeenten ‘op de goede weg’ zijn. Voorbeeldprojecten van de Friese gemeenten Achtkarspelen, Ameland, Dantumadeel, Heerenveen, Kollumerland, Leeuwarden, Nijefurd, Ooststellingwerf, Opsterland, Skarsterlân, Smallingerland, Tytsjerksteradiel, Weststellingwerf en Wymbritseradiel worden toegelicht. De laatste jaren is er extra aandacht voor de klimaatbestendige stad. Binnen het Kennis voor Klimaatprogramma loopt momenteel het programma Climate proof Cities (CPC), zie STOWA Ter Info nieuwsbrief 55, juli 2013 en het verslag van het KNW najaarscongres van 29 november 2013 ‘De stad wordt nat’.



*Floatland, drijvend moerassysteem ter vergroting van de natuurbeleving, biodiversiteit en voor nutriëntenverwijdering in Leeuwarder stadsgracht, broedplaats voor meerkoeten en verzamelplaats voor drijvend vuil.*





Magazine Meer over Meren  
nummer 21, 2011:  
zonnige zomer, schoon zwemwater.

## 7.12 Zwemwateren

Vanaf 1990 is de functie 'zwemwater' (met het Waterkwaliteitsplan 1989-1995) verankerd in de beleidsplannen van de provincie. Het betrof toen 26 locaties op het vaste land van de provincie, met de Wet Hygiëne en Veiligheid Zwemgelegenheden als wettelijke basis. De in het buitenwater liggende locaties worden gedurende het zwemseizoen, van mei tot en met september, tweewekelijks bemonsterd. De normen voor de zwemwaterkwaliteit zijn van oudsher gebaseerd op pathogenen, met name de aanwezigheid van E-coli bacteriën (Richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 8 december 1975). Lozingen van pleziervaartuigen vanuit onderwatertoiletten kan een aanzienlijke bacteriologische verontreiniging veroorzaken (Uiterwijk Winkel, 1981; Rijs & Leenen, 2005). Dat toont de noodzaak van het gebruik van walopvangsystemen en van het verbod van directe lozingen aan. Met het motto 'Pump it, don't dump it' startte in 1994 de plaatsing en in gebruik name van pompopvangstations op de wal voor vuil- en oliehoudend afvalwater van recreatieschepen. De eerste Friese zuil werd toen geplaatst in Earnewâld. Dat aantal nam snel toe: in 1995-1996 met acht en in 1997 met zeven zuilen. Inmiddels staan er vele tientallen in de provincie. Desondanks stelde de provincie op 2 april 2014 een (volgende) subsidieregeling open ondernemers en gemeenten voor het aanleggen van vuilwaterinnamevoorzieningen. "De nieuwe subsidie biedt mooie kansen! Een vuilwatervoorziening zorgt immers niet alleen voor schoner water, het geeft havens ook waardevolle positieve publiciteit. Daarnaast is de aanwezigheid van een innamepunt één van de eisen voor het verdienen van de 'Blauwe Vlag'. Dit is een internationaal eco-label dat een haven kan krijgen wanneer de eigenaar of exploitant kan aantonen dat deze schoon en veilig is", aldus de provincie Fryslân, die met deze campagne vanuit het Friese Merenproject samenwerkt met De Marrekrite, het Watersportverbond, de Friese Milieu Federatie en Wetterskip Fryslân. Ook vogels kunnen een belangrijke bron zijn van fecale bacteriën en daardoor oorzaak zijn van overschrijding van de zwemwaternorm. STOWA (2013) onderzocht hiervoor 20 locaties, waarvan twee in Friesland (de Welle en de Heide).

Het aantal zwemlocaties is gestaag toegenomen tot 49. Tien ervan liggen op de Waddeneilanden (waarvan zeven aan het strand), acht liggen aan de Friese IJsselmeerkust en 31 op het vaste land (waarvan twee in het Westerkwartier). De provincies wijzen deze locaties formeel aan. De waterbeheerder, in dit geval Wetterskip Fryslân, verricht het waterkwaliteitsonderzoek en rapporteert daar over. Die taak is omschreven in de notitie 'Procedure zwemwateraak Wetterskip Fryslân', gebaseerd op de Wet Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden (WHVBZ). De provinciale zwemwater telefoon is te bellen voor actuele informatie over de waterkwaliteit op de zwemlocaties.

Nadat in 2006 een nieuwe Europese zwemwaterrichtlijn (EU-richtlijn 2006/7/EG) van kracht werd, zijn ook blauwalgen bij de beoordeling van zwemwaterlocaties in beeld. Blauwalgen kunnen immers ernstige gezondheidsrisico's met zich meebrengen (Roijackers & Lurling, 2007; Dionisio Pires, 2010). De kans daarop neemt toe met de in gang gezette klimaatverandering (Van der Wal et al., 2012). Zij vinden een tiental Friese zwemwateren met geconstateerde overlast van blauwalgen in de periode 2006 tot en met 2010. Geleidelijk aan is de focus van kwaliteitsproblemen verschoven van pathogene micro-organismen naar toxische blauwalgen. Om de aanwezigheid en het risico's van (giftige) blauwalgen in de beoordeling te betrekken is in 2008 een landelijk blauwalgenprotocol opgesteld (RWS Waterdienst, 2008). Op basis van ervaring en nieuwe ontwikkelingen wordt dit protocol af en toe bijgesteld (onder andere STOWA, 2009b). In diezelfde richtlijn is aangegeven dat er zwemwaterprofielen moeten worden opgesteld, waarin per locatie onder meer mogelijke verontreinigingsbronnen moeten worden aangegeven, evenals de kans op problemen met blauwalgen of verontreiniging door fecaliën. Voor Friesland zijn vanaf 2009 deze profielen opgesteld en is een Plan van Aanpak (Wetterskip Fryslân, 2012) gemaakt om per zwemwaterlocatie tot eventuele maatregelen te komen. In enkele gevallen is daartoe aanvullend waterkwaliteitsonderzoek uitgevoerd (zie bijvoorbeeld Bloemerts, 2010 voor de Lytse Jerden en Thannhauser-Douwma, 2012 voor het Bergumermeer) of zal dat nog worden uitgevoerd. Een bij De Vlinderslag (Wolvega) aangelegd helofytenfilter zorgt daar



Meting van blauwalgen met de BBE Moldaenke Algae Torch, mei 2011  
(foto Laboratorium WF).



Waarschuwbord voor blauwalgen op zwemlocatie  
aan oostzijde van de Leijen, zomer 2013.

mede voor een uitstekende zwemwaterkwaliteit (Wetterskip Fryslân, 2013d). Mogelijk dat bij De Swanneblom (Menaldum) ook zo'n helofytenfilter wordt aangelegd om de daar aanwezige slechte zwemwaterkwaliteit te verbeteren (Wetterskip Fryslân, 2014). Plas Hee op Ameland kampt al jaren, ondanks maatregelen daar wat aan te doen, met zwemmersjeuk. Getracht wordt met het uitzetten van baars, blankvoorn en zeelt en het verjagen van watervogels dit probleem te beperken. De Vleijen op Ameland kent regelmatig problemen met blauwalgen. Een bijzonder geval is de Berkenplas op Schiermonnikoog (Kobus, 2011). Vanwege aanhoudende problemen met *Gloeotrichia echinulata* is daar eind 2013 een helofytenfilter aangelegd om het plaswater door heen te pompen. Dit filter wordt zomers wisselend enkele uren wel en dan weer enkele uren niet met plaswater gevoed. Per week wordt een (de bovenste) waterlaag van 20 cm van de plas door het filter geleid. Overigens vond voordien ook al onderzoek plaats als zich problemen voordeden (Dijkstra, 1993; Grijpstra et al., 2001; Arcadis 2002).



Berkenplas op Schiermonnikoog met op de voorgrond helofytenfilter, februari 2014  
(foto BVwater).



Waddenzee met veerboot Holwerd-Nes Ameland.

## De zee

de zee ligt lui, languit en plat  
en vult daarmee het grote gat  
de bomen reiken naar de zon  
als naar een goddelijke bron

*Toon Hermans, 1979. Fluiten naar de overkant.  
Elsevier, Amsterdam.*



# Themagerichte maatregelen en monitoring

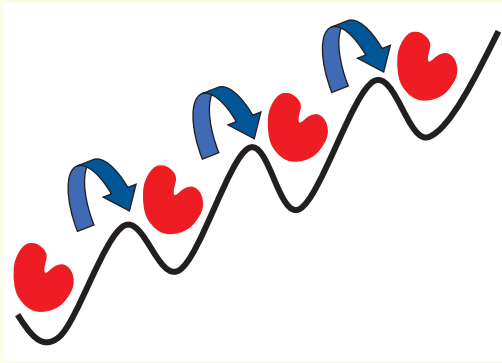
In de voorgaande hoofdstukken is al veel geschreven over waterkwaliteit en het waterkwaliteitsonderzoek. Bepaalde waterkwaliteitsaspecten, zoals de bekende 'ver-thema's' vanuit het milieubeleid, zijn veelal niet strikt lokaal voorkomend of watertype gebonden. Dit hoofdstuk schets vanuit een andere dwarsdoorsnede, thema-gericht en gebieden overstijgend, een beeld van het in Friesland verrichte waterkwaliteitsonderzoek. Dat liep daarbij vaak parallel aan maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit en ecologische toestand. Mogelijk geeft dat hier en daar dubbeling met voorgaande teksten, maar nu vanuit een ander perspectief aangereikt.

### 8.1 Eutrofiëring

Vòòr 1970, al vanaf eind 19<sup>e</sup> eeuw, waren de twee belangrijkste thema's voor waterkwaliteit: de volksgezondheid en de verzilting. Dit eerste thema werd langzaam maar zeker aangepakt door eerst de invoering van het tonnetjesstelsel, vervolgens de aanleg van riolering en lozing van vervuild afvalwater buiten de bebouwde centra, drinkwatervoorziening, meer hygiëne en betere voedselconservering. Zuivering van afvalwater vond nog niet of nauwelijks plaats; het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater stond hoog aangeschreven. De van provinciewege geregelde geconcentreerde weilozingen vanuit de vele zuivelfabrieken naar enkele plaatsen in 'ruim ontvangend oppervlaktewater' begin jaren '60 getuigen daarvan. Voor de scheepvaart werd in de eerste decennia van de 20<sup>e</sup> eeuw in uiterste gevallen zout Zuiderzeewater ingelaten. De verzilting, vooral een probleem voor de landbouw, dit in combinatie met de afwezigheid van voldoende (zoet) water in de zomer, werd zoveel mogelijk bestreden met doorspoelen. Dit kan echter pas vanaf 1937, nadat IJsselmeerwater voldoende was verzoet. Toen ging het snel, verzilting werd voortvarend 'opgelost'. Lange tijd bestond er een provinciale vergoedingsregeling voor de inliggende boezemwaterschappen voor hun inspanningen ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer (lees verziltingsbestrijding) middels doorspoelen.

Rond 1970 is het gedaan met het zelfreinigend vermogen van het boezemwater. Samen met enkele andere veranderingen<sup>35</sup> leidde dat tot een haast onomkeerbare eutrofiëring, waarmee vandaag de dag nog steeds wordt geworsteld. Eutrofiëring werd daarmee hét waterkwaliteitsprobleem van Friesland (en overigens ook van vele andere delen van het land). Het ecosysteem was in korte tijd omgeklapt van tamelijk helder plantenrijk water naar troebel algenrijk water, een fenomeen dat nu theoretisch goed onderbouwd is (Scheffer *et al.*, 1993). De eerste waterkwaliteitsrapporten maken al melding van het (aanstaande) eutrofiëringsprobleem. Vanaf ongeveer midden jaren '70 tot begin jaren '90 van de vorige eeuw werd het fytoplankton in de boezemmeren in de zomer gedomineerd door slechts een soort blauwalg: *Planktothrix agardhii* (Claassen, 1981a; Berger, 1988; Maasdam & Claassen, 1997, 1998; Van Dam & Wanink, 2007). Al die tijd waren onderwaterplanten zo goed als afwezig en werd het visbestand gedomineerd door brasem (Schalk, 2013). Door de langjarige inspanningen om de nutriëntenbelasting van het boezemwater te verminderen door (bedrijfs)saneringen, een vergunningstelsel met daaraan gekoppeld handhaving, afvalwaterzuiveringen inclusief fosfaat- en stikstofverwijdering, een schoner wordend IJsselmeer en de in de jaren 1989-1994 uitgevoerde beheervisserij in de boezemmeren (Lammens & Klein Breteler, 1995) keerde het tij rond 1994. Door een interne weerstand tegen verandering en negatieve feedback vanuit het aquatisch ecosysteem gaat die ommekeer echter zeer langzaam. In 2012 is brasem nog steeds de meest dominante soort in het visbestand. Wel zijn er tekenen van herstel naar een minder eutrofe situatie van het boezemwater. De diversiteit in het fytoplankton neemt toe en de dominantie van *Planktothrix agardhii* neemt af, waterplanten komen mondjesmaat terug en Snoek doet het weer beter. De nutriëntengehalten zijn de afgelopen drie decennia sterk gedaald. Volgens de theorie van de alternatieve stabiele toestanden zou er een moment kunnen of moeten komen dat het ecosysteem omklapt van troebel

<sup>35</sup> Die andere veranderingen waren de intensivering van de landbouw met meer (kunst)mestgebruik op sterk toegenomen arealen landbouwgrond, de inpoldering van grote stukken boezemland en omvorming van zomer- naar winterpolders, de sterk afnemende seizoensgebonden peilvariatie van de Friese boezem, waardoor er nauwelijks nog winterinundaties plaats vonden en er dus geen aan zwevende stof gebonden nutriënten op het land achter bleven en de oevervegetatie ('waterriet') achteruit ging, waardoor de reinigende werking daarvan terugliep. In de gebieden buiten de boezem was de intensivering van de landbouw, met grondverbetering, peilaanpassing en meer kunstmestgebruik, eveneens het dominante gebeuren.



Figuur 8.1. Opeenvolgende alternatieve stabiele toestanden waarin een aquatisch ecosysteem zich kan bevinden en stapsgewijs kan veranderen (uit Claassen & Veeningen, 2012). Een voorbeeld van zo'n stap is in figuur 8.2 weergegeven. X-as is de tijd (jaren); y-as is waterkwaliteit (helderheid, waterplanten, ed.).

algenrijk water naar helder plantenrijk water. Tot nu toe zijn daar voorzichtige signalen van zichtbaar, er is sprake van een geleidelijke teruggang in trofiegraad. Claassen & Veeningen (2012) suggereren dat er niet twee stabiele toestanden (helder óf troebel) zijn, maar dat dat er meer kunnen zijn. Vanaf 1994 verkeren de boezemmeren in een ander 'stadium' dan in de periode globaal van 1974 tot en met 1993, welke gekenmerkt werd door absolute dominantie van *P. agardhii*. Nu, weer 20 jaar verder, lijkt er weer een nieuw stadium aan te breken, in aanvang gekenmerkt door bescheiden terugkeer van onderwaterplanten.

Opmerkelijk is dat er de laatste jaren, vanaf 2006, een stagnatie is opgetreden in de dalende trend van nutriënten concentraties en voor fosfaat in enkele wateren zelfs een lichte stijging (Rozemeijer & Klein, 2013). Dat maakt een plotselinge omslag naar heldere plantenrijke boezemmeren onzeker. Onzekerheid is alom troef, omdat er ook nog exoten in het spel zijn. De nieuw opkomende driehoeksmossel *Dreissena bugensis* kan wel, en snel, voor helder water zorgen, terwijl exotische rivierkreeften die omslag remmen door hun graaf- en vraatgedrag. Mocht het systeem toch omslaan en het water helder worden, dan is het de vraag wanneer welke soorten waterplanten in welke omvang daarvan zullen profiteren. In half afgesloten petgaten in de Alde Feanen komt massaal Hoornblad en ook Smalle waterpest voor (Claassen & Brans-Van Megen, 2006a). In de boezemmeren zijn eerder fonteinkruiden te verwachten, mits er voldoende propagulen zijn en geen overheersende vraat. Een entproef met Glanzig fonteinkruid in de Leijen toonde aan dat deze plant daar in de huidige omstandigheden kan groeien, zich echter niet spontaan vestigt en na een aantal jaren toch weer verdwenen is.

De inspanningen voor vermindering van de eutrofiëring laten een haast gelijk oplopende tweesporenbenadering zien tussen enerzijds onderzoek en anderzijds maatregelen. Hier volgt een klein min of meer chronologisch overzicht van zowel uitgevoerde onderzoeken als van getroffen maatregelen. Voor een belangrijk deel betreft dat meren, plassen en petgaten. Andere watertypen zijn veel minder onder de loupe genomen.

## Onderzoek

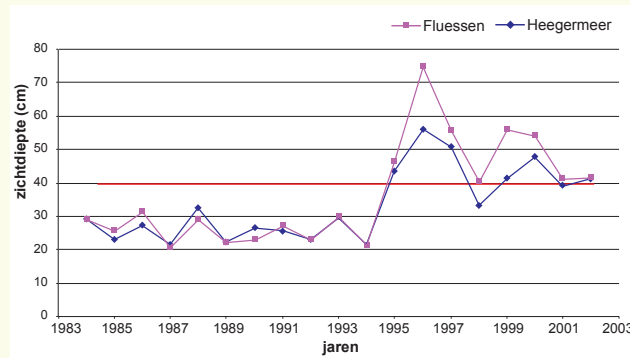
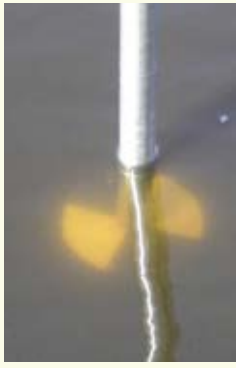
Er zijn vele soorten eutrofiëring-gerelateerd onderzoeken uitgevoerd, die meer of minder duidelijk van elkaar afgebakend kunnen worden, zoals:

- Waterkwaliteitsonderzoek (met name nutriëntenconcentraties, doorzicht, chlorofylgehalte en fytoplankton analyses) en beoordeling daarvan aan de hand van (WVO)normen en (KRW)doelen. Bij de KRW-toetsingen zijn waterplanten en vissen belangrijke doelgroepen.
- Bioassayproeven naar de algengroei beperkende nutriënten of andere experimenten, zoals enclosureproeven met het uitzetten van soorten.
- Remote sensing om het eutrofiëringfenomeen gebiedsdekkend in beeld te krijgen.
- Trendanalyses om lange termijn verlopen in concentraties en soortensamenstelling te (her)kennen en zo mogelijk vooruit te kijken naar te verwachten patronen en concentraties van stoffen.
- Bepalen van uit- en afspoeling en emissies, vanaf het land.
- Waterbodemonderzoek om de grootte en relevantie van interne eutrofiëring te achterhalen.
- Het opstellen van water- en stoffenbalansen ter vaststelling van de nutriëntenbelasting en daarmee de 'productiviteit' van watersystemen. Het is tevens de basis voor watersysteemanalyses.
- Maatregelen-begeleidend onderzoek, zoals bij visstandbeheer, baggeren, hydrologische aanpassingen en tijdelijke droogval.

Hier enkele voorbeelden daarvan.

## Waterkwaliteitsonderzoek

Voordat fytoplanktononderzoek (vanaf 1980) was opgenomen in het routinematige monitoringprogramma van de waterkwaliteitsbeheerder was het fytoplankton in een aantal meren al hapsnap onderzocht door onder meer Leentvaar (vanuit het RIVON en later RIN) en Berger en Bij de Vaate (vanuit RIZA/RWS). Het Limnologisch Instituut had zich op het Tjeukemeer gestort. Onderdeel van hun onderzoek betrof de impact van nutriënten in water en waterbodem op de algen-



Figuur 8.2.

Het verloop van de gemiddelde zichtdiepte in de Fluessen en het Heegermeer van 1984 t/m 2002. De MTR-waarde (uit NW4) is met een rode lijn weergegeven. Na 1994 is een verbetering van de zichtdiepte waarneembaar. Vergelijk met figuur 3.3. (uit Grijpstra & Meijer-Bielenin, 2003).

groei met bio-assayproeven, zogenaamde algengroei-potentietoetsen. Daarbij wordt nagegaan welk nutriënt (P of N of een combinatie van beide) in welke mate groei beperkend is. Dit onderzoek vond op uitgebreide schaal plaats in het Tjeukemeer (onder andere De Haan & Moed, 1984; De Haan 1985b), waarbij overigens ook andere (sporen)elementen zijn beschouwd.

In 1976 begon de PWS met eutrofiëringsonderzoek en focuste daarbij onder meer op het Slotermeer en fytoplankton (zie Slotermeer in paragraaf 7.1). Gegevens van het Slotermeer (Griffioen, 1979) werden ingebracht in de landelijke PAWN-studie (CHO-TNO, 1982). Daarvan verscheen in 1981 een uitgebreide analyse over de eutrofiëringsproblematiek en -aanpak in ons land (De Haven, 1981). Intussen had de Unie van Waterschappen op 26 oktober 1978 een landelijk symposium georganiseerd over 'Fosfaatverwijdering: waar en hoe?', waarbij meer dan 300 belangstellenden aanwezig waren (zie Waterschapsbelangen van 13 november 1978). Het Hydrobiological Bulletin kwam in augustus 1980 met het thema-nummer 'Eutrophication in The Netherlands', met de bijdragen van het gelijknamige symposium, gehouden op 2 en 3 oktober 1979. Het Waterloopkundig Laboratorium paste een eutrofiëringmodel toe op het boezemsysteem en kon daarmee gemeten en gemodelleerde waarden voor nutriënten en algengroepen (diatomeeën, groenalgen en blauwalgen) aardig matchen (Brinkman et al., 1987).

### Bioassayproeven

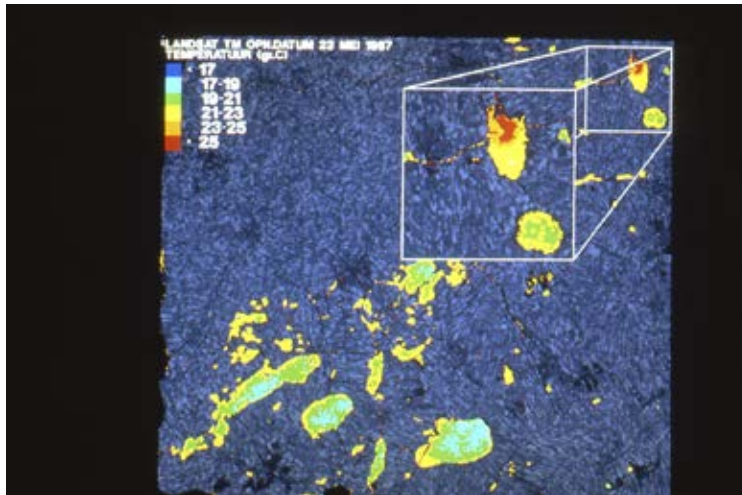
De TU Delft verrichte algengroei-potentietoetsen in de Alde Feanen met water en waterbodem (onder andere Bolier, 1995, 1996; Bolier et al., 1993). Van de waterbodem werd de nutriëntenbron, die kan bijdragen aan algengroei, van enkele opeenvolgende dieptelagen bepaald. Dat leidde tot de bevinding dat baggeren van 30 à 40 cm slib voldoende was om de gehele eutrofe toplaag te verwijderen. Schutten (2005) onderzocht de stevigheid (cohesie of 'shear force' als een maat voor beroering van de toplaag van de waterbodem) van de waterbodemstructuur vanwege de vestigings- en groei-mogelijkheden voor waterplanten. In slappe waterbodems willen of kunnen immers geen wortelende waterplanten zich vestigen. Een van zijn meetlocaties lag in de Alde Feanen. In het Izakswiid werden de eerste entproeven met waterplanten uitgevoerd. Die werden later ook uitgevoerd in De Deelen, de Leijen en het Nannewiid.

### Remote sensing

Anders dan waterkwaliteitsonderzoek middels het nemen van watermonsters in het veld voor fysisch-chemisch, bacteriologisch of biologisch onderzoek wordt bij remote sensing het water (oppervlak) van afstand bekeken en geschouwd. Vanuit satellieten of vliegtuigen worden opnamen gemaakt van het wateroppervlak en afhankelijk van pixelgrootte en spectrale bandbreedte van die (digitale) opnamen kan wat over de kleur van het water gezegd worden. Die kleur wordt vervolgens gerelateerd aan bijvoorbeeld zwevende stof, algen en/of blauwalgenconcentraties, doorzicht en kleur (opgeloste anorganische stoffen, humusverbindingen) van het water. Tot op zekere mate kunnen ook waterplantenvegetaties en -soorten herkend worden. Om die relaties tussen satelliet- of vliegtuigbeelden en genoemde parameters (in wiskundige algoritmen) te kunnen leggen en daarmee gebiedsdekkende kaarten te kunnen maken, zijn ijklijnen, correlaties nodig voor *in-situ* grondwaarnemingen en de foto-opnamen. Dat kan met een klein aantal meetlocaties met even zoveel corresponderende pixelvelden van de remote sensing opnamen.

In Nederland en Friesland zijn grofweg in de periode 1985 tot 2000 diverse remote sensing projecten uitgevoerd. Rijkswaterstaat samen met de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS) waren daarin de voorlopers, gevolgd door enkele regionale waterbeheerders. Aanvankelijk werd vooral met (space borne) satellietbeelden gewerkt, later volgden speciaal georganiseerde (air borne) vliegtuigopnamen. Voor de Friese wateren zijn opnamen uit 1986, 1987, 1989, 1995 en 1997 bewerkt en in kleurenkaarten uitgewerkt voor een of meer van de genoemde waterkwaliteitsparameters (Claassen, 2002). Na 2000 nam de interesse voor het gebruik van remote sensing ten behoeve van het regionale waterkwaliteitsbeheer sterk af, ondanks de in maart 2002 door de STOWA georganiseerde studiedag 'Remote Sensing en Waterbeheer, van Vraag naar Aanbod'. Ook een enkele jaren later gedane oproep (De Haan & Claassen, 2005) leidde niet tot het ontwakken van remote sensing uit haar slaaptoestand. De redenen daartoe waren duidelijk. Meest belangrijk waren dat de (grotere) wateren





Landsat Thematic Mapper opname van 23 mei 1987 laat door geloosd koelwater opgewarmd water in het Bergumermeer zien (uit Roeters & Buitenveld, 1993).

toch al bemonsterd worden, remote sensing maar voor een klein aantal parameters informatie geeft, de beoordelings-systemen voor waterkwaliteit veelal een bemonsterings- en bereken-protocol hebben wat niet past bij remote sensing. Remote sensing wordt daarom als 'extra' monitoring gezien.

Wat hebben de projecten opgeleverd? Belangrijkste bevindingen waren dat de grotere wateren (meren) ruimtelijk behoorlijk heterogeen kunnen zijn in kleurpatronen. Die kleurpatronen verschillen op eenzelfde moment vaak tussen de meren en dezelfde meren kunnen in de tijd sterk variërende kleurpatronen vertonen. Dat betekent dat de meren niet altijd of vaak niet homogeen gemengd zijn en dat een bepaald *in-situ* genomen watermonster daarom maar betrekkelijk representatief is voor het gehele meer.

Overigens kwam in de nadagen van de voor de Friese wateren gebruikte 'space born' en 'air borne' satellietbeelden een nieuwe 'ground source' techniek beschikbaar om vanaf bruggen, oevers of schepen met een camera in de hand of op statief opnamen van het wateroppervlak te maken. Die door Herman Gons ontwikkelde optische teledetectie met een PR650 veldspectroradiometer leverde ter plekke direct betrouwbare chlorofylwaarden op (Rijkeboer *et al.*, 1998). Na een periode van verdere ontwikkeling van dergelijke veldapparatuur gebruikt het laboratorium van Wetterskip Fryslân vanaf het voorjaar 2011 een handzame veldmeter voor het meten van het totaal chlorofyl- en cyanochlorofylgehalte bij het tweewekelijkse zwemwateronderzoek.

### Trendanalyses

Onderzoek naar en monitoring van nutriënten (concentraties en vrachten) is altijd de basis geweest om meer grip te krijgen op de eutrofiëringsproblematiek. In het analysepakket van waterkwaliteitsmonitoring op (vaste) meetpunten zitten vrijwel zonder uitzondering fosfaat en stikstof. Langjarige monitoring op vaste punten maakt dan trendanalyse mogelijk (Maasdam & Claassen, 1997, 1998; Duan Kai, 2003; Witteveen+Bos, 2006; Rozemeijer & Klein, 2013; Schat, 2013). Ook in de vijf landelijk uitgevoerde eutrofiëringsenquêtes zijn dit de sleutelparameters, de laatste anticiperend op de KRW-doelen (Pot, 2010). Daarnaast verkende het Planbureau voor de Leefomgeving de toestand en trends (Puijenbroek *et al.*, 2010, 2011). Voorheen berichtte het Centraal Bureau voor de Statistiek in haar periodiek 'Kwartaalbericht milieustatistiek' regelmatig over de fosforbalans van Nederland (zie Olsthoorn, 1986).

Het algemene beeld is duidelijk: er treedt een gestage afname op in nutriëntenconcentraties. In de jaren '80 is deze daling nog gering, in de jaren '90 is deze daling duidelijk(er), waarna er de laatste tien jaar weer een afname en deels zelfs een stagnatie te zien is in die dalende trend. In de boezemmeren werden rond de eeuwwisseling, gemiddeld genomen, de basiskwaliteitsnormen voor P (0,15 mg/l en N (2,2 mg/l) benaderd of zelfs onderschreden. Voor chlorofyl is de daling in concentraties spectaculairder dan voor de nutriënten, hier werd al begin jaren '90 de norm van 100 µg/l onderschreden. Voor het doorzicht is de verandering juist trager. Rond de eeuwwisseling hadden de meeste meren nog een doorzicht kleiner dan 40 cm. In 2005 lag het gemiddelde voor de meren op deze 40 cm. Overigens zijn in deze trends soms aanzienlijke verschillen tussen de meren onderling (Duan Kai, 2003) en tussen de watertypen (Rozemeijer & Klein, 2013). De visstand in de boezemmeren is voor de periode 1977-2012 in grote lijnen hetzelfde (Schalk, 2013). De laatste jaren is een verschuiving waarneembaar in de populatie-opbouw van enkele soorten, mogelijk duidend op aanstaande veranderingen (afname brasem, toename snoek).

Wat later bekend zou worden als het vergroten van de kritische belasting waarop een omslag mogelijk is van troebel naar helder water (dus het watersysteem minder gevoelig of vatbaar maken voor eutrofiëring) was een verkenning naar het bevorderen van afvang van zwevend stof en het beperken van de windinvloed (Grontmij, 1994b). Het te verwachten effect

van fictieve maatregelen werd aangegeven voor een klein (kleiner dan 50 ha), middelgroot en groot (groter dan 500 ha) meer. In te graven diepe putten zou slib kunnen sedimenteren en daarmee uit het actieve (fotosynthetiserende) deel van het watersysteem verdwijnen. Strekdammen en windsingels zouden de windinvloed op opwerveling van bodemslib kunnen beperken. Dit laatste is toegepast in De Deelen met onderwater slibschermen en in de Leijen met een palenrij. Ook de aanleg van eilandjes (deels om andere redenen aangelegd in het Tjeukemeer en de Leijen) kan de strijklengte bekorten en de windinvloed temperen. Grote effecten van deze maatregelen bleven uit. Meer succesvol was, haast als toeval, de visafscherming in twee petgaten in De Deelen ten behoeve van een experiment met beheervisserij. De effecten van de beheervisserij zelf waren nihil, wel zorgde de tijdelijke afscherming van de petgaten tot een enorme opkomst van onderwaterplanten. De windgedreven zuigende en stuwende waterbeweging was behoorlijk geremd, blijkbaar voldoende voor (propagulen van) waterplanten om zich te kunnen vestigen. Door Staatsbosbeheer zijn in 2013 in dat gebied in twee petgaten nieuwe enclosures aangebracht om de waterplantenontwikkeling te volgen.

FutureWater (Loeve et al., 2006a, 2006b) voerde een soort trendanalyse uit met data uit verschillende watertypen om de invloed van klimaatverandering te achterhalen. Die herkenbare invloed bleek ook uit een uitgebreide trendanalyse van hydrobiologische gegevens (Van Dam & Wanink, 2007; Van Dam et al., 2007, 2008). De watertemperatuur toonde gedurende 25 jaar een significante stijging. Het groeiseizoen was over die tijdspanne zowel in het voorjaar als in het najaar met enkele weken verlengd.

### Diffuse emissies

Als het projectmatig eutrofiëringsonderzoek in het Slotermeer (1976-1983) is afgerond, startte in 1984 enerzijds het FosFri-project als een samenwerkingsproject van provincie, Limnologisch Instituut en TU Twente en anderzijds het zogenaamde polderwateronderzoek. De bedoeling van dit laatste onderzoek was het in beeld brengen van de (de grootte van de) nutriëntentransporten vanuit polders naar de boezem en omgekeerd. Dat leverde ten minste negen rapporten op, waarin in totaal 14 polders waren onderzocht in de periode 1984-1988, verdeeld naar zand-, veen- en kleigebieden en naar landbouw en natuur. Die rapporten waren van De Bruin (1986), provincie Friesland (1986a), Corpel (1987), provincie Friesland (1987a), De Haan (1988), Sikkema (1989), Kistemaker (1990) een provinciebrede analyse, provincie Friesland (1990a) het samenvattend rapport en Maasdam (1994b) het eindrapport met statistische analyse. Dit onderzoek liet zien dat in alle gevallen de polders het boezemwater meer met P en N belasten dan omgekeerd. De gemiddelde netto belasting voor fosfaat bedroeg 3,8, 1,9, 1,4 en 1,2 kgP/ha en voor stikstof 29,0, 38,8, 19,6 en 12,0 kgN/ha voor resp. kleipolders, veenpolders, zandpolders en natuurgebieden. De concentraties van N en P in het polderwater lagen nog (ver) boven de MILBOWA-grenswaarden. Op de stoffenbalans van de Friese boezem bedroeg de polderbijdrage 68% voor N en 67% voor P. In algemene zin geldt dat toen gevonden patroon nog steeds (Tamsma, 2012; Claassen et al., 2012).

Gezien de (blijvende) ernst van het probleem stelde Provinciale Staten in maart 1991 het 'Programma Eutrofiëringsbestrijding Friesland 1990-1995' vast. Daarin zijn 18 maatregelen, onderzoeken en proefprojecten opgenomen die aan verbetering van de situatie moeten bijdragen. Aan dit EBP ging een uitgebreide verkenning vooraf (Provincie Friesland, 1990c) waar ook het verslag van Kistemaker (1990) bij betrokken werd. Halverwege de periode 1990-1995 werd een tussenbalans opgemaakt en vooruit gekeken wat nog te doen staat (Waterschap Friesland, 1993e). De maatregelen die ruimtelijke consequenties met zich meebrachten, zoals de aanpak van diffuse bronnen en het mestbeleid, werden nader onder de loupe genomen door DHV (1992). Er werden voorstellen gedaan om de mineralenverliezen (emissies naar het water) te beperken, zoals over perceelrandenbeheer, slootbaggerbeheer en mineralenboekhouding.

Intussen werd ook het FosFri-project afgesloten met een eindrapport (Brinkman et al., 1989) en een proefschrift (Van Huet, 1991a). Het bijlagerapport van Brinkman et al. alleen al bevat zeven pagina's met gebruikte literatuur. In de afgelopen twee decennia was al heel wat eutrofiëringskennis opgedaan. In deze studie stonden de door nutriënten gestuurde eutrofiëringsprocessen in het zuidelijk merengebied centraal, waarbij die nutriëntenuitvoering de basis vormde. Het onderzoeksgebied betrof het Tjeukemeer, Slotermeer, Groote Brekken, Brandemeer, Koevorder en alle relevante aanliggende poldergebieden. Dit gebied werd geschematiseerd en gemodelleerd. Water- en nutriëntenbalansen werden opgesteld en scenarioberekeningen doorgevoerd. De meest effectieve, maar tevens niet uitvoerbare maatregel betrof een drastische reductie (orde van grootte van 75%) van de fosfaatgehalten van uitgeslagen polderwater en ingelaten IJsselmeerwater. Hydrologische maatregelen in de zin van verplaatsen van de inlaat van IJsselmeerwater van Lemmer naar Stavoren en verminderde uitslag van polderwater bleken 'weinig effectief'. De waterbodem speelde geen cruciale rol. Deze interne bron is ondergeschikt aan externe nutriëntenstromen. Het FosFri-project had veel kennis opgeleverd en bestaande inzichten bevestigd, maar buiten ging de groei en bloei van (blauw)algen en het geograas en gewroet van brasems gewoon door.

De water- en stoffenbalansen en modelstudies op watersysteem- en polderniveau waren duidelijk en redelijk uniform in hun bevindingen. Er volgde een verdiepingsslag naar perceelniveau. Hoe gaan die stofstromen nu precies en is er een een-op-een relatie te vinden tussen bijvoorbeeld bemestingsniveaus, peilregimes en grondsoort enerzijds en de waterkwaliteit in de aanliggende sloten anderzijds. Dergelijk onderzoek werd uitgevoerd in onbemeste blauwgraslanden van Akmarrijp (en enkele andere veengebieden elders in het land) om te achterhalen wat de natuurlijke achtergrondbijdrage

van P en N is (Hendriks, 1993, 1997). Een gelijksoortig onderzoek werd uitgevoerd in Petgatten de Veenhoop (Goossensen et al., 1998), hier ter onderbouwing van te nemen herstelmaatregelen.

Er werd ook een onderzoek uitgevoerd op intensief in gebruik zijnde landbouwgrond (Provincie Friesland, 1993g). In deze provinciale notitie wordt de beleidsrelevantie van dit onderzoek als volgt omschreven: "Meer inzicht in de relatie tussen de bemesting door de individuele boer en de kwaliteit van het oppervlaktewater in de polders is essentieel voor de verdere beleidsvorming aangaande de bestrijding van de eutrofiëring. Bij mestbeleid zijn niet alleen milieubelangen in het geding, maar ook landbouwbelangen (efficiëntere bedrijfsvoering). Dit komt landelijk tot uiting in het zogenaamde management op duurzame melkveehouderijen (MDM) project van onder andere het Landbouw Economisch Instituut. Het project beoogt het krijgen van een groep van praktijkbedrijven met een voorbeeldfunctie voor duurzame melkveehouderij". Daarbij luidde de concrete onderzoeksvraag: Is het vanuit het waterkwaliteitsbeheer mogelijk normen te formuleren voor de agrarische bedrijfsvoering? Er werd zes jaar lang, van 1992 tot en met 1997, bij drie melkveebedrijven (op zand-, veen- en kleigrond), waterkwaliteitsonderzoek uitgevoerd en een mineralen-bedrijfsboekhouding bijgehouden (Wijnja, 1991; Ottens, 1993; Postma, 1996). Het onderzoek leverde nieuwe kennis, echter een belangrijke eindconclusie luidde: "Uit het onderzoek blijkt dat het moeilijk is, op basis van een eenvoudige vergelijking, een relatie te vinden tussen de mineralenverliezen van een bedrijf en de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Wel dient te worden opgemerkt dat in deze rapportage op bedrijfsniveau is gekeken naar een mogelijke relatie. Het is niet uitgesloten dat een onderzoek op cluster- of perceelsniveau tot een beter inzicht leidt. Voor een goede analyse van de relatie tussen mineralenverliezen en waterkwaliteit zullen meer factoren moeten worden beschouwd. Hiervoor is een modelmatige aanpak onontbeerlijk" (Waterschap Friesland, 1998b).

In het hotspotonderzoek ondiepe meren en veenweidegebieden in het kader van het programma Kennis voor Klimaat is in 2012-2013 opnieuw getracht een vinger te krijgen achter de relatie grondgebruik en peilbeheer enerzijds en mineralenverliezen en oppervlaktewaterkwaliteit anderzijds. Dit onderzoek vond plaats op veengrond, een deel als natuurgebied beheerd en drie landbouwpolders (Brouns, 2010; Tamsma, 2012; Brouns & Verhoeven, 2013; Van Zuidam et al., 2013). Het blijft spoorzoekertje.

### **Waterbodems**

De rol van de waterbodem als 'interne eutrofiëringbron' werd nagegaan in diverse meren en in De Deelen (Groot, 1991) en in de Alde Feanen, de Leijen en het Slotermeer (Arcadis, 2012b, 2012c, 2012d; STOWA, 2012b). Eerder al was de eutrofiëringspotentie van de waterbodem in het Slotermeer onderzocht (Wegman, 1976; Snel, 1978; Olthuis, 1982). In het veld gestoken kolommen van de waterbodem werden -ongestoord- in lange cilinders in het laboratorium overgebracht. Vervolgens werd bovenstaand water herhaaldelijk ververs, nadat daarvan steeds de nutriëntengehalten van gemeten waren. Deze proeven werden in het licht en donker en met opgewerveld en niet opgewerveld bodemslib uitgevoerd.

### **Balansen**

Stoffenbalansen geven inzicht in inkomende en uitgaande nutriëntenvrachten in een bepaalde periode. Die zijn op diverse schaalniveaus uitgevoerd, zoals op perceels- en bedrijfsniveau (Iwaco, 1995a), op polderniveau zowel in agrarische als in natuurgebieden (Provincie Friesland, 1990a; Tamsma, 2012) en in de 23 meetplichtige gebieden (Bouwhuis & Linders, 2004). Iwaco betrok bij de drie onderzochte boerenbedrijven (op zand-, veen- en kleigrond) ook de mineralenboekhouding van die bedrijven. Het nutriëntenoverschot was het grootst in de zandgebieden. Het oppervlaktewater in de veen- en kleigebieden bleek daarentegen kwetsbaarder dan in de zandgebieden. De conclusies zijn in grote lijnen steeds hetzelfde: gehalten zijn, enkele uitzonderingen daargelaten, in het uitgeslagen polderwater hoger dan in het ingelaten boezemwater en de polders belasten de boezem meer met nutriënten dan omgekeerd. Bouwhuis en Linders (2004) concluderen verder dat "in geen enkel meetgebied gedurende de gehele meetperiode (1995-2000) aan de zomergemiddelde normen voor totaal-stikstof (2,2 mg/l) en voor totaal-fosfaat (0,15 mg/l) werd voldaan".

Naast deze grondgebied gerelateerde balansstudies zijn ook van meren en plassen als zodanig water- en stoffenbalansen opgesteld, zoals voor de boezemmeren (Witteveen+Bos, 2013b), het Nanneviid (Tydeman, 2005), de Kleine Wielen (Folmer & Van Herpen, 2010), de Leijen (Tauw, 2002; Witteveen+Bos, 2012a), de overige boezemmeren (Witteveen+Bos, 2013b), drie polderplassen en twee petgatengebieden in het kader van het KRW innovatie project Flexibel Peilbeheer (Witteveen+Bos, 2012b, 2012c) en het Slotermeer, de Leijen en de Alde Feanen in het kader van het KRW innovatie project BaggerNut (STOWA 2012b). Voor de Friese boezem(meren) heeft het stromingsmodel Sobek daarbij zijn diensten bewezen. Dit model werd ook, gekoppeld aan de expertmodule DBS (Delwaq-Bloom-Switch), gebruikt om de relatieve bijdrage van effluënten van rwzi's te bepalen aan de totale nutriëntenbelasting van het boezemwater (Kuin & Icke, 2002). Witteveen+Bos (2002) deed een vergelijkbare exercitie voor vier rwzi's in zuidoost Friesland met het model DUFLOW. Die nutriëntenbelasting wordt bepaald door uitgeslagen polderwater, lozingen van effluënten en ingelaten IJsselmeerwater. Op ieder punt in het boezemsysteem is het relatieve en absolute aandeel van iedere bron verschillend. Het gebruikte modelinstrumentarium maakte het mogelijk die fracties te bepalen en scenario's door te rekenen. Een van de conclusies





Luchtfoto Aqualân  
en rwzi Grou  
(archief WF).

uit die studie luidde: “In de meeste meren is het aandeel nutriënten uit effluent relatief laag. Een uitzondering hierop wordt gevormd door de Leijen (60 %), het Bergumermeer (40 %) en de Grootte Wielen (30 %). In de Leijen en het Bergumermeer heeft de RWZI Drachten een significante invloed. In het Bergumermeer hebben daarnaast de RWZI’s Burgum en Leeuwarden een bijdrage in de aanvoer van nutriënten. In het geval van de Grootte Wielen is het effluent voornamelijk afkomstig van de RWZI Leeuwarden”. Er werden drie scenario’s doorgerekend met een verbeterde effluentkwaliteit. Echter “Een verbetering van de kwaliteit van het boezemwater is vooral afhankelijk van de kwaliteit van polderwater en IJsselmeerwater. Het Bergumermeer, de Leijen en de Grootte Wielen kunnen ook verbeteren door verbetering van de kwaliteit van het effluent van RWZI’s”, aldus Kuin & Icke (2002). Om de MTR-waarden in de vaarten van zuidoost Friesland te bereiken berekende Witteveen+Bos (2002) aanzienlijke benodigde emissiereducties bij de betreffende rwzi’s: voor rwzi Gorredijk N- en P-reducties van 75 %, voor rwzi’s Oosterwolde en Wijnjewoude N- en P-reducties van resp. 26 en 53 % en voor rwzi Haulerwijk N- en P-reducties van resp. 55 en 100 %.

De stagnatie in een verdere dalende trend van de concentraties van fosfaat en stikstof baart zorgen. Blijkbaar is er, als resultante van allerlei ecosysteem-processen, het (agrarisch) gebruik van het landelijk gebied en de zuiverings- en saneringsinspanning, een status quo bereikt en dreigt zelfs hier en daar het fosfaatgehalte weer licht te stijgen. Daarbij komt dat na jaren van een dalende mestproductie deze vanaf 2013 weer stijgende is, welke volledig op het conto komt van de melkveehouderij. Omdat per 1 april 2015 de melkquotering wordt afgeschaft, zal deze toename (van het mestoverschot, voor zowel P als N) naar verwachting nog even doorzetten. Bedacht moet worden dat stikstofbemesting en -uitspoeling kan leiden tot interne P-eutrofiëring. Ook stijgende temperaturen als gevolg van klimaatverandering leiden tot een grotere interne eutrofiëring van watersystemen. Bovendien leiden zowel een hogere temperatuur als hogere fosfaatgehalten tot een groter aandeel van blauwalgen in het fytoplankton. En die houden het water op hun beurt troebel. In warmer water worden vissen kleiner, reproduceren zij sneller en eten bijgevolg meer zoöplankton. In kleinere wateren, zoals sloten, leidt dit tot een groter aandeel drijvende vegetatie (vooral Eendenkroos- en Kroosvarenssoorten) en eutrafente soorten (bijvoorbeeld Smalle waterpest en Grof hoornblad). Dezelfde tendens wordt ook bevorderd door een intensief slootonderhoud (Van Zuidam, 2013). Al met al complexe in elkaar grijpende processen met diverse feedback loops, die een voorspelling van te verwachten ontwikkelingen in waterkwaliteit lastig maken. Enerzijds is er dus de ontwikkeling van een bescheiden terugkeer van waterplanten. Zet zich dat door, dan versterkt die ontwikkeling zich; planten leggen slib vast, het water wordt helderder en dat biedt kansen voor meer waterplanten, brasem mijdt helder water, etc. Echter interne eutrofiëring, hogere watertemperaturen en blauwalgen kunnen roet in het water gooien en een waterkwaliteitsverbetering remmen en zelfs tegenwerken. Daarenboven kunnen exoten zowel het ene als het andere proces beïnvloeden. Het nauwgezet monitoren van het verloop van de waterkwaliteit en de tijd zullen het leren.

### Maatregelen

De maatregelen zijn ook heel divers. In de lijn van de theorie over alternatieve stabiele toestanden en de publicatie ‘Van helder naar troebel... en weer terug’ (STOWA, 2008) zijn de maatregelen te rubriceren in bron-, systeem-, interne en overige maatregelen. Lange tijd stond, terecht, de bronaanpak centraal, passend in de trits schoonhouden, scheiden, zuiveren. Eerst moeten de lozingen, de emissies, tot een zeker niveau zijn teruggebracht willen systeem- en interne maatregelen zinvol zijn.



Na het 'oplossen' van ruikbare en zichtbare problemen, zoals stank, zuurstofgebrek en vissterfte door ongezuiverde lozingen (van industrieel en huishoudelijk organische stoffen) startte eind jaren '70 de strijd tegen de eutrofiëring. De bouw van nieuwe rwzi's op het vaste land werd in 1987 voltooid, in 1979 werden de eerste rwzi's van een defosfateringstrap voorzien, de mestregelgeving werd aangescherpt en internationaal werd gewerkt aan een betere waterkwaliteit. Het Rijnactieplan en het Noordzeeactieplan (als 'nasleep' van de Sandoz-ramp te Bazel<sup>36</sup>) vormden een keerpunt in denken en doen. Tot globaal 2000 lag de aanpak goeddeels op het terugdringen van emissies, voor fosfaat de interne eutrofiëring vanuit de waterbodem meegerekend. De milieukwaliteit verbeterde sterk, nutriëntengehalten daalden fors. Om meerdere redenen reageerde de biologie (nog) niet of vertraagd, vanwege feed-back-mechanismen, weerstand tegen veranderingen, hysteresis, te hoge nutriëntenbelastingen, een ongunstig vestigingsmilieu en het gebrek aan propagulen. Vaak wordt te snel een biologische respons verwacht. Beseffende dat de weg van helder naar troebel, van schoon naar vies, van plantenrijk naar algen gedomineerd een lange is en vele jaren in beslag kan nemen (zeker in wateren met een organische bodem of veel slib), en wetende dat de weg terug langer kan zijn, is herstel een kwestie van lange adem. De omslag zelf kan zich overigens in een relatief korte tijdsspanne voordoen.

Om die weg in te korten werd vanaf 2000 vooral ingezet op inrichtingsmaatregelen. Daarmee wordt het watersysteem, gegeven eenzelfde nutriëntengehalte of -belasting, daarvoor minder gevoelig gemaakt. Het systeem kan meer hebben om toch de kentering ten goede te maken. De kritische nutriëntenbelasting voor de omslag van troebel naar helder wordt verhoogd en de afstand tussen de huidige en die kritische nutriëntenbelasting wordt verkleind. Voorbeelden van de inrichtingsmaatregelen zijn de aanleg van natuurvriendelijke oevers, het verkleinen van de strijklengte, flexibel peilbeheer, tijdelijke droogval en het opheffen van vismigratiebarrières. Die maatregelen kunnen versterkt worden door 'interne' maatregelen, zoals visstandbeheer en het enten van waterplanten of inzetten van filtrerende mosselen. Uitgevoerde maatregelen waren onder meer de bouw van rwzi's met defosfatering van en stikstofverwijdering uit het afvalwater en de aanpak van rioolwateroverstorten; het project Integrale eutrofiëringbestrijding in de Alde Feanen rond 1990 en diverse Regiwa- en Gebeveprojecten, met hydrologische isolatie (beperken externe belasting), baggeren (beperken interne belasting), fixatie van bodemfosfaten met ijzer (beperken interne belasting), voorzuivering van inlaatwater, beperken lozingen vanaf agrarische bedrijven middels aanleg van helofytenfilters, aanvoer van water via een lange ('zelfzuiverende') route, visstandbeheer en enten van planten.

### Groene waterzuivering

Helofytenfilters werden en worden aangelegd, zowel ter nazuivering van afvalwaterstromen (cleansing) als voor voorzuivering van in te laten water (polishing). Die voorzuivering betreft behandeling van voedselrijk (boezem)water, dat in natuurgebieden wordt ingelaten. Er werden helofytenfilters aangelegd bij de Alde Feanen (Wyldlannen), De Deelen, het Nanneviid, Brandemeer en Hege Mieden (Bancopolder). In de Rottige Meente, Brandemeer en Boornbergumer Petten werden bestaande natuurlijke rietpercelen als zodanig gebruikt. Naarmate de nutriëntengehalten in het boezemwater lager werden, was deze voorbehandeling minder nodig en werden de rendementen kleiner. In De Deelen bleek het filter averechts te werken en werd het na vijf jaar uit gebruik genomen. Het filter in de Boornbergumer Petten is in de eerste maanden van 2008 grondig geplagd, waarna de zuiverende werking verbeterde. Ook in het filter bij het Nanneviid is binnenkort groot onderhoud gepland. Een advies over plaggen en verwijderen van de voedselrijke (P) toplaag van de bodem is onlangs opgesteld (Kooistra et al., 2013).

Een in 1997-'98 gepland helofytenfilter in de Rottige Meente (binnen de ruilverkaveling Echtener en Groote Veenpolder) werd niet aangelegd vanwege de ervaring in De Deelen met een aangelegd filter op een onvergraven veengrond. Door

<sup>36</sup> Van Breemen & Lammens (2002) herinnerden in hun artikel over water en milieu daaraan met dit versje:

Fijn, een reisje op de Rijn, Rijn, Rijn,  
Samen in de zonneschijn, schijn, schijn,  
Jongens heb ik dat nou mis, mis, mis,  
Nee, het is, is, is,  
Dooie vis, vis, vis ...

zuurstofindringing in de bodem via het uitgebreide wortelstelsel van riet oxideert het veen en komen fosfaat en stikstof vrij, die met het doorstroomde water worden meegevoerd. Als alternatief werd er gekozen voor een lange aanvoerweg voor inlaat van boezemwater. Voorbeelden van het (na)behandelen van al dan niet voorbehandelde afvalwaterstromen zijn: Lauwersoog (Meuleman, 1999), helofytenfilters bij agrarische bedrijven (Wetterskip Fryslân, 1998b) en later nabij de Leijen bij nog twee melkveehouderijen in het kader van het NOLIMP-project (Claassen, 2006c).

Een andere manier om nutriënten achter te houden is het overdimensioneren van (afvoer)sloten of het aanleggen van maalkommen in polders voor de gemalen. Tijdens het NOLIMP project is in polder De Putten de toevoersloot naar het gemaal over enkele honderden meters ondiep verbreed, is riet aangeplant en wordt het naar het gemaal toestromende water gedwongen ondiep, door de oevervegetatie, af te stromen.

Het idee van de aanleg van maalkommen is voortgekomen uit het KRW innovatieproject Wetterlân. Daarbij bleek dat de nutriëntengehalten in het uit te malen polderwater aanzienlijk groter zijn zodra er daadwerkelijk gemalen wordt, dan wanneer het gemaal stilstaat (Claassen et al. 2012). Een bijzonder geval van een aangelegd helofytenfilter is de Berkenplas op Schiermonnikoog. Daar is in 2013 een helofytenfilter aangelegd om het plaswater te filtreren en zuiveren met als doel de blauwalg *Gloeotrichia* in dat zwemwater binnen de perken te houden (Kobus, 2011).

Tal van (nieuwe) mogelijkheden voor ecological engineering (Van Bohemen, 2005, 2012) en groene (afval)waterzuivering (Spoelstra & Truijten, 2010) zijn momenteel voorhanden. Een vermeldingswaardige aanpak zijn de zuiveringsmoerassen om effluenten van rwzi's na te behandelen. In Friesland wordt dit, met goede resultaten, gedaan bij de rwzi Grou met de waterharmonica Aqualân.

Dit laatste voorbeeld is meer dan een helofytenfilter. Daar zijn ook vlooienvijvers, evenals een paai- en opgroeigebied voor vis aangelegd. Aqualân Grou is het tot nu nog enige Friese voorbeeld van een waterharmonica. In 1996 werd de basis gelegd voor wat nu de 'waterharmonica' heet. In dat jaar bestond de STOWA 25 jaar en met de WVO in de hand was de grootste slag geslagen in de aanpak van de waterverontreiniging. Het laaghangend fruit was geplukt. 'Hoe nu verder' was de vraag voor waterkwaliteitsbeherend Nederland. Het op een uitgeschreven prijsvraag ingebrachte idee van het 3-D schakelsysteem (Claassen, 1996) werd beloond. Op een 'harmonieuze', duurzame, low-tech en multifunctionele wijze werd het emissiespoor gekoppeld aan het waterkwaliteitsspoor. Vanaf de in 2003 gestarte uitwerking van dit concept heette het waterharmonica als verbindende schakel tussen afvalwaterketen en oppervlaktewatersysteem (Kampf et al., 2003; Claassen & Kampf, 2006). Dit concept resulteerde in 2005 in twee STOWA rapporten: STOWA 2005-18 en STOWA 2005-21 over resp. de Nederlandse situatie en die in ontwikkelingslanden. Intussen werd dit concept ruim bekendheid gegeven met workshops (voor de Nederlandse waterbeheerders onder andere op 23 en 25 november 2004 resp. in Hapert en Almelo) en bijdragen op symposia en conferenties. Zo werd tijdens de 7th INTECOL International Wetland Conference in 2004 te Utrecht een aparte sessie aan de waterharmonica gewijd. In diverse tijdschriften verschenen artikelen hierover (o.a. Kampf et al., 2003, Claassen et al., 2006 en Claassen & Kampf 2006). De minister van LNV berichtte de Tweede Kamer bij brief d.d. 6 november 2008 over 'zuiveringsmoerassen voor het verbeteren van waterkwaliteit'. "Zuiveringsmoerassen lijken een veelbelovende innovatieve maatregel om knelpunten in waterkwaliteit op het gebied van nutriënten aan te pakken. Daarnaast zijn er kansen om een zuiveringsmoeras te combineren met andere functies. ... bijvoorbeeld voor waterberging, die er voor kan zorgen dat steden minder kwetsbaar worden voor wateroverlast. Het geoogste riet kan mogelijk gebruikt worden voor energieopwekking. Tenslotte vormen moerassen een prachtig en aantrekkelijk gebied waar recreanten kunnen fietsen, wandelen en kanoën", aldus de minister. Ook dragen waterharmonica's bij aan de biodiversiteit (Delbaere et al., 2009) en natuurwaarden (Claassen & Koopmans, 2012).



Rietsloten (juni 2007) en paabiotoop (juni 2007) van Aqualân, Grou.



Op de uitnodigingskaart voor de officiële opening van Aqualân Grou op 8 juni 2007 was het volgende gedicht van Ruebsamen (2005) opgenomen en eerder gepubliceerd in De Volkskrant, 23 juli 2005:

*'Ach, de Watervlo...'*

*De watervlo die is geen vlo  
De mensen noemen hem maar zo  
Het is een heel klein soort kreeft  
Dat slechts in 't beste water leeft  
Dus wees niet boos als u hem ziet  
Want dat verdient hij zeker niet  
Hij zorgt voor waterzuivering  
En dat is een zeer belangrijk ding!*

Bij de rwzi Grou werd in 2006 de waterharmonica Aqualân aangelegd. Dat project was, samen met rioleringswerken in de Vrijheidswijk te Leeuwarden en watervoorziening en -zuivering op het Kameleoneiland (Grootzand) in de Terkaplesterpoelen onderdeel van het Friese aandeel in het EU Interregproject Urban Water Cycle. Vanaf medio 2006 tot en met eind 2013 heeft uitgebreide monitoring (o.a. Van den Boomen et al., 2012; Van Herpen & Kampf, 2014; Schomaker et al., 2014) en aanvullend verdiepend onderzoek (o.a. Foekema, 2012; Van den Boomen & Kampf, 2012; Mulling, 2013; Silvis, 2013; Kampf et al., 2014) aan dit systeem plaats gevonden. Tijdens het KRW-end event van Agentschap NL in maart 2013, waar alle afgeronde KRW-innovatieprojecten uit de periode 2008 tot en met 2012 werden belicht, werd het STOWA rapport 2013-07 'Waterharmonica's in Nederland (1996-2012), van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater' gepresenteerd. Tevens verscheen dit rapport in een Engelse versie (STOWA rapport 2013-08). Na het proefschrift van *Toet* (2003) over Eversteekoog op Texel, is dat van Mulling (2013) het tweede over de werking van waterharmonica's, in dit geval over Aqualân Grou. Eerder al onderzocht beschreef Meuleman (1999) het infiltrerend rietmoeras te Lauwersoog en het waterplanten-slotensysteem De Meije.

Rwzi's vormen belangrijke puntbronnen van nutriënten en verontreinigingen, ondanks vergaande zuivering van het afvalwater. Die verontreinigingen bestaan uit een aantal prioritaire stoffen met een mogelijk toxische werking, zoals (resten van) medicijnen, hormonen en pathogene micro-organismen. Het WIPE-onderzoek richtte zich op de werking van aangelegde waterharmonica's bij rwzi's waarin het effluent wordt nagezuiverd, en dan specifiek op de mogelijke lotgevallen van deze microverontreinigingen (Foekema, 2012). In welke mate worden degelijke stoffen afgebroken of geneutraliseerd in zuiveringsmoerassen en in welke mate speelt bio-accumulatie (in het voedselweb) een rol? Opgedane kennis kan worden gebruikt voor optimalisatie van de aanleg van nieuwe waterharmonica's, waarbij dergelijke moerassystemen op een verantwoorde manier gecombineerd kunnen worden met natuurontwikkeling. Wetterskip Fryslân was met Aqualân Grou een van de partners in dit project.

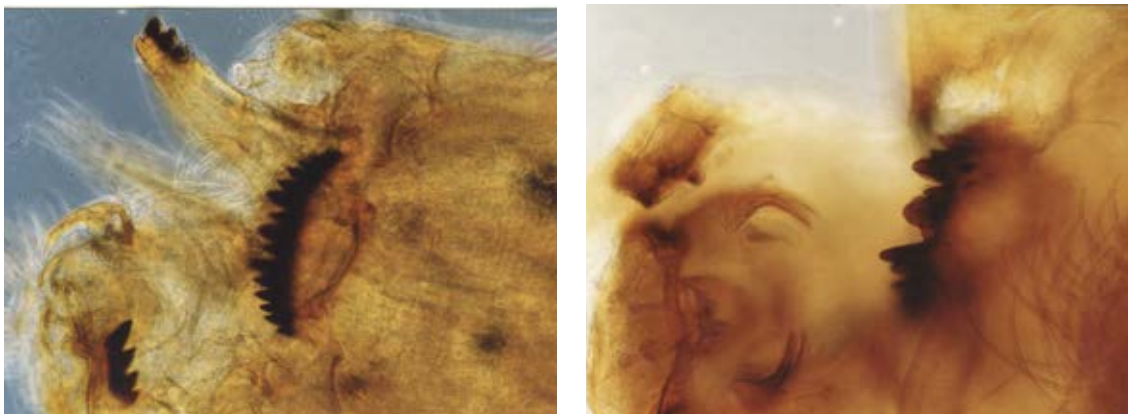
Voor alle Friese rwzi's is een quick scan uitgevoerd naar de mogelijkheden, haalbaarheid en te verwachten bijdrage aan diverse (waterkwaliteits)doelen van waterharmonica's (Van den Boomen & Kampf, 2013). In het Integraal Zuiveringsplan (IZP) is het verdere beleidsmatige traject geschetst om tot realisatie ervan te komen (Wetterskip Fryslân, 2013a). Eerder waren



Ottersporen, De Deelen, winter 2009-2010 (foto H. Bosma).



Otterbeeldje in Earnewâld, ter nagedachtenis van de inmiddels herboren 'wrotter'.



Gezond en afwijkend 'gebit' (mentum) bij *Chironomus*, eind jaren '80 in de Alde Feanen (foto's Laboratorium WF).

al uitgebreide verkenningen uitgevoerd voor nabehandeling van het effluent van rwzi Ameland met het doel het zoete (na)gezuiverde effluent langer op het eiland te houden en te benutten als lokstroom bij de suatiesluisjes voor migrerende vissen (Kroes, 1997a, 1997b; Dai Min, 2002; Arcadis, 2008a).

## 8.2 Microverontreiniging en waterbodems

Eind jaren '70 kwam de problematiek van sterk vervuilde grond aan het licht. Of terreinen waren opgespoten met zwaar verontreinigd slib of vuilstort van zwaar verontreinigd afval had de grond (en grondwater) sterk vervuild. De Vogelmeerpolder en Lekkerkerk brachten begin jaren '80 een schok teweeg over de ernst van deze problematiek. In Friesland was dat Kollum Chemie in Oudwoude. Dit bedrijf vestigde zich daar in 1964, verwerkte, mengde en verpakte bestrijdingsmiddelen en ging in 1980 failliet. Het terrein zelf bleek toen tot acht meter diep en de omgeving tot meer dan een kilometer ver sterk verontreinigd, onder meer met DDT, insecticiden en chemische oplosmiddelen. Sanering vond plaats in 1995 en 1996, sloten werden uitgegraven, 2.500 vrachtwagens vervuilde grond werd afgevoerd; kosten f 21 miljoen. In de jaren '90 bleken ook talrijke waterbodems (zoals in havens, bij gasfabrieken en scheepswerven, veelal in stedelijk gebied) sterk vervuild te zijn. Het probleem werd onderkend en beleid voor aanpak en sanering werd (landelijk) vormgegeven. Begin 1987 werd de nota 'De vervuiling van de waterbodem; stand van zaken en plan van aanpak' aan de Kamer aangeboden. Er werd geïnventariseerd hoeveel en waar sterk vervuilde waterbodems lagen. Het Rijk stelde vele tientallen miljoenen gulden beschikbaar en vanaf begin jaren '90 kon de sanering beginnen.

### Milieuvervuiling en bioaccumulatie

Vanaf eind jaren '70 kreeg ook de vervuiling van het aquatisch milieu, in het bijzonder van de waterbodem, veel aandacht. Immers veel waterbodems waren sterk vervuild met microverontreinigingen, wat zijn weerslag had op vissen, vogels en zoogdieren. Het RIVO verrichte in de jaren 1977-1985 onderzoek naar PCB gehalten in rode aal uit de grotere Nederlandse wateren. De aangetroffen gehalten in paling uit het IJsselmeer en Lauwersmeer waren aanzienlijk lager dan die uit het rivierengebied. Recent onderzoek naar PCB's, PBDE's en dioxinen geeft eenzelfde beeld (Van der Lee et al., 2011). Dat onderzoek laat zien dat schieraal uit het rivierengebied verontreinigd is met een aantal contaminanten en de norm voor dioxines en dioxineachtige PCB's sterk overschrijdt. Schieraal uit zeven Friese meren en twee polders is veel schoner en voldoet wel aan de normen. Dat heeft er toe geleid dat paling uit dat (beneden)rivierengebied ongeschikt is voor menselijke consumptie, dit in tegenstelling tot de Friese paling. Dit feit wil de FBvB ('Fryske Fisker') uitbuiten door met een keurmerk ('Wylde Fryske Iel') te gaan werken. Bovendien mag er in het Friese het hele jaar op paling gevestigd worden, terwijl er vanaf 2011 elders een vangstverbod (gesloten tijd) geldt in de maanden september tot en met november. Immers met de palingstand is het slecht gesteld. Door de gesloten tijd in de herfst kan schieraal uittrekken en op weg gaan naar de Zargassoze. Deze pilot decentraal aalbeheer (Witteveen+Bos, 2012d, 2013c) loopt door tot en met 2015 met de verwachting dat dit voor Friesland een permanente regeling wordt (zie verder paragraaf 8.4).

Eind jaren '80 stond de belasting van het milieu met PCB's nog steeds volop in de belangstelling. Dood gevonden otters bleken te veel PCB's en zware metalen te hebben geaccumuleerd voor een nog succesvolle voortplanting. Ook via moedermelk zouden jonge dieren al meteen sterk belast worden met deze stoffen. De otter legde er in 1988 het loodje door. Onderzoek van PCB's en zware metalen in de waterbodem vond plaats in de Alde Feanen, De Deelen en de Rottige Meente (Jonge Poerink & Huls, 1987; Aalders, 1988; Smit, 1990), terwijl er ook analyses in de voedselketen plaats vonden (Van Hattum et al., 1992). Ook is enkele keren de water- en waterbodemvervuiling en effecten van bioaccumulatie in Friesland vergeleken met die in de Biesbosch, onder meer voor aalscholvers en paling (De Wit et al., 1991). Bij muggelarven werden afwijkingen aangetroffen, die toegeschreven werden aan toxische vervuiling (Van Urk & Kerkm, 1986; Smit, 1987; Van der Guchte, 1993). Ook in Friesland werden muggelarven gevonden met misvormde tanden in het mentum, echter veel

## Mannelijke vissen vervrouwelijken door mest en 'de pil'

Door een onzer redacteurs

ROTTERDAM, 28 FEBR. In Nederlandse riviertjes en sloten zijn mannelijke vissen aan het vervrouwelijken.

Dat blijkt uit een landelijk onderzoek naar hormoonverstorende stoffen in oppervlaktewater, dat werd uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA). De studie werd vandaag in Den Haag aangeboden aan minister Pronk (Milieu) en Netelembos (Verkeer en waterstaat).

Het onderzoek toont onder andere aan dat mannelijke brasems in de Dommel, een riviertje in de buurt van Eindhoven, niet alleen spermacellen in hun testis hebben maar ook eicellen. Of de vissen zich daardoor minder goed voortplanten is volgens onderzoeksleider dr. D. Vethaak nog niet duidelijk. „We weten niet of het zaad ook slechter wordt door de vervrouwelijking.”

Behalve in de Dommel doet de vervrouwelijking zich onder meer voor in de Westerschelde en in kleine riviertjes en sloten in Utrecht en Friesland. In grotere rivieren, riviermondingen en in open zee werd het effect amper gezien.

Oorzaak van de vervrouwelijking is de toenemende aanwezigheid van stoffen in oppervlaktewater die de werking van het vrouwelijke hormoon oestrogeen naboot-

sen. Een belangrijke bron voor die stoffen is de vechouderij, zegt Vethaak. „In mest zitten natuurlijke hormonen.” De mest spoelt uit naar het oppervlaktewater, dat bij de rioolwaterzuivering blijkbaar onvoldoende wordt gezuiverd.

Ook werden resten van de menselijke 'pil' in sommige riviertjes aangetroffen. Bovendien zijn er chemische stoffen die de werking van oestrogeen nabootsen. Daaronder vallen bijvoorbeeld alkyfenolen, die in industriële reinigingsmiddelen worden verwerkt, en broomhoudende brandvertragers.

De Gezondheidsraad, die in 1999 een studie publiceerde over hormoonverstorende stoffen in oppervlaktewater, stelde destijds een lijst op van 34 verdachte stoffen. Hieronder komen voor DDT-achtige stoffen, PCB's, organotinverbindingen, chloordaan, endosulfaan en chloordioxinen.

Volgens Vethaak is de situatie in Groot-Brittannië zorgelijker. De vervrouwelijking vindt daar ook in grote rivieren plaats. Maar Vethaak dringt wel aan op verder onderzoek. Veel stoffen zijn nog niet getest op hun eventuele hormoonverstorende werking. En nu zijn alleen brasem en bot onderzocht. Uit eerder onderzoek blijkt dat andere vissen, slakken en schelpdieren gevoelig zijn voor hormoonverstorende stoffen.

minder dan in de direct onder invloed van Rijnwater staande grote rivieren. Dat verschil in toxiciteit tussen het rivierengebied en Friesland van toen, toegeschreven aan zware metalen, PCB's en PAK's, geldt nog steeds (Van der Lee et al. (2011), nu toegeschreven aan dioxine-achtige stoffen.

Het aantal microverontreinigende stoffen is erg groot en al lang niet meer beperkt tot zware metalen, PCB's en PAK's. De laatste jaren is er groeiende belangstelling voor bestrijdingsmiddelen, gewasbeschermingsmiddelen, brandvertragers, medicijnen, hormonen, medicijnrestanten, hormoonderivaten en afbraakproducten van dat alles. Analysetechnieken zijn nog maar deels voorhanden en vergen (vanwege de lage concentraties en risico's op besmetting van monsters) een secure bemonstering, voorbereiding en analyse. In 1999 vond een omvangrijke landelijke onderzoeksprogramma plaats naar hormonen en hormoonachtige stoffen, geïnitieerd door het RIZA en RIKZ. Een van de risico's van deze stoffen is vervrouwelijking (zoals ovotestis) van mannetjes organismen en vermannelijking (feminisering) van vrouwtjes organismen. In dit Landelijk Onderzoek Oestrogene Stoffen (LOES) werden regenwater, oppervlaktewater, waterbodembodem en influenten en effluenten van rwzi's onderzocht en vond onderzoek plaats naar bioaccumulatie in driehoeksmosselen en vissen (Burgers, 2002; Vethaak et al., 2002). Twee Friese rwzi's (Ameland en Sint Annaparochie) en twee oppervlaktewateren (Koude Vaart en Bergumermeer) waren in het onderzoek betrokken. Dit LOES onderzoek was een eerste grote verkenning naar aanwezigheid en effect van hormoonontregelaars in het aquatisch milieu. Een korte passage uit de aanbiedingsbrief van RIZA en RIKZ van 6 maart 2002 van het rapport en de brochure: "Het onderzoek laat zien dat de geselecteerde hormoonontregelende stoffen bijna overal in lage concentraties -als een grauwslui- in het Nederlandse watermilieu aanwezig zijn. De waargenomen feminiserende effecten bij mannetjes vissen in de regionale Nederlandse wateren zijn voldoende ernstig om verder onderzoek aan te bevelen met name gericht op de gevolgen op lange termijn. Een vertaling is nodig van deze aangetoonde effecten op individu-niveau naar algemene effecten op vispopulaties en ecosystemen".



In 1990 startte Rijkswaterstaat het onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de rijkswateren. In de Friese Waddenregio lagen vier van de 30 meetpunten, te weten bij Harlingen, Roptazijl, Zwarte Haan en Lauwersoog. In 1995 werd dit project 'Speuren naar sporen' afgesloten (Breukel et al., 1996), nadat eerder drie tussentijdse rapporten waren verschenen met de metingen van 1990-'91, 1992 en 1993. "Bestrijdingsmiddelen zijn in alle onderzochte oppervlaktewateren aangetroffen, waarbij de concentraties vaak hoger bleken dan de grenswaarden en/of MTR's. Momenteel zijn vooral de organofosforbestrijdingsmiddelen, de organische tinverbindingen en de triazinen belangrijke probleemgroepen", zo werd geconcludeerd. Nog steeds komen er normoverschrijdende stoffen in het oppervlaktewater voor. Uit analyse van de bronnen van deze probleemstoffen, overigens ook voor de nutriënten, kwam naar voren dat niet zozeer puntbronnen, maar diffuse bronnen (vanuit landbouw, verkeer en vervoer, scheepvaart, industrie, ed.) daarvan de oorzaak zijn. Genoemde probleemstoffen zijn koper, zink, Benzo(ghi)peryleen, Ideno(1,2,3-cd)pyreen, Diethylhexylfataat (DEHP) en bestrijdingsmiddelen. De emissie-beheerplannen 2007-2010 (Wetterskip Fryslân, 2008d) en 2011-2015 (Wetterskip Fryslân, 2011b) geven daar de cijfers van. Dit laatste plan noemt als bronnen voor nutriënten: uit- en afspoeling meststoffen landelijk gebied (aandeel stikstof ca. 81 % en fosfor ca. 78 %) tegenover riolering en rwzi's (aandeel stikstof ca. 8,5 % en fosfor ca. 19 %).

Vanaf de Derde nota waterhuishouding (1989) werd de waterbodem, samen met de oevers, expliciet toegevoegd aan het watersysteem. De waterbodem is zowel fysiek (grondsoort, stevigheid, constitutie en sapropelium-dikte) als qua kwaliteit (fysische-chemische samenstelling van ondergrond, poriewater en detritus) relevant voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Erin en erop levende of groeiende organismen (van bacteriën tot waterplanten en vissen) zijn er van afhankelijk en worden er door, direct of indirect, beïnvloed. Voor het op peil houden van een zekere nautische of hydraulische waterdiepte wordt er regelmatig (eens in de 9 tot 27 jaar) gebaggerd, vooral in hoofdwatergangen (door het waterschap) en in de vaarwegen (door de provincie, vanaf 2001 vooral in het kader van het Friese Merenproject). Het 'Plan van Aanpak Friese Meren' uit 2000 vormde de basis voor een langjarige facelift van het Friese (watersport)gebied. De daarin genoemde outputindicatoren betroffen overigens meer dan alleen 330-550 km te baggeren vaarwegen. In 2007 maakte de provincie een geüpdatete kaart met tot en met 2015 te baggeren wateren en een prognose van de hoeveelheid: "Het baggertempo van jaarlijks 750.000 m<sup>3</sup> loopt op dit moment gelijk op met de aangroei van de waterbodems in Fryslân. Als dit baggertempo de komende jaren wordt volgehouden, dan wordt de achterstand weggewerkt en is het beruchte 'achteruit baggeren' verleden tijd", aldus W. Haalboom coördinator van het provinciaal Bagger Actie Programma (Hoekstra, 2007).

Naast het hiervoor genoemde onderhouds- en nautisch baggeren kan er gebaggerd worden vanwege de noodzakelijke sanering van met microverontreinigende stoffen (zoals met zware metalen, PCB's en PAK's) vervuilde waterbodems of om waterkwaliteitsredenen (milieubaggeren) vanwege sterk met nutriënten opgeladen waterbodems of een dikke sliblaag waar waterplanten niet in kunnen groeien. Voor de waterkwaliteit is een minimale waterdiepte nodig van een halve meter met plaatselijk diepere stukken voor bijvoorbeeld overlevingshabitat voor vissen. Een bijzonder geval was uitgebreid (water)bodemonderzoek van onder meer zware metalen, PCB's en PAK's in de industriehaven te Drachten, Smalle Ee, Smalle Eesterzanding en polder Egbertsgaasten (Hoven & Theelen, 2001). Aanleiding was de brand in mei 2000 bij het chemisch afvalverwerkingsbedrijf ATF 'De Pijp' te Drachten. In de industriehaven werden verhoogde PCB-gehalten gevonden. Op de andere plekken en voor de andere stofgroepen bleek nauwelijks een impact aantoonbaar. Ook werd er visonderzoek uitgevoerd (Van den Bergs & Boonstra, 2001). Dit leverde geen schokkende resultaten op. "De kwaliteit van de vis in het door de brand beïnvloede gebied is iets slechter dan van vis uit schone locaties, maar aanmerkelijk beter dan die van vis uit ernstig verontreinigde gebieden".

### Sanering van vervuilde waterbodems

Met PCB's, PAK's en zware metalen ernstig vervuilde (water)bodems zijn van een ander chapter. De ergste gevallen hiervan kwamen in de jaren '70 en '80 landelijk in het nieuws. Dat leidde tot een landelijk aangestuurde en medegefinancierde saneringsprogramma's. In Friesland zijn intussen de ruim 30 ernstigste gevallen gesaneerd. Voordat het echter zover was, werd iedere verdachte locatie onderworpen aan een uitgebreid onderzoek, en ook tijdens en na de sanering vond monitoring plaats. Daarbij hebben de typen onderzoek een vaste volgorde:

- Verkennend onderzoek (VO): hieruit blijkt of er verontreiniging zit; zo ja, dan wordt het verder onderzocht.
- Historisch onderzoek (HO): hier wordt gekeken welke activiteiten/bedrijven er zijn geweest/zijn; dit onderzoek wordt vaak ook in het VO of NO meegenomen.
- Nader onderzoek (NO): bepalen van kwaliteit en omvang van de verontreiniging.
- Aanvullend NO: als onvoldoende gegevens in eerder NO beschikbaar zijn gekomen.
- Actualiserend NO: nodig als NO ouder is dan vijf jaar en de locatie zal worden gesaneerd.
- Saneringsonderzoek (SO): inventariseren welke saneringsvariant er is en kiezen voor één variant.
- Saneringsplan (SP): uitwerken saneringsvariant.
- Evaluatierapport: beschrijving van de sanering en omschrijving van kwaliteit waterbodem na sanering.

En de saneringen zelf werden sterk geprioriteerd en zouden een groot aantal jaren in beslag nemen. Binnen het waterkwaliteitsbeheer is het een vak apart, vooral door de eigen wet- en regelgeving, normstelling en wijze van monitoring en toetsing. Vanaf 1995 zijn op een groot aantal locaties (in de bebouwde omgeving) waterbodemsaneringen van sterk vervuilde

waterbodems uitgevoerd door zowel provincie, waterschap als derden (zie onder meer Provincie Fryslân, 2007). De provincie trok in de periode 1996-2009 saneringen van waterbodemonverontreinigingen bij voormalige gasfabrieken te Bolsward, Harlingen, Workum Ternaard en St. Annaparochie. In 2012-2013 werd vanuit het Friese Merenproject en vaarwegbeheer ook nog de Wijde Greuns, de Tijnje en het Nieuwe Kanaal te Leeuwarden (deels) gesaneerd. Het waterschap leidde de saneringen van de volgende projecten (locaties): Ee Woudsend (1995) dit was een proefsanering om kennis op te bouwen met waterbodemsaneringen, Surhuisterveenstervaart (1997), Oost Indische opvaart Berlikum (1998), Workumertrekvaart Bolsward (1999), Zoutsloot, Grootijs en Grote sluis Harlingen, Potmarge Leeuwarden, Lemster Rien Lemmer, Luts Balk<sup>37</sup>, Stadsgrachten Hindeloopen (alle in 2000<sup>38</sup>), Heerengracht Franeker (2002), Singels en Binnengrachten Leeuwarden, deel van de Potmarge en Wirdumervaart Leeuwarden (2003), Sminkevaart bij Oudemirdum (2004), Zijlroede westzijde (2005), Leistervaart Oude Leije, Joure en Heeresloot in Heerenveen (2006), wateren in Makkum (2007), stadsgrachten Sneek (2007-2008), Zijlroede-Binnenhaven Lemmer en poel Harkema (2013) en Nesser Zijlroede Akkrum 2013-2014. In voorbereiding zijn momenteel de locaties Zuider Ee Dokkum voorbij sluis Oosterverlaat en de Nieuwe Vaart bij Gorredijk-Terwispel. Om de lijst compleet te maken: door derden zijn gesaneerd de Rozengracht in Harlingen (2001), de Vaart It Voskebosk in Tzummarum en sloten Bosch e.o. in St. Annaparochie (2004), Kollumerzwaagstervaart (2005), Zuidergracht in Harlingen (2008) en de Swadde (2013). Na 20 jaar vervuilde erfenis opruimen neemt nu dat saneringsprogramma in intensiteit af.

Bij saneringen, conform de Wet bodembescherming en later de Waterwet, wordt eerst getracht de veroorzaker op te sporen en daarvoor te laten betalen. Leidt dat tot niets dan moet vervolgens de eigenaar of de belanghebbende betalen. Wanneer die er ook niet zijn, geldt voor de saneringen een vangnet. Dat houdt in dat de overheid de verontreiniging verwijderd. Voor landbodemonverontreinigingen en waterbodemonverontreinigingen veroorzaakt vanuit een landlocatie is dat de provincie; voor waterbodems is dat de waterkwaliteitsbeheerder. Maar nog lang niet alle zere plekken zijn verdwenen. In 2009 kwam een vervolgininitiatief van Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen om de resterende locaties aan te pakken. Als eerste aan de beurt zijn locaties met mogelijke risico's voor de volksgezondheid, zogenaamde humane risico's. Voor Friesland staan momenteel 11 waterbodemonlocaties op die lijst. In 2013 werd een sterk vervuilde dobbe bij Harkema opgeschoond.

Het huidige succes van de herintroductie van de otter (Bosma & Krol, 2012) indiceert dat ernstige vervuiling met PCB's en zware metalen en bio-accumulatie-effecten daarvan in de voedselketen achter ons ligt. Nieuwe stoffen, zoals vlamvertragers, hormoonderivaten en medicijnrestanten baren des te meer zorgen (Heeringa, 2013). Het WIPE-onderzoek Moeraszuiver afvalwater in Aqualân Grou wees uit dat deze ook in het effluent aanwezige stoffen nauwelijks worden verwijderd in het zuiveringsmoeras. De lange-termijn effecten van steeds meer microplastics en nanoplastics in het milieu zijn zo goed als onbekend, doch wees niet verrast als dit het 'asbest' of erger is voor komende generaties.

Waterbodemon-  
sanering Ee  
te Woudsend,  
januari 1995.



<sup>37</sup> Het visonderzoek in de Luts en het Slotmeer is gedaan, omdat de verontreiniging in de Luts werd beoordeeld als ernstig, maar niet urgent. Hier was de hengelsportvereniging het niet mee eens en heeft een zienswijze ingediend op de beschikking. Er is toen een visonderzoek uitgevoerd om meer inzicht te krijgen op de vervuiling van de vissen. In de Luts werd een hoge concentratie aan zware metalen aangetroffen. De vis bleek niet geschikt voor menselijke consumptie. Omdat de Luts werd verhuurd als viswater aan die hengelsportvereniging was er toen wel sprake van urgentie en is de Luts vrij snel gesaneerd.

<sup>38</sup> In 2000 werden meerdere saneringen uitgevoerd, omdat de landbodemsaneringen stagneerden, waardoor er extra geld beschikbaar kwam voor waterbodemsaneringen.



Baggerwerk in de Murk te Aldtsjerk, oktober 2006.

## Milieubaggeren

Ook bij afwezigheid van verhoogde gehalten aan microverontreinigende stoffen kan de waterbodem (negatieve) invloed hebben op de waterkwaliteit. Sowieso is een zekere waterdiepte nodig voor een gezond watersysteem. Extra slib kan leiden tot gemakkelijke opwerveling (door wind, scheepvaart en bioturbatie) en daardoor tot troebel water en verhoogde nutriëntengehalten in het water. Wortelende waterplanten kunnen zich er lastig in vestigen (Schutten, 2005). Regulier groot onderhoud zorgt ervoor dat het water op voldoende diepte blijft. Milieubaggeren kan nodig zijn om dikkere voedselrijke bagger te verwijderen. Dergelijke projecten zijn in de jaren '90 uitgevoerd in onder meer de Alde Feanen (40- Mèd in 1990-'91), De Deelen (petgaten aan de westzijde in 1993-'94, delen van petgaten en Oud Deel aan oostzijde in 1995, zie Van der Weide, 2009), de Rottige Meente (enkele petgaten in het kerngebied en laatste deel van de Scheene in 1995), het Nannewiid en gedeeltelijk het Polderhoofdkanaal. Bijna tien jaar geleden zijn de vaargeulen in de Leijen uitgediept en is het slib in kleine nieuw opgeworpen eilandjes verwerkt.

Ter voorbereiding van het maatregelenpakket vanwege de KRW stelde de provincie in 2007 een notitie op vooral over milieubaggeren (Provincie Fryslân, 2007). Voor de genormeerde 33 prioritare stoffen bleek sanering immers vrijwel nergens noodzakelijk. Voor dat 'kwaliteitsbaggeren' werden in die notitie overigens alleen nadere verkenningen aanbevolen. Een uitgebreidere analyse vond plaats voor een aantal wateren in Midden-Nederland (Evers, 2006). Het KRW maatregelenprogramma 2010-2015 bevatte dan ook vrijwel geen projecten kwaliteitsbaggeren. Wel werd in het project BaggerNut de potentiële impact van de waterbodem op de interne eutrofiëring onderzocht (Arcadis 2012b, 2012c, 2012d; STOWA, 2012b). Om meerdere redenen wordt milieubaggeren momenteel vrijwel niet meer uitgevoerd.

Naast baggeren zijn er ook diverse alternatieven om een nutriëntenrijke waterbodem te 'neutraliseren', zoals zandsuppletie of fosfaatfixatie (toegepast in het Nannewiid). In De Deelen is in enkele petgaten gepoogd om met onderwaterslidschermen de windinvloed te remmen, zodat opwerveling minder (snel) optreedt. In de zuidoost oever van de Leijen is met dezelfde bedoeling een palenrij geplaatst. Resultaten vielen tegen; er werd geen significant groter doorzicht gemeten. Grontmij (1994b) heeft uitgebreid onderzocht en beschreven met welke omgevingsmaatregelen, zoals verdieping, strekdammen, eilandjes, onderwaterschermen en beplanting op de oever, het doorzicht te verbeteren zou zijn. Gemodelleerde (verwachte)

## Zandwinputten gereserveerd voor Friese bagger

**LEEUWARDEN** - Twee grote zandwinputten bij Drachten en in de Wijde Ee zijn voortaan beschikbaar voor de stort van baggerspecie uit Friesland. Daarvoor is gisteren een intentieverklaring ondertekend door de provincie, Wetterskip Fryslân en de zandputeigenaren Van Oord en Eastersanding. De verklaring moet de import van bagger van elders naar Friesland tegengaan.

De samenwerking is een direct gevolg van de import begin dit jaar van 300.000 kuub baggerspecie uit Haarlem. De provin-

cie wil een eind aan dit „driete gesleep met bagger“, zoals gedeputeerde Ton Baas het noemde. De import beperkt de bergingsruimte van eigen specie en het is slecht voor de waterkwaliteit van de Friese boezem.

Door de verklaring krijgen de zandwinners de garantie dat baggerspecie die in Friesland vrijkomt in hun ongebruikte zandputten kan worden gestort. De provincie heeft op zijn beurt de zekerheid dat de zandwinners „zich maximaal inspannen om bij voorkeur bag-

gerspecie uit Fryslân toe te passen“, zoals het in de verklaring staat.

Het ongebruikte deel van zandwinput in de Wijde Ee beslaat 35 hectare, de helft van de totale put, en heeft een bergingscapaciteit van bijna 4 miljoen kubieke meter. Het ontzande deel van de put bij Drachten beslaat 40 hectare en heeft bergingsruimte voor 3 miljoen kuub. Beide putten zijn gekozen omdat zij over breed water goed bereikbaar zijn.

De provincie houdt door de overeenkomst meer capaciteit

over in de eigen baggerdepots. Medeondertekenaar Wetterskip Fryslân is blij met het gebruik van de putten. De bagger wordt zo op een plek geconcentreerd. Dit komt de waterkwaliteit ten goede, omdat het dan elders in de Friese boezem niet meer wordt opgewooid en het water vervuild.

Jaarlijks komt in Friesland 300.000 kuub baggerspecie vrij, die niet op de wal kan worden verspreid. Zo'n 90 procent daarvan is vrijwel schoon en geschikt voor hergebruik in bijvoorbeeld fietspaden, bij de

aanleg van oevers en kaden en voor natuurontwikkeling. Wat overblijft kan in zandputten worden gestort.

De hoeveelheid vrijkomende baggerspecie zal de komende vijf jaar nog eens verdubbelen, omdat de provincie intensiever gaat baggeren. Voor onderhoudswerkzaamheden binnen het Friese Merenproject komt €9,2 miljoen beschikbaar, voor de verdieping van vaarwegen nog eens €2,4 miljoen. Bovendien krijgen de gemeenten steun voor hun baggerwerk ter waarde van €6,3 miljoen.

LC 12-7-05



effecten voor meren van verschillende grootte en diepte zijn aangegeven. Als toch gekozen wordt voor baggeren, biedt de Nota verspreiden van baggerspecie in oppervlaktewater (Wetterskip Fryslân, 2012f) de mogelijkheid om die in de nabije omgeving te verwerken in bijvoorbeeld een aan te leggen natuurvriendelijke oever. Een toegepast voorbeeld hiervan is de oostoever van het Sierdswiel. N.B. In geval sprake is van sterk vervuilde waterbodems geldt de Nota waterbodembestuur (Wetterskip Fryslân, 2010d) met enkele daarvoor bestemde diepe plassen.

### 8.3 Oevers en beheer van watergangen

Bij het verschijnen van de Derde nota waterhuishouding (1989) wordt de oever formeel onderdeel van het watersysteem en het waterkwaliteitsbeheer. Daarvoor was er echter al regelmatig aandacht voor de condities van de oevers. Tulp (1958) vraagt al aandacht voor de oevers: "... het niet chemische en fysieke deel van de levensruimte van de waterdieren is de meest in het oog springende van de milieufactoren en deze manifesteert zich in velerlei vormen". Hij maakt een indeling van de oevers en beschrijft waarnemingen van allerlei macrofauna in die zone. Schroevers (1962) maakte een vegetatiekundige beschrijving van oevers en boezemlanden langs de boezemmeren. Hij wijst op de grote gevarieerdheid die binnen de Friese boezemgebieden is aan te treffen, maar ook op de menselijke invloed (voedselhuishouding, verstoring, vervuiling en beweiding), die een op successie-stadia gebaseerde basistypologie complexer maakt. Vanaf eind jaren '70 startten meerdere inventariserende onderzoeken: de Provinciale Waterstaat (1978a) inventariseerde de meeroevers; de Provinciale Planologische Dienst maakte in 1977 en 1978 een systematische en gebiedsdekkende vegetatiekundige oeverinventarisatie van de boezemmeren (Smittenberg & Roukema, 1979). In de jaren 1982, 1983 en 1984 inventariseerden zij de Friese vaarwegen. De door hen gemaakte typenindeling (met vier typen afslagoevers, drie typen rietkragen op vaste bodem en drie typen rietkragen op slappe bodem) is daarna regelmatig als uitgangspunt gebruikt voor herhaalde (deel) inventarisaties (zie bijvoorbeeld Thannhauser-Douwma, 1994, 1999). De bevindingen van Smittenberg & Roukema (1979) resulteerden in 25 % oeverlengte met afslagoevers, 40 % oeverlengte met een smalle rietkraag en 35 % met een brede rietkraag.

Vanaf diezelfde periode zijn er waarnemingen van en zorgen over de achteruitgang van die oevervegetatie. De Nie & Jansen (1988) beschrijven nauwkeurig de achteruitgang van de oevervegetatie langs het Tjeukemeer gedurende een periode van 15-20 jaar. Die achteruitgang wordt aan meerdere oorzaken toegeschreven: toenemende eutrofiëring, afnemende seizoensgebonden peildynamiek, begrazing door vee (en later ook door muskusratten en ganzen), beschoeiing, scheepvaart en het storten van maaisel, asfalt en puin. Gebrek aan regelmatig onderhoud kan de conditie van vooral rietvegetatie ook ongunstig beïnvloeden. Hoekstra (1991) vergeleek de (water)rietoppervlakten van een 15-tal gebieden, meest meren, in 1930, 1960 en 1990. De oppervlakten in 1930 op 100 % stellend, dan restten er in 1960 en 1990 nog resp. 72 en 60 %. Ook in het begin van deze eeuw is nog steeds een achteruitgang waargenomen (Claassen & Thannhauser-Douwma, 2009). Zij volgden 24 PQ's in de oeverzone van zes meren gedurende vijf jaar. Riet en Kleine lisdodde gingen vaker en sterker achteruit dan vooruit, Mattenbies ging in alle gevallen waar deze soort gevonden werd achteruit. Ook Olivier (2003) beschreef over een veel langer tijdsverloop eenzelfde ontwikkeling. Over de periode 1979-2001 vindt hij een toename van 20 % van oeverlengtes van het type 'afslagoever zonder harde oeververdediging'. Een dramatische impact van ganzen op de waterrietbegroeiing werd waargenomen in de Westerplas (Claassen & Meijer-Bielenin, 2010b). Dit alles is geen exclusief Fries probleem, doch het speelt landelijk (zie bijvoorbeeld het themanummer *Riet* van DLN van februari 1999) en zelfs internationaal (Coops et al., 2002; Coops & Hoesper, 2002). Hierin wordt vooral het aspect seizoensgebonden peildynamiek bekeken, een aspect dat vanaf 1998 in Friesland de gemoederen 10 jaar lang heeft bezig gehouden bij studies en discussies over het peilbeheer van de Friese boezem (Wetterskip Fryslân, 2010a, 2010b).

Het begin van herstel en onderhoud van oevers langs de Friese boezem is van gelijke datum als van de beschreven achteruitgang. In 1975 brengt een provinciebrede in 1971 ingestelde werkgroep een inventariserend technisch rapport uit over de toestand van de oevers langs de boezem met kostenberekeningen voor herstel (Provincie Friesland, 1975). Een omvangrijke volgende inventarisatie vindt plaats in de aanloop naar het IWPB, een gezamenlijk te trekken plan door de zes waterschappen. Op basis van de notitie 'Oeverbeheer als onderdeel van het waterbeheer' van Waterschap Friesland van begin 1997 wordt door de zes waterschappen besloten tot die inventarisatie. Probleem is dat de oevers over grote lengten in slechte staat verkeren, maar ook dat taken en verantwoordelijkheden voor herstelmaatregelen nogal verdeeld liggen (tussen kwantiteitswaterschappen, het waterkwaliteitswaterschap, provincie en rijk en ten aanzien van oevers met of zonder achterliggende kade, met of zonder vaarwegfunctie, etc.). De inventarisatie (Witteveen+Bos, 1998b) levert op dat ca. 15 % van de oevers in slechte, 55 % in matige en 30 % in goede toestand verkeert.

Vanuit dat gegeven en de op talrijke plekken onvoldoende hoge kaden (vooral vanwege achterstallig onderhoud) wordt in het afstemmingsoverleg van de Friese waterschappen in 2000 het project Aanpak oevers en kaden in de stijgers gezet, inclusief ontwerp-schetsen, kostenraming en -verdeling en planning. Werk tot 2016. In juni 2002 verschijnt de eerste van een serie nieuwsbrieven 'Oever- en Kadekrant Friese Boezem'. De praktijk is weerbarstig en er volgt een aantal studies om preciezer te duiden waar (eerst of later) welk type oever, steeds in combinatie met kadeherstel, moet worden gerea-



Voldoende brede nvo langs De Blikken, mei 2013 (foto M. Thannhauser).



lets te smalle nvo bij Bredijk Hijum, juli 2013 (foto M. Thannhauser).

liseerd: in 2002 de prioriteringsmethodiek (Friese waterschappen, 2002) en een beschouwing van breedtes van oevers en hun natuurwaarden (Wymenga et al., 2002), in 2003 streefbeelden en oevertypen (Witteveen+Bos, 2003a), in 2004 een strategische visie op het beheer van oevers en kaden (Wetterskip Fryslân, 2004c) en in 2006 een versimpelde pragmatische versie van streefbeelden en oevertypen uit 2003 (Witteveen+Bos, 2006a). Als dat dan allemaal goed op gang komt, verschijnt de KRW op het toneel met grote opgaven voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Deze nvo's moeten, meer dan tot dan toe gedaan was bij het oever- en kadeproject, natter, dieper in het water worden aangelegd. Vanuit de gestelde ecologische doelen worden deze KRW-opgaven voor te realiseren nvo's leidend bij het waterkwaliteitsbeheer.

Op basis van de Beheersvisie oevers en kaden startte Wetterskip Fryslân in de winter 2005-2006 met het proefproject riet-maaien van de oevers van de Friese boezem. Om het periodiek onderhoud van die rietoevers (ten gunste van een goede conditie van die rietkragen) gestalte te geven en daarna op te nemen in het Beheer- en Onderhoudsprogramma begon een proefproject met het maaien van een 12-tal kleine trajecten (Grontmij, 2006c). In voor- en najaar van 2006 werden de proeftrajecten gemonitord. Deze eerste bevindingen waren positief: maaien en afvoeren van riet leidden tot een dichtere en vitalere rietkraag (Grontmij, 2007).

Een van de eerste projecten dat werd opgepakt in het kader van Onderhoud op Maat was polder Hoxwier. "In Hoxwier gaat het roer om. Bredere tochtsloten, flauwere taluds, meer flora en fauna en minder onderhoud", zou kopte een folder van Wetterskip Marne-Middelsee en Dienst Landelijk Gebied. In 2003 en 2004 vonden daar herinrichtingswerkzaamheden plaats binnen de ruilverkaveling Baarderadeel. Tochtsloten werden verbreed en voorzien van natuurvriendelijke oevers. Daarmee nam het waterbergend en zelfreinigend vermogen van het polderwatersysteem toe, gunstig voor het waterkwaliteits- en -kwaliteitsbeheer. Monitoring startte in 2005 en liep min of meer parallel aan de monitoring van Onderhoud op Maat (Riemersma, 2007). Op acht locaties wordt de vegetatie-ontwikkeling gevolgd, op een meetpunt (in de polder voor het gemaal) wordt de fysisch-chemische waterkwaliteit bepaald. De monitoring liep tot en met 2009 en de bevindingen zijn betrokken bij het Beheer- en Onderhoudsplan (BOP). Het project Onderhoud op Maat werd in 2007 afgesloten met een eindrapport (Bijlsma & De Leeuw, 2007), een samenvattende oplegnotitie (Grontmij, 2007) en een achtergrondrapport over het vegetatieonderzoek (Jansen & Bijlsma, 2007). Vervolgens verscheen in 2009 het Beheer- en onderhoudsplan 2010-2015 (Riemersma, 2009).

Na de fusie van de vijf inliggende waterschappen met Waterschap Friesland bleek de praktijk van beheer en onderhoud van watergangen sterk verschillend. Om op een lijn te komen en om een meer ecologische benadering vorm te geven werd in de periode 2001 t/m 2006 het project Onderhoud op Maat (OOM) opgezet. In vijf proefgebieden werden trajecten met verschillend beheer en onderhoud gedurende vijf jaar gevolgd. Op basis van het project Onderhoud op Maat en mede voortkomend uit de implementatie van de Flora- en faunawet werd in 2007 besloten structureel over te gaan tot gedifferentieerd beheer en onderhoud van watergangen welke in beheer zijn bij Wetterskip Fryslân. Om dit handen en voeten te geven werd in 2009 het Beheer- en onderhoudsplan 2010-2015 opgesteld (Riemersma, 2009). Belangrijkste doel was om naast het belang van wateraan- en -afvoer ook rekening te houden met andere belangen en functies (waterkwaliteit, natuur en landschap). Aanvullend en aansluitend op het project OOM was er vanuit de Flora- en faunawet de landelijk opgestelde Gedragscode voor Waterschappen als leidraad. Voor de aanpak van gedifferentieerd beheer en onderhoud

diende de werkwijze van het waterschap Hunze en Aa's als voorbeeld (Heeswijk *et al.*, 2006). Zij kozen voor het onderhoud drie niveaus, drie beheerclusters voor enerzijds de wateraan- en -afvoercondities en anderzijds drie voor de natuurkwaliteit. Dat leverde een matrix met acht categorieën van beheer en onderhoud. De Flora- en faunawet en gedifferentieerd beheer vormden gezamenlijk de insteek voor het BOP. Er werden drie (ecologische) ambitieniveaus onderscheiden en met streefbeeldens gekarakteriseerd: laag, basis en hoog. Voor ieder niveau werden onderhoudspakketten vastgelegd. In 2009 werd gedifferentieerd beheer en onderhoud ingevoerd, toen nog voor de standaard situaties en het algemene beheer. Voor bijzondere trajecten, zoals ecologische verbindingzones en natuurgebieden, was nog geen specifieke aanpak uitgewerkt. In 2013 werd het BOP tegen het licht gehouden en geëvalueerd (RoyalHaskoningDHV, 2013a). Dat leidde tot een wat stringenter toepassing van en vasthouden aan de gekozen uitgangspunten.

Voortkomend uit het opgevoerde KRW maatregelenpakket voor de planperiode 2010-2015 kreeg de aanleg van natuurvriendelijke oevers een flinke boost. Zowel landelijk (Van Vossen & Verhagen, 2009; Sollie *et al.*, 2011) als aanvullend voor Friesland (Grontmij, 2009) werden allerlei ontwerprichtlijnen en -typen bedacht. Nvo's moesten natter, lager ten opzichte van de waterspiegel, worden aangelegd (om een bijdrage te leveren aan de KRW-doelen) dan in de periode hiervoor (waarbij oever- en kadeherstel en kadebescherming centraal stonden). Ringnalda & Vis (2010) inventariseerden de tot dan toe aangelegde natuurvriendelijke oevers.

## 8.4 Vissen

Het onderzoek en de monitoring van de visstand, visverspreiding, vismigratie en visstandgerichte maatregelen zijn veelomvattend en het laatste decennium sterk geïntensiveerd. In de navolgende paragrafen worden de meest relevante aspecten daarvan kort besproken.

### Voorkomen en verspreiding van vis

Vanuit het ministerie van LNV werd al vanaf ca. 1920 een (veelal jaarlijkse) beschrijving gemaakt van het wel en wee van de visstand in ons land. Die beschrijvingen waren zowel gerelateerd aan de visstand, milieu-invloeden daarop en de opbrengsten en afzet van vis. Uit de '(jaar)verslagen en mededelingen' over de visserij van het ministerie van LNV uit de periode 1921-1980 is hapsnap (niet van alle jaren zijn verslagen verschenen en niet altijd wordt de toestand in Friesland benoemd) informatie te halen over de visstand in de Friese binnenwateren. Maar de beschrijvingen zijn de moeite van het lezen waard. Voor de jaren 1977 (toen in Friesland het visrecht werd gesplitst) tot 1984 werden jaarlijks bestandsopnamen in de boezemmeren genomen door de operationele groep van het ministerie van LNV (Klein Breteler, 1983; Wiegierick, 1985a, 1987; zie ook Van der Eyk, 1981). Brasem was toen (al) de dominante soort, op afstand gevolgd door snoekbaars. Uit de samenvatting van het rapport over 1983 en 1984 het volgende: "De visstand in de Friese boezemwateren wordt ook in de jaren 1983 en 1984 gedomineerd door brasem en snoekbaars. In die jaren bestaat respectievelijk 56-96 % en 2-17 % van de verkregen vismonsters uit deze vissoorten. Aal, blankvoorn, baars, spiering en pos bepalen verder het beeld van de visstand". Met kleine variaties van jaar tot jaar en van meer tot meer geldt dit beeld tot op heden (Koole & Koopmans, 2013), zei het dat de biomassa iets is gedaald en snoek iets toeneemt.

Ook Riemersma (1901) en Van Zon (1986) vermeldden het nodige over de soms 'erbarmelijke vischstand', zie hiervoor eerdere verwijzingen en citaten (zie paragraaf 4.2). Optimistischer van toonzetting over de eertijdse visstand (in de eerste



Visstandmonitoring in Aqualân Grou, juli 2011.



Uitzetten van vis in opgeschoonde poel Harkema, juli 2014.



helft van de vorige eeuw) is een drietal interviews met Friese broodvisser Geert Gooijer, Roelof Jan Toering en Rindert Riedstra, die resp. visten in de omgeving van de Linde(vallei), de Alde Feanen en Grootte en Kleine Wielen (*Kappelle, 2003*). Gooijer vertelt: "Het kon wel gebeuren dat de heggen in polder nog geheel onder water stonden. De polder loosde op de Linde en de Zuiderzee. Als het water heel hoog was, maalde ik wel voor 1 april. Als nu de wind naar het Oosten draaide, dan zakte de Linde en werden de duikers in de polder geopend. De snoek en andere vis kon dan makkelijk de polder intrekken. In de polder kon ik niet dobberen, want er was veel te veel krabbescheer. Je kon er wel foeken inzetten en ik zal je vertellen dat uit die krabbescheer mooie aal kwam. Ook Riedstra ving in het noorden van de provincie waar de invloed van afwatering op Dokkumer Nieuwe Zijlen merkbaar was op paling. Uit zijn interview: "Als er onweer was uit het zuidwesten en het regende pijpestelen, dan zei-ie: 'Als ze nu niet komen, dan komen ze nooit!' Nou, en ze kwamen. De volgende dag lagen de fuiken rond van de paling. Dan vong-ie wel 100 pond per dag. In die tijd, in de eerste wereldoorlog, bracht de paling 50 cent per pond op. Toen was 50 gulden heel veel geld". In Earnewâld, de Alde Feanen, waren er in het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw 24 visakten op een bevolking van ca. 250 mensen. Ongeveer 40 % van de bevolking leefde er van de visserij. Toering, in 1908 op een fiskeraak geboren, vertelt: "Mijn vader, grootvader en overgrootvader waren allemaal visserman. Het schip kon zo'n 1000 pond paling bergen. Het aantal vissers nam steeds toe omdat er geen emplot meer was in de veenderijen. De visserij met kleine fuiken werd hier te vol. De ondernemendste vissers begonnen verder weg te trekken. Een aantal vissers trok in februari al weg met hun visakten naar de grote Friese meren. Ze visten daar met fuiken en sloegen de gevangen aal op in de beunen van hun aken. Eens in de veertien dagen kwam de viskoper met een boot langs om de vangst op te halen. Er waren in die tijd drie kantoren die gevangen aal naar Londen uitvoerden. De meeste vissers visten met een 'fleet' foeken. Dat is een aantal van tussen de 80 en 100 fuiken. Er waren in Friesland toen meer dan 100 dichtzetten. Ze kwamen pas eind november weer terug in Earnewoude. De paar vissers uit Earnewoude die geen dichtzet hadden en bij huis bleven vissen, schaften zich wargarens aan. In de herfst gingen ze met hun wargarens, die ook wel brasemnetten werden genoemd, eropuit en scharrelden zo hun kostje bij elkaar. Dit gebeurde tot 1940 toe. Het waterschap Earnewoude heeft in 1919 en 1920 de hele omgeving van 3400 ha, die zich uitstrekte van Garyp tot Oudega ingepolderd. Hierdoor werd dit hele gebied afgesloten. De weilanden kwamen in het voorjaar niet meer onder water. Dat bracht mee, dat de intrek van aal zeer werd bemoeilijkt. De vangsten gingen achteruit en het aantal vissers liep snel terug" (*Kappelle, 2003*). Verder leefde de bevolking er van Riet en Mattenbies. Nu is het Nationaal Park Alde Feanen een bekend watersport- en -recreatiegebied.

Voor de splitsing van het visrecht tussen Sport en Beroep werd er door 'beroepsvissers' ook op schubvis gevist. Sinds 1977 is dat van de baan, met uitzondering van snoekbaars, waarvoor sinds 2006 een zogenaamde bijvangstregeling is afgesproken. Het Beroep mag jaarlijks maximaal 14 ton snoekbaars vangen. Dit quotum is gebaseerd op een gemiddelde onttrekking van 1 kg per ha boezemwater per jaar. Eerder (in de periode 1989-1994) was grote snoekbaars verwijderd in het kader van de beheervisserij op de Friese boezem, een gezamenlijk project van Sport en Beroep (Lammens & Klein Breteler, 1995; Lammens, 1996). De sportvissers kennen binnen hun geledingen 'specialisten', zoals vissers op karpers of op snoekbaars. Karpers worden bij regelmaat uitgezet, de laatste jaren gecoördineerd door de Karperstudiegroep Nederland (Boogholt & Tjoelker, 2003), voor Friesland zijn daarover afspraken gemaakt in het Visplan 2013. Enkele tijdschriften zijn speciaal gewijd aan de sportvisserij, zoals het landelijke vakblad van Sportvisserij Nederland 'VISIONAIR' en 'Het Visblad', waarin sinds mei 2012 als middenkatern opgenomen 'Fisk & Wetter', het hengelsportmagazine van Sportvisserij Fryslân. In 2013 verscheen een speciale merenspecial van 'De Nederlandse Vliegvisser' met korte bijdragen over onder meer de Friese boezem (Van Meerendonk, 2013), het Nanneviid (Wiersma, 2013), het Lauwersmeer, Driesumermeer, Eeltjemeer & Wijde Murk, de Langweerder Wielen en de Put van Nederhorst (Van der Veen, 2013).

De belangstelling voor vis bij het waterkwaliteitsbeheer en de in de laatste decennia verzamelde gegevens hebben geleid tot het maken van een verspreidingsatlas van de in Friesland voorkomende soorten (Melis et al., 2013). Deze atlas bevat verspreidingskaarten van 50 soorten, waarbij drie perioden zijn onderscheiden (1900-1996, 1997-2004 en 2005-2012). Dergelijk atlanten waren er al van onder meer Groningen-Drenthe, Noord-Brabant, Noord-Holland en Flevoland. Voor de Friese atlas zijn zoveel mogelijk bekende gegevens uit eerdere inventarisaties gebruikt, onder meer ten behoeve van uitgevoerde natuurtoetsen en de inventarisatie van beschermde soorten in de Flora- en faunawet (Brenninkmeijer et al., 2008). Ook alle KRW visstandopnamen uit de periode 1998-2012 en de vismonitoring bij migratieknelpunten zijn hiervoor benut. Om het beeld completer te krijgen zijn in 2011 en 2012 aanvullende inventarisaties uitgevoerd. De Werkgroep VissenOnderzoek Friesland heeft daar het nodige veldwerk voor uitgevoerd. Er zullen blijvend nieuwe gegevens beschikbaar komen, bijvoorbeeld van het voorkomen van de Bittervoorn in de Grootte Wielen (Dijkshoorn, 2013) en bij de recent uitgevoerde en nog uit te voeren natuurtoetsen (zie bijvoorbeeld Buro Bakker, 2013), zodat de atlas -als levend document- bijgehouden en actueel gehouden kan worden.

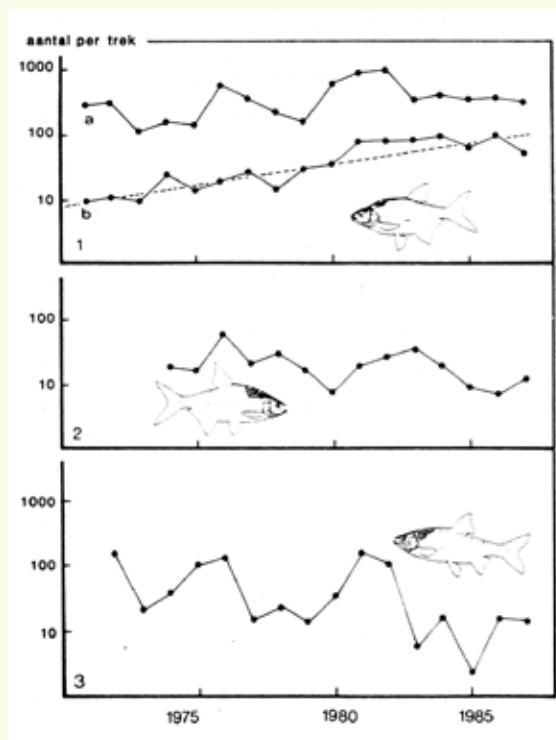
### **Beheervisserij en Actief Biologisch Beheer**

De werkgroep voedselketen- en productie-onderzoek van het Limnologisch Instituut, aan de oever van het Tjeukemeer, verrichtte diepgaande voedselwebstudies in dat meer, met een focus op zoöplankton en vis. Dat leverde enkele proefschriften op over vissen (Goldspink, 1971; Lammens 1986, De Nie, 1988; Mooij, 1992). De visecologische kennis vanuit dat

instituut, later terecht gekomen bij het RIZA (thans de Waterdienst RWS) in Lelystad in de persoon van Eddy Lammens, werd benut bij de grootschalige beheervisserijen op de Friese boezemmeren in de jaren 1989-1994. In 1989 ondertekenden de Friese Bond van Binnenvissers en de Federatie Friesland van Sportvissersverenigingen de overeenkomst om 'met ingang van 1989 gedurende vijf winterseizoenen in de periode van 1 november tot en met 15 maart een beheervisserij op de Friese boezem om te laten plaats vinden'. In de loop van de jaren '80 kwamen er van sportvisserszijde steeds meer vragen over de verslechterde snoekbaarsvangsten, terwijl de beroepsvissers steeds meer problemen kregen met de sterk toegenomen brasemstand. Uit onderzoek van het Limnologisch Instituut bleek dat er in de snoekbaarspopulatie een verschuiving had plaats gevonden naar de grotere lengteklassen, waardoor het aantal snoekbaarsen per hectare daalde en dus de vangstkansen voor de sportvissers verkleinden. Daarnaast bleek uit het onderzoek dat de brasemstand sinds 1975 was toegenomen met een factor 2 à 3 en dat dit nadelige was voor de aalstand door de bestaande voedselconcurrentie tussen aal en brasem. De LC kopte op 28 oktober 1989: 'Beroepsvissers en sport gaan samen brasem te lijf'.

De inzet van het gezamenlijke visbeheerplan was om tenminste 100 kg brasem (en kolblei) en 10 kg snoekbaars groter dan 60 cm per ha per winterseizoen te verwijderen. De belangrijkste overweging van beide partijen daarbij was een verbetering van de vangstmogelijkheden van snoekbaars voor de sportvisserij en een verbetering van de aalvangsten door de beroepsvisserij. Deze beheervisserij was voorbereid door Klein Breteler en Raat van de OVB en Lammens van het LI. Er verschenen jaarlijks rapporten over de voortgang en bevindingen en na afloop een eindrapport (Lammens & Klein Breteler, 1995). In dat eindrapport werd geconcludeerd: "De vangst varieerde van ca. 7,3 kg/ha snoekbaars en ca. 50 kg/ha brasem in het eerste jaar (1989-1990) tot resp. 4,6 en 29 kg/ha in het vijfde jaar (1993-1994). Het meest directe effect was een zeer drastische reductie van snoekbaars groter dan 60 cm, terwijl er geen direct effect op de totale omvang van de brasempopulatie te zien was. De recrutering en overleving van 10-20 cm snoekbaars nam toe en veroorzaakte een tweevoudige toename van 40-60 cm snoekbaars, de conditie en groei van brasem verbeterde en het bestand van blankvoorn en baars groter van 15 cm verdubbelde. De omstandigheden voor sportvissers om snoekbaars te vangen waren na de maatregel relatief gunstiger dan voor de maatregel. De sportvissers waren echter ontevreden met de vangst van snoekbaars. De beroepsvissers water tevreden met de kwaliteit van de aal" (Lammens & Klein Breteler, 1995). Nadien vond vanuit die geledingen geen beheervisserij meer plaats. En na afloop van vijf jaar beheervisserij was de sfeer tussen Sport en Beroep bekoeld. Opnieuw een krantenkop uit de LC (van 5 april 1996): 'Project verdeelt sport- en beroepsvissers'. Hoewel de beroepsvissers wilden doorgaan, vonden de sportvissers dat het afvoeren van tonnen vis uit de Friese boezemmeren hen geen betere vangsten had opgeleverd. Einde verhaal. Plannen van Wetterskip Fryslân om in de jaren 2011-2013 een pilot beheervisserij te beginnen (Witteveen+Bos, 2012a, 2013b), werden zeer sceptisch bekeken door Sport en Beroep. Zij zagen een pilot beheervisserij in een van de boezemmeren niet (meer) zitten. Die pilot is er, zoals gezegd, niet gekomen.

In 2006 kwamen de FFvS en de FBvB de 'Regeling voor het behoud van de bijvangsten uit de beroepsvisserij' overeen. Deze bijvangstregeling houdt in dat de beroepsvissers (sinds de splitsing van het visrecht in 1977 was het aan tal beroeps-



Figuur 8.3.  
Het aantalsverloop (log-schaal) van gemiddelde aantallen 1. Brasem ( $a \geq 5$  cm,  $b \geq 30$  cm), 2. Kolblei en 3. Blankvoorn in het Tjeukemeer. Stippellijn significant met de tijd gecorreleerde trend (uit De Nie & Lammens, 1988).

vissers gedaald van 33 naar 14) een deel van de uit de aalvisserij meegevangen snoekbaars mogen behouden. Dat betreft maximaal 14.000 kg/jaar, overeenkomend met 1 kg per ha boezemwater, ieder jaar vooraf verdeeld over de beroepsvissers. Regelmatig werd deze bijvangstregeling geëvalueerd, maar geldt nog steeds (zie het Visplan 2013).

Actief biologisch beheer als eutrofiëringsbestrijdingsmaatregel kwam landelijk in opkomst vanaf 1986-1987 (Meijer, 2000). ABB, waarbij dan via een eenmalige grote wegvangactie tenminste 75 % van planktivore en benthivore bodemwoelende vis (met name brasem) verwijderd werd, was gebaseerd op de theorie van alternatieve stabiele toestanden in ondiepe voedselrijke meren en plassen. Daarbij kan het watersysteem, bij een zeker nutriëntengehalte, helder zijn met veel waterplanten en weinig algen of troebel zijn met weinig of geen waterplanten en veel (blauw)algen. Verwijdering van brasem kan het systeem snel laten omslaan van de troebele naar de heldere waterfase. De eerste ABB-projecten werden in afgesloten kleine plassen uitgevoerd. Bij toepassing in grote open watersystemen is beheervisserij, een minder rigoureuze (momentane) uitdunning die een aantal jaren achtereen wordt toegepast, meer kansrijk. In Friesland is visstandbeheer in een aantal wateren (aanvankelijk afgesloten kleinere wateren, later ook grotere open systemen) toegepast in de begin jaren '90.

Op het einde van die vijfjarige beheerissserij-periode voerde de provincie nog een sterke brasemreductie uit in de Sondelerleien. De OVB voerde deze beheerissserijen uit in de perioden vroege voorjaar 1991, de winter 1991-1992 en najaar/winter 1992-1993 (Clewits, 1994 met vijf achterliggende rapporten van de OVB). Dit kleine boezemmeer was daartoe tijdelijk visdicht afgesloten van de rest van de Friese boezem. In 40-Mêd en Tusken Sleatten (Alde Feanen) vonden in de winters 1990-1991 en 1991-1992 uitdunningsvisserij plaats. Deze maatregel van onderdeel van het project Integrale eutrofiëringsbestrijding Alde Feanen. Deze petgatengebieden waren eerst afgesloten van instromend water van buiten en in 40-Mêd is er gebaggerd. In Tusken Sleatten is een stukje land vergaen tot paaibiotop en er zijn jonge snoekjes uitgezet. Uitdunningsvisserij in het Izakswiid vond plaats in de winter 1990-1991 door lokale beroepsvissers onder regie van Witteveen+Bos. In maart-april 1996 vond een herhalingsuitdunning plaats. In de noordoostelijke petgaten van De Deelen (toen de deelgebieden 1, 2 en 3) zijn in de winter 1993-1994 vissen verwijderd (Bonhof et al., 2004, 2006). In het Nanneewiid is in januari 1995 de visstand uitgedund. Voor een korte beschrijvingen van die eerste generatie ABB-projecten, inclusief verwijzingen naar rapportages, zie De Boois et al. (1997). Deze en andere Nederlandse projecten werden geëvalueerd door Meijer & De Boois (1998) en vervolgens een wetenschappelijke plaats gegeven door Meijer (1990) in haar proefschrift. Dat niet alle uitgevoerde projecten succesvol waren, kwam vaak (ook) door een onvoldoende uitdunning of door een onvoldoende (blijvende) visdichte isolatie van de gebieden. Wetterskip Fryslân liet in twee achtereenvolgend winters brasem verwijderen uit de Leijen, als maatregel binnen het NOLIMP project (Bonhof et al., 2007).

Omdat eutrofiëring nog steeds een hardnekkig probleem bleef en de meeste meren nog in de stabiele troebele situatie verkeerden en verkeren, is in het Waterbeheerplan 2010-2015 aangekondigd dat er een pilot beheerissserij zou komen in (een van) de Friese boezemmeren. Onderzoek in de Leijen, mede op basis van het uitgevoerde NOLIMP-project, leken gunstig (Spiers & Vis, 2011; Grontmij, 2012), echter een watersysteemanalyse toonde aan dat de huidige P-belasting daar toch nog te groot is voor succesvolle pilot (Witteveen+Bos, 2012a). Om de P-belasting voldoende te reduceren zijn nog vergaande emissiereductiemaatregelen vanuit de omliggende polders en op de rwzi Drachten nodig (Arcadis, 2013). Ook een vervolgstudie in de overige boezemmeren gaf eenzelfde beeld (Witteveen+Bos, 2013b), waarna besloten werd vooralsnog af te zien van een Friese pilot beheerissserij. Op de achtergrond speelde hierbij ook de in 2010 in de Kamer aangenomen motie van Jacobi en Koppejan mee. Die motie 'verzoekt de regering aan de toepassing van Actief Biologisch Beheer strenge nadere voorwaarden te stellen gericht op het verkrijgen van een duurzaam zichzelf in standhoudende, ecologisch gewenste toestand en totdat deze voorwaarden zijn vastgesteld geen Actief Biologisch Beheer toe te passen; verzoekt de regering voorts geen beheerissserij met louter als doel helder water te verkrijgen te verbieden'. De bedoelde pilot richtte zich op beheerissserij. Op 25 augustus van dat jaar antwoordt de minister de Kamer hierover als volgt: 'Ten aanzien van beheerissserij (een terugkerende visserij met als neven doelstelling het verbeteren van de waterkwaliteit) dient een integrale afweging in de Visstandbeheercommissie plaats te vinden. De uitkomst hiervan dient te worden vastgelegd in het visplan. Hierbij worden de belangen afgewogen en er mag geen sprake zijn van louter als doel helder water te verkrijgen'. In Friesland kwam de a priori weerstand tegen een pilot beheerissserij van het Beroep en vooral van de Sport, ondanks uitgebreid onderzoek van en motivering door de waterbeheerder. Opgemerkt zij hier dat Sport en Beroep gezamenlijk een vijfjarige beheerissserij in de boezemmeren hebben uitgevoerd in de periode 1989-1994 (Lammens & Klein Breteler, 1995), zonder daar de waterbeheerder bij te betrekken.

Voor de Kleine Wielen wordt zo nodig beheerissserij toegepast als uit de effecten van de eerder genomen herstelmaatregelen blijkt dat die beheerissserij nog nodig is om het watersysteem blijvend te verbeteren. Voor de Alde Feanen is beheerissserij in enkele petgaten een vergelijkbaar opgenomen onderdeel van het maatregelenpakket van 'Booming Business'.



## Water voor karperachtigen en de visecologische beheersprogramma's

Vissen speelden bij het functioneren van het aquatisch ecosysteem en bij de aanpak van de eutrofiëring (in de Friese boezemmen vanwege de daar aanwezige verbraseming) dus al langer een cruciale rol. Ook in bredere zin kregen de vissen een expliciete rol bij het waterkwaliteitsbeheer. Dat gebeurde in 1990 met het vastleggen en aan 17 wateren het toekennen van de EG-functie 'water voor karperachtigen' in het Waterkwaliteitsplan 1989-1995. Een jaar later werden deze vis-doelstellingen overgenomen in het provinciaal Waterhuishoudingsplan 1992-1995. Deze functievastlegging werd vervolgens uitgewerkt in een Basisdocument (Ligtvoet & Grimm, 1992) en op 2 december 1992 gepresenteerd en bediscussieerd in een workshop 'Vis in het waterbeheer van Friesland' als opmaat voor nadere uitwerking. Op landelijk niveau was eerder al een bijdrage geschreven over vissen ten behoeve van het opstellen van rijks- en provinciale waterkwaliteitsplannen (Feith, 1982). Vervolgens werd in Friesland in de periode medio 1993 tot medio 1995 deze functietoekenning uitgewerkt in de serie Visecologische beheersprogramma's met een overkoepelend plan en vier watertype-gerichte deelplannen (Witteveen+Bos, 1995a, 1995b, 1995c, 1995d, 1995e). Daarin zijn naast de doelen (streefbeelden) ook maatregelen opgenomen om die doelen te bereiken. Prioritering van de uitvoering daaraan vond gezamenlijk plaats met die van de ecologische beheersprogramma's (Broodbakker & Clewits, 1997). In het Tweede waterhuishoudingsplan 2000-2008 verdween deze functie naar de achtergrond en werd niet meer als zodanig aangegeven. Goede levensvoorwaarden voor vissen werden verdisconteerd in de gewenste algemene waterkwaliteit: "De oppervlaktewaterkwaliteit is dusdanig dat het water menselijke en ecologische functies blijvend kan vervullen. Dat houdt ook in dat er levens- en voortplantingskansen zijn voor levensgemeenschappen in het water, waarvan ook hogere organismen (zoals diverse vissoorten) deel uitmaken". Met de implementatie van de KRW neemt de visstand een eigen plek in bij de ecologische doelen en beoordelingen.

## Visstandopnamen

Zoals aangegeven is een van de ecologische pijlers van de KRW de visstand. Om de toestand te beoordelen worden daartoe regelmatig, in principe iedere drie jaar, visstand opnamen uitgevoerd in de KRW-waterlichamen. In de cycli tot nu toe zijn er omvangrijke bestandsopnamen uitgevoerd in 1998, 2002, 2006, 2009 en 2012, hoewel niet in iedere ronde alle waterlichamen zijn bemonsterd. De eerst volgende ronde staat gepland voor 2015. Voor enkele wateren zijn tussentijdse aanvullende monitoringen uitgevoerd, zoals de Sondelerleien, de Leijen, enkele poldervaarten (Koopmans, 2014a) en het Polderhoofdkanaal (Koopmans, 2014b). Voor de boezemmen heeft Schalk (2013) deze gegevens gebundeld en geëvalueerd, samen met beschikbare data vanaf 1977. Kenmerkend zijn de grote mate van verbraseming in deze gehele periode (65 % tot 85 % van de visbiomassa bestaat uit brasem), de geringe verschillen tussen de meren en de geringe veranderingen van 1998 tot en met 2012. Wel zijn er subtiele tekenen van verandering, zoals een toename van snoek en een verschuiving van minder kleine naar meer grotere brasem. Deze stagnerende doorgroei naar grotere lengteklassen kan mogelijk binnen niet al te lange tijd tot een grotere verandering in de visstand leiden, hoewel voor een betere KRW-beoordeling er wel erg drastische veranderingen nodig zijn. Toetsingen aan de KRW doelen, waarbij voor verschillende watertypen verschillende doelen (normen) gelden, laten een wisselend beeld zien (van Belle et al., 2011). De beken en boezemmen scoren ontoereikend tot matig, de boezemkanalen ontoereikend tot goed, de laagveenplassen goed, polderplassen matig, poldervaarten goed en zwak brakke wateren matig. Met de aangepaste KRW maatlaten voor vissen zijn voor 2012 de verschillen tussen de watertypen nog iets diverser: de boezemmen scoren slechter en de laagveengebieden en Schoterlandse Compagnonsvaart beter dan met de oude maatlaten (Koole & Koopmans, 2013). Voor het Polderhoofdkanaal zijn de verschillen, berekend met de oude en met de nieuwe maatlaten, nihil (Koopmans, 2014b). Voor de beken is het ontbreken van rheofiele soorten alles bepalend. Aanvullende visstandgegevens zijn bekend van diverse wateren binnen en buiten de Friese boezem. Die zijn veelal projectgebonden verzameld, bijvoorbeeld in het kader van ABB en beheervisserij.



Folder Visstandopnamen in Friese wateren 2006.



Rapport WF, januari 2011.



*Dagelijks bestuur van WF (A. Rispens, H. Boon, R. de Jong, W. de Haan, P. van Erkelens) bekijkt in maart 2011 de De Wit vispassage bij Heidehuizen, aangelegd in 1995; uiterst rechts rayonbeheerder J. van der Velde, staande boven de migratievoorziening; links P. Schaper en H. Hiemstra.*

## Vismigratie

Vooral vanwege de sterke achteruitgang van de paling (naast overbevissing mede veroorzaakt door ontstane barrières op de trekroute van deze diadrome soort) werd vanuit Brussel het aalherstelplan uitgebracht. In ons land is dit in 2009 vertaald in het Nationaal Aalbeheerplan. Daarnaast is er het Benelux Besluit uit 1996 'inzake de vrije migratie van vissoorten in de hydrografische stroomgebieden van de Benelux-landen'. Die vrije migratie zou al voor 1 januari 2010 mogelijk moeten zijn gemaakt, hetgeen zeker nog niet volledig is gelukt. Ook vereist de KRW aandacht voor vismigratie. Dat samenraapsel vormde een enorme prikkel tot veel aandacht voor vismigratie. Hoewel in Friesland de eerste vismigratievoorzieningen al in 1995 zijn aangelegd (door het waterschap Het Koningsdiep in het Verbindingskanaal en bij de Driedelige sluis ten zuiden van Drachten) vond planmatige invulling plaats op basis van de rapporten van Leeraar (2007) en het Actieprogramma Fryslân aan de slag met vismigratie van het waterschap (Wanningen & Van Herk, 2011). Dat heeft intussen geleid tot tal van voorzieningen voor vismigratie en begeleidende en onderbouwende monitoring. Willems (2012) somt ze op en vat de uitgevoerde monitoring samen. In 2012-2013 zijn 14 (voormalige) knelpuntlocatie bemonsterd (Koopmans, 2013c), in 2013-2014 nog eens tien (Koopmans, 2014). Intussen gaat het treffen van migratievoorzieningen door, zoals tussen Langesleat en 40-Med in de Alde Feanen en het gemaal De Kolk-Anjum aan de Súd Ie. Sinds 2007 zijn alle door Wetterskip Fryslân nieuwgebouwde gemalen visvriendelijk. Plannen voor het vervolg (uitgewerkt door Van Booma, 2013; Brenninkmeijer, 2013) vinden hun grondslag in de KRW-opgaven tot en met 2015 en de perioden daarna (2016-2021 en 2022-2027). Daarbij worden ook tal van stuwen, vooral in de beken in zuidoost Friesland, aangepakt. Momenteel is bijna eenderde van de Friese knelpunten (waaronder bijna 1.000 gemalen) visvriendelijk. Overigens is (nu nog) niet altijd en overall vismigratie wenselijk. Petgatengebieden bijvoorbeeld hebben een eigen visstand, die afwijkt van die in de Friese boezem. Bij de openstelling van het Polderhoofdkanaal is in het mitigatieplan voorzien in viswering bij beide sluisen tussen kanaal en boezemwater.

Een aparte eend in de bijt hierbij is het onderzoek langs de randen van de Waddenzee. In de periode 2001-2003 is uitgebreid het visaanbod buitendijks gemonitord. Dat betreft dan vooral driedoornige stekelbaars en glasaal die in het voorjaar landinwaarts willen migreren. In de periode 2012 t/m 2014 is dat aanbodonderzoek herhaald in het kader van het project 'Ruim baan voor vissen', waarvoor subsidie is verkregen vanuit het Waddenfonds. Bij Roptazijl is in de tussentijd ook jaarlijks het aanbod bijgehouden (Brenninkmeijer & Kuiken, 2014). De locaties bij Roptazijl en Zwarte Haan (gemaal Miedema) trekken jaarlijks grote aantallen driedoornige stekelbaars en glasaal. Bij Roptazijl kunnen ze sinds 2001 via een hevel ook landinwaarts verder trekken. Bij het Miedemagemaal worden voorzieningen daartoe momenteel getroffen. Het nog nieuw te bouwen zeegemaal bij Vijfhuizen zal tweezijdig vispasseerbaar worden gemaakt. De gemalen Roptazijl en Miedema worden naar verwachting in 2015 zodanig aangepast dat grote vis ongeschonden naar zee kan uitzwemmen. Begeleidend onderzoek wordt gecoördineerd en uitgevoerd vanuit datzelfde project 'Ruim baan voor vissen', waarbij ook Van Hall Larenstein is betrokken (Van Booma & Bouwmans, 2013; Kalt & De Vries, 2014). Waarschijnlijk zal deze monitoring in 2015 worden voortgezet.



*Kleinste vistrap met aalgot bij de Blikfaart, aangelegd in mei 2014 (foto M. Thannhauser).*

### Het wel en wee van de Paling

*“En onderwijl is dan ’t fuiken zetten weer begonnen; ’n heel karwei om die dag aan dag te bevisschen. Stevig staan ze geplant tusschen de wjuk en den langen vleugelstok; ’n lange rij staken langs het meer en de waterloopen. Vóór de nieuwe stokken in gebruik worden genomen, heeft hij er aan de boven- en onderzijde een krijs in gemaakt. Met den waterduivel valt niet te spotten. Wie ’t nalaat, beloopt de kans, in plaats van aal ’n vergiftige slang in z’n fuiken te vinden. Buiig weer moet het zijn, met motregen en dan nog ’t liefst bij afgaande maan, dan trekt de aal op z’n best. Wat weten de gewone menschen er van: aal is aal, zeggen ze. Maar hij (‘De Visscher’, Jouke de ‘fiskerman’) weet wel beter; zestien verschillende soorten zijn er. Van de rooie heb je er wel dertien; in ’t donker weet hij te voelen, of hij met ’n platkopje, ’n nerval of ’n kikkertjesvreter te doen heeft. En dan daarnaast heb je nog de skiere (grijze) aal: de zomerskiere, de zilverlingen en de herfstskiere, die blank zijn als zilver. Zo trekt hij dagelijks langs z’n fuiken. Stuk voor stuk strikt hij dan de fijngemaasde kubben open en stort de glibberige vangst in de bun”. (Dorhout, 1942).*

En in een aardrijkskundig schoolboekje uit 1945 lezen we in het stukje over ‘De Visserij’: “Onze zoetwatervisserij is door vervuiling van vele kanalen met afvalwater van fabrieken sterk achteruitgegaan. Palingvisserij op de Friese meren wordt nog met goed gevolg beoefend”.

Sinds de ’70 jaren van de vorige eeuw is de palingstand in de binnenwateren sterk achteruitgegaan. Die achteruitgang is vooral veroorzaakt door de sterke overbevissing op paling en versterkt door de verminderde intrek van glasaal. In 2002 startte de discussie over verbetering van de aalstand in de Nederlandse binnenwateren, nadat de Kamer bij brief d.d. 15 april 2002 was geïnformeerd over sterke terug in intrek van glasaal en omvang van de palingstand. Op het OVB/Sportvisserij Nederland symposium ‘Dag van de Aal’ eind 2005 werd vooral ingezoomd op te nemen maatregelen ter bevordering van vismigratie. De zorgelijke situatie in geheel West-Europa leidde er in 2007 toe dat het aalherstelplan tot stand kwam (Verordening (EG) nr. 1100/2007 van de Raad tot vaststelling van maatregelen voor het herstel van het bestand van de Europese aal). Daarin is (in 2008) voor ons land een negental maatregelen aangekondigd, waaronder een gesloten tijd op palingvangst, het instellen van visvrijezones rondom belangrijke vismigratie gebieden en het aanpassen van visonvriendelijke gemalen. De beroepsgroep zelf nam de nodige initiatieven tot behoud van hun bedrijfstak. Op 22 januari 2009 bood de Combinatie van Beroepsvissers het plan ‘Mogelijkheden voor Aalherstel in Nederland; optimalisatie van de uittrek van kansrijke schieraal’ aan de Kamer aan. Daaruit volgde later de pilot decentraal aalbeheer in Friesland (2011 t/m 2015). Deze pilot startte in 2011 (Gabel, 2011) op basis van een vooronderzoek en plan van aanpak (Witteveen+Bos, 2010), en jaarlijks verschijnen er evaluatierapporten (over 2011 Witteveen+Bos 2012d; over 2012 Witteveen+Bos, 2013c; over 2013 Witteveen+Bos, 2014). Onderdelen van de pilot zijn een overzetverplichting voor schieraal (Van der Meer & Walder, 2013; Walder & Van der Meer, 2013, 2014) en een quotum als maximale jaarlijkse palingvangst. Het blijft matig gaan met de palingstand en daardoor met de palingvissers. De intentie van het Beroep is de pilot structureel te laten worden en landelijk op te schalen, vooreerst naar Noord-West Overijssel. ‘De binnenvisserij op de Nederlandse wateren staat onder druk’, zo begint een volgende visie van de beroepsgroep van eind 2012. Er wordt een gewenst toekomstbeeld geschetst voor 2020. Enkele punten uit die visie: naast paling benutten van andere soorten (Wolhandkrab en schubvis), zich richten op tweede tak (onderzoek en monitoring en beheer- en handhavingsactiviteiten, en samenwerking met waterbeheerders bij verbeteren vismigratie en wegvangen en overzetten van aal voor gemalen. Zie ook de door deze beroepsgroep ingebrachte ‘belangrijke beheerkwesties’ (paragraaf 4.5, *Ministerie van IenM & PBL*, 2012). Imares evalueerde het (effect van het) Nederlandse aalherstelplan voor de eerste periode 2009-2011 (Bierman et al., 2012). Zij beginnen met nogmaals aan te geven dat het



slecht is gesteld met de palingstand: "Indications are that the eel stock remains at a historical minimum, continues to decline and is outside the safe biological limits. Recruitment of both glass eel and young yellow eel continues to decline and shows no sign of recovery. Current levels of anthropogenic mortality, thought to be high on juveniles (glass eel) and older eel (yellow and silver eel), are not sustainable and there is an urgent need to reduce these until there is clear evidence that the stock is increasing". Er worden op basis van vangstgegevens, modellen en veldwaarnemingen lichte verbeteringen geconstateerd, zoals een toename van de uittrek van schieraal van 440 ton in 2008 naar 480 ton in 2011 (in een duurzame situatie zou dat 10.400 ton moeten zijn). Ten opzichte van de doelstelling in de Aalverordening is deze uittrek in deze periode toegenomen van 11 naar 12 %. Daarnaast is de antropogene sterfte van glasaal naar schieraal afgenomen van 85 % in 2008 naar 67 % in 2011. Maar "het blijft onzeker of de genomen maatregelen op termijn zullen leiden tot een duurzaam verbeterde aalstand", aldus Bierman et al. (2012).

Naast de reguliere onttrekking van vis, is er ook illegale visserij. Pol (2002) heeft dat zo goed mogelijk achterhaald en in beeld gebracht. Dat liegt er niet om. In Friesland zou jaarlijks meer paling via stroperij onttrokken worden (45.000 kg/jaar) dan nu legaal met het quotum van decentraal aalbeheer (36.600 kg/jaar). Voor snoekbaars ligt die verhouding nog veel schever. De vanaf 2006 geldende bijvangstregeling staat een onttrekking van 14.000 kg/jaar toe door het Beroep. Sportvissers mogen per visgelegenheid twee stuks meenemen. Met stroperij zou per jaar ruim 100.000 kg snoekbaars gevangen worden. Het is niet bekend welke invloed deze onttrekking van (piscivore) snoekbaars heeft op de gehele visstand en op de ekr-score van de KRW-beoordeling. Als voor de meren de snoekbaarspopulatie onevenwichtig is (te weinig grote, bovenmaatse exemplaren ten opzichte van de kleintjes), geldt een puntenaftrek van de berekende ekr-score. Deze situatie deed zich in 2012 voor in de Blauhûster poelen (Koole & Koopmans, 2013). Overigens zou een extra inbreng van paling in dit KRW-beoordelingssysteem recht doen aan de grote inspanning, die nu wordt geleverd om vismigratie provinciebreed te bevorderen.

## 8.5 Verdroging en verzuring

Deze twee 'ver-thema's' hangen nauw met elkaar samen. Verdroging gaat al snel gepaard met verzuring, zeker van semi-aquatische biotopen, zoals boezem- en blauwgraslanden, hoogveengebieden, vennen, duinplassen en -valleien. *Van Dam & Van Apeldoorn (1978)* beschreven als een van de eersten de effecten van de extreem droge zomer van 1976 op enkele watersystemen.

Een landelijke verkenning verscheen in 1987 (Braat et al., 1987). Als belangrijkste oorzaak worden grondwateronttrekkingen en peilbeheer genoemd. Ecosystemen van voedselarme, zwak zure tot zwak basische natte milieus worden het meest met verdroging geconfronteerd. Per provincie zijn 'verdrogingssignalen' vermeld. Voor Friesland worden genoemd het Lage Midden met de laagveenmoerasgebieden, de beekdalen en de eilanden. "De kwel is omgeslagen in infiltratie, zodat het lithotrofe en hier kalkrijke diepe grondwater het ondiepe grondwater niet meer kan beïnvloeden. Daarmee is de motor in dit ecosysteem uitgeschakeld", zo geldt dit voor De Deelen en de Rottige Meente. Ook worden de boezemlanden langs het Sneekermeer genoemd. Door peilverlagingen, grondwateronttrekking en waterhuishoudkundige aanpassingen in de beekdalen is daar de vegetatiegradiënt (in schrale graslanden, hooilanden en blauwgraslanden) aangetast. Voor de Waddeneilanden worden de duinvalleien en de binnenduintrand genoemd; zie ook Zumkehr (2010) voor een detaillering voor Terschelling. Begin jaren '90 wordt het verdrogingsprobleem serieus opgepakt door de provincie(s). Stok achter deur was het Rijksbeleid: vermindering van het areaal verdroogd gebied met 25 % voor het jaar 2000 ten opzichte van 1985. Vervolgens verkent het Rijk het perspectief van het halen van die taakstelling. "Het blijkt dat de provincies het thema verdroging inmiddels goed hebben opgepakt. De uitwerking van het nog jonge provinciale beleid zal echter niet leiden tot het halen van de doelstelling", zo is de conclusie (Inspectie van de Volksgezondheid, 1993). Friesland acht het rijksbeleid nog te globaal. 'De doelstelling wordt niet gezien als een opdracht', zo wordt gerapporteerd. In het provinciaal Waterhuishoudingsplan 1992-1995 is intussen wel een kaart en lijst met 45 verdroogde gebieden opgenomen. En de provincie duikt in het diepe. Er verschijnen in korte tijd grondige detailstudies: een inventarisatie van tien natuurgebieden (Heidemij en LB&P, 1992), een inventarisatie van verdrogingsgevoelige gebieden in zuidoost Friesland (Iwaco, 1993) en de gewenste waterhuishouding van natuurgebieden (Klooker & Van Zanten, 1994). Tijd voor actie. Die kwam er ook en loopt ook vandaag de dag nog door met de uitwerking van 'Gewenst peilbeheer' in de watergebiedsplannen en met het maatregelenpakket in de beheerplannen Natura-2000<sup>39</sup>. Een concreet voorbeeld betreft maatregelen in de Groote Wielen. Nadat het (Ontwerp) Beheerplan Natura 2000 Groote Wielen was afgerond zijn herstel- en inrichtingsplannen uitgewerkt voor de Noordse woelmuis en het porseleinhoen (Schoppers & De Mars, 2012). Maatregelen als verlande slenken opengraven, natuurvriendelijke

<sup>39</sup> Met het Advies van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw (WB21) in 2000 werd 'droogte' een nieuw vraagstuk, mede vanwege merkbare klimaatverandering. Eind 2002 werd fase 1 van de 'Droogtestudie Nederland' afgerond. Daarbij waren Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten betrokken. "De droogteproblematiek is niet eenvoudig. Veel maatschappelijke sectoren en belangen kunnen last hebben van watertekorten in droge periodes. Watertekorten kunnen het gevolg zijn van te weinig neerslag of van te weinig aanvoer van water via de rivieren". Er worden beleidsvoorstellen gedaan (voor maatregelen) om de kans op ongewenste gevolgen, net als bij wateroverlast, te verkleinen. Dus de andere -antropocentrische- kant van de verdrogingsmedaille.

# Verdroging ramp voor veel Friese natuurreserveaten

LEEUWARDEN - Eenderde deel van de Friese natuurreserveaten wordt in de nabije toekomst bedreigd door extra verdrogingsverschijnselen ten gevolge van peilverlaging of drinkwaterwinning. De grootste problemen worden verwacht in het complex Van Ooedts Mersken langs het Koningsdijk bij Beetssterwaaig, waar de ruilverkaveling Midden-Opsterland (peilverlaging en afname van kweelwater) en drinkwaterwinning bij Nij Beets hun tol zullen eisen. In de polder De Dulf tussen Tynje en Nij Beets is viervijfde van het staatsnatuurreserveat bedorven.

De gisteren gepubliceerde verdrogingsrapporten van de provincie en de adviesbureaus Heidemij en LB&P geven een verontrustend beeld van de huidige toestand. Trilveen (een op het grondwater deinend jukket veenmos-grond) is in de Rottige Meenthe 'verdwenen', in De Houwiel (Vaijoni 'gereduceerd' en in Tuskolitien (Broeksterwoude) 'gegeneerd'. Blauwgrasland verarmt en verdwijnt snel in het Wijnterper Schar (Wijnterwoude), de Hamsterzieden (Droegham) en het Brandmeer bij Oldelamer.

Zulke ook internationaal zeldzame vegetaties maken door verdroging plaats voor ruzigen waarin pipestrooje, harig wilgeroogje, braam, els en wilg de bovenwoud voeren. De heide van Duurswoude, vandaar geardeerd met plas-voedselarm water, is zwaar verdroogt dat alleen de pingruifjes met hun dichte bodem nog hemelwater vast kunnen houden. De uitgestoven dobben staan droog.

De verdroging blijft niet beperkt tot de hogere zandgronden, zoals door rijkinstanties toe voor loert werd aangenomen. Zelfs buiten de zandgrond, bijvoorbeeld langs het Steekermeeer en de Witte en Zwarte Brekken is de verdroging soms aanzienlijk. Bij de Grote Brekken is het blauwgrasland van de Hege Meeden verdwenen. Volgens de onderzoekers is van sterke verdroging sprake als 75

procent of meer van de vochtminnende plantsoorten het loodgeheelt geleed. Die situatie doet zich op talrijke plaatsen voor. Grote uitzonderingen zijn het Klaarkampstermeer bij Dalkum en het Hegewiersterdijl onder Harlingen, waar verdroging nog niet heeft toegelagen. Beide gebieden liggen echter buiten de zogenaamde ecologische hoofdstructuur, waarop de natuurbescherming gericht worsticht te concentreren.

Tien reserveaatgebieden zijn door de onderzoekers met behulp van stijghoogte-analyses en vegetatiekartering extra onderzocht. De reserveaten De Barten (Oudeberkoop), De Dulf, Akmarijpster blauwgraslanden, Rottige Meenthe (Kamsteleburten), Duurswouster heide en Wijnterper Schar zijn er het ergst aan toe. Daling van de grondwaterstand tast niet alleen de botanische kwaliteit van natuurterreinen aan, maar ook de rijkdom aan insecten en amfibieën.

De terreinbeheerders hebben in veel gevallen al maatregelen genomen of aangekondigd om de situatie te verbeteren. In de meeste gevallen trecken Staatsbeheer en It Fryske Gea door afdamming en afzanding van de boezem, kweel en hemelwater in het gebied te behouden, om droogperiodes te 'overleven'. Inlaat van boezemwater is uit den boze, omdat dat juist in droge zomers zwaar is belast door silicof en toestaat.

# Friese natuur verdroogt sterk

L.C. 12-9-92 Van een onzer redacteurs

LEEUWARDEN - Meer dan driekwart van de Friese natuurreserveaten kampt met ernstige verdroging. De grondwaterstand is sinds de jaren vijftig met decimeters gezakt. Kweelwater is zeldzaam geworden. Ten gevolge van de verdroging zijn zeldzame plantsoorten en vegetatietypen verdwenen of tot armzalige snippers gereduceerd. In sommige gebieden dreigt de toestand binnenkort verder te verslechteren ten gevolge van peilingrepen ten behoeve van de landbouw.

Dat blijkt uit een globale inventarisatie van de waterhuishouding in vijftig natuurgebieden en een grondige bestudering in tien grote of belangrijke reserveaten, die in opdracht van Gedeputeerde Staten zijn verricht. De verdroging,

die ernstiger is dan op grond van de Derde Nota Waterhuishouding werd aangenomen, is te wijten aan peilverlaging, drinkwaterwinning en beregening van landbouwgrond. Uit de onderzoeken blijkt dat in

de helft van de gevallen nog te weinig bekend is over de werkelijke gevolgen van de verdroging. Hoogveen, heide en venen in Friesland zijn voor bijna 100 procent sterk verdroogd. Moeragebieden, rietland en beekdalgraslanden lijken voor meer dan 85 procent onder sterke verdroging.

de oevers van De Leijen en de Delbeursterheide, is verarmd van de flora merkbaar. Slechts enkele natuurgebieden, waaronder het zilt Klaarkampstermeer, lijken tot duaver aan verdroging te ontsnappen.

Het college van GS wil dit najaar een plan van aanpak presenteren. Daarin zullen verscherping van de vergoeringsvoorwaarden voor beregening staan. Ook zullen voorgenoemde peilverlagingen worden afgewogen tegen de nu in kaart gebrachte problemen. Aan de bovenloop van de Tjonger beginnen ook de boeren hinder van de verlaagde waterstand te ondervinden.

## Meer inlaat

De rietlanden hebben bijna alle ook nog eens te kampen met verslechtering van de waterkwaliteit, doordat het wegvallen van de kweel en de wegruiging van hemelwater worden gecompenseerd met meer inlaat uit de boezem. Ook in matig verdroogde reserveaten, zoals

Meer hierover op pagina 17.

oevers aanleggen, polders in het voorjaar vernatten en plaatselijk plaggen zullen het deze soorten meer naar hun zin maken. Zie verder paragraaf 6.6 met onder meer de genoemde Gebeve-projecten. Ook voor het iets oostelijker gelegen gebied Sippenfennen zijn mogelijke maatregelen uitgewerkt in een voorkeurscenario (Van Belle et al., 2012), een gecombineerde aanpak van verdroging, verzuring, verzuuring en verbossing. In en rondom de Duurswouderheide waren al eerder maatregelen met Regiwa-subsidie uitgevoerd (Dijksma et al., 1995).

Naast regionale initiatieven van vooral de terreinbeherende instanties (IFG, NM en SBB) en de drinkwatermaatschappij (WLF, later Vitens) werden maatregelen getroffen om verdroging en verzuring te beperken. Dat gebeurde deels met rijks-subsidie (Gebeve-regeling) of met provinciale gelden. Ook de SILF, later Landschapsbeheer Friesland, voerde in de begin jaren '90 diverse gebiedsgerichte herstelmaatregelen uit, vooral aan dobben en pingo-ruines (Landschapsbeheer Friesland, 1994a, 1994b, 1995, 1996). De provincie voerde daarbij, aan de hand van een verdrogingsnotitie uit 1993, de regie. In 1996 waren voor eenderde van de verdroogde gebieden maatregelen uitgevoerd (provincie Friesland, 1996a). Steenbruggen & De Wit (1996) beschreven de aanpak van het Oosterschar. Vanuit agrarisch belang, het hebben van voldoende water en minimale droogteschade in tijden van watertekort, was in 1994 een verkenning uitgevoerd naar het langer vasthouden van water (Marsman & Van Bakel, 1994). Daarbij werd ook het mogelijk effect op de waterkwaliteit bekeken. Dat kwam vooral neer op minder inlaat van IJsselmeerwater en minder aanvoer van gebiedsvreemd water. Een van de conclusies: "In de Friese boezem kan de inlaatbehoefte van IJsselmeerwater met 20 tot 40 % worden gereduceerd, door vergroting van de peilvariatie met ruim 30 cm". Die peilvariatie werd nadien object van meer dan 10 jaar onderzoek, voordat in 2010 werd besloten daar van af te zien. Zie onder meer Kuypers et al. (2002) en HydroLogic (2003). Wel was deze verkenning van Tauw voor de voorbeeldjaren 1975, 1978 en 1979 de aanloop naar wat later de trits vasthouden-bergen-afvoeren zou worden in landelijke beleidsnota's. N.B. Over dat minder inlaten van IJsselmeerwater wordt nu geheel anders gedacht, zie de bijdrage van R. Veeningen in hoofdstuk 12.

Vanaf 1989 is door de Directie Natuurbeheer van het ministerie van LNV de 'Regeling Effectgerichte maatregelen in natuurterreinen' (EGM) uitgevoerd. In 1991 kwam de 'Regeling Bijdragen Bos en Landschapsbouw' tot stand, waarmee ook maatregelen konden worden gesubsidieerd tegen verzuring en eutrofiëring van bos- en natuurterreinen. Binnen het kader van het Nationale Milieubeleidsplan 2 werden hiervoor rijksmiddelen tot 2010 gereserveerd. Het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) vanuit datzelfde ministerie van LNV ondersteunde en coördineerde beide regelingen middels fondsenwerving en evaluatie, kennismontage en monitoring (Cals et al., 1993) en de uitvoering van maatregelen (Brandwijk, 1998). De begeleidende monitoring van deze EGM-projecten was veelal goed geregeld. In Friesland zijn in dit kader in diverse gebieden maatregelen uitgevoerd, zoals in de Wydlannen (Jansen et al., 1993), de Barten en de Koegelwieck (Grootjans et al., 1994, 1997), Grieltjeplak, Badhuiskuil, Waterplak en Sterneplak (Cals, 1992; Bellemakers et al., 1993), het Fochtelooërveen

## Provinciale Waterstaat vindt L.C. 16-2-'84 suggesie in toekomst van belang Beperking van inlaat water uit IJsselmeer?

**LEEWARDEN** - Er moet in de toekomst zeker worden gedacht aan de beperking van de inlaat van IJsselmeerwater op de Friese boezem. Dat vindt het hoofd van de sector milieu van de Provinciale Waterstaat. Zijn mening is te vinden in een stuk, dat is toegezonden aan de commissie van advies en bijstand voor het zuiveringsbeheer. Er staat overigens ook, dat het aanbeveling verdient, voorlopig nog niet over te gaan tot beperking van de inlaat van IJsselmeerwater. Dat water is rijk aan nutriënten (letterlijk: voedingsmiddelen). Die veroorzaken een sterke groei van algen, waardoor veel zuurstof wordt verbruikt en het water zwart wordt en gaat stinken.

Deze eutrofiëring van het water, zoals het bovenstaande heet, en met name de bestrijding ervan, is onderwerp van een nota van de Commissie uitvoering Wet verontreiniging oppervlaktewater (CUWVO). In die nota wordt gezegd, dat het nodig is de inlaat van voedselrijk water uit het IJsselmeer te beperken. Voorraadvorming in de Friese polders en de Friese boezem, verlegging van het inlaatpunt van Takozijl en Stavoren naar Makkum (zodat de doorvoer van water niet via het zuidwestelijk merengebied plaatsvindt) en (gedeeltelijke)

isoiatie van meren ten opzichte van de hoofdstroom van IJsselmeerwater zouden hier toe kunnen bijdragen, aldus de CUWVO. Er wordt nog bij gezegd: Nader onderzoek in deze richting is gewenst.

De CUWVO vindt beperking van de lozing van voedselrijk water door de landbouw ook een belangrijke maatregel. Daarover zegt het hoofd van de sector milieu dat dit voorbarig is. Hij verwijst vervolgens naar de nota van aanvulling op het Waterkwaliteitsplan Friesland, waarin staat aangegeven dat dergelijke lozingen een - nader te onderzoeken - rol kunnen spelen. De betekenis van de fosfaatvoer uit de landbouw en ook andere lozingen, de rol van het bodemalib en dergelijke, zullen eerst moeten worden onderzocht in onderlinge samenhang en in hun verhouding tot de hele waterhuishoudkundige situatie, waaronder de inlaat van IJsselmeerwater.

De sector milieu wil dan ook samen met de werkgroep algologie van het Limnologisch Instituut in Oosterzee een dergelijk onderzoek doen. Dat zal vier tot vijf jaar duren. Er zijn voor delen van het onderzoek subsidies toegekend door het ministerie van volksgezondheid, ruimtelijke ordening en milieu, ter grootte van f 200.000 over 1983 en 1984.



Inlaat van IJsselmeerwater bij inlaatsluis Tacozijl, juli 1993.

(Everts, 1996, 1997), de Schaopedobbe en Stobbepoel (Bellemakers et al., 1993) en de Kapenglop. De locaties op de eilanden werden in z'n algemeenheid al genoemd in de Gebiedsvisie Friese Waddeneilanden (Ministerie van LNV, 1996b). Bij de inventarisatie van de aspecten milieu en water wordt 'verdroging' breeduit besproken. Als oorzaken worden genoemd: kustlijnverandering (met invloed op de zoetwaterbel), verdamping (toename van opgaande begroeiing), waterwinning (hoewel recent daar compenserende maatregelen voor worden getroffen), directe ontwatering van delen van het duin gebied (door soms diep ingesneden sloten voor voldoende droogleggen van (bos)percelen) en polderpeilbeheer (in de polders in de loop der jaren verlaagd).

Er verschenen in die dagen diverse landelijke rapporten over verdroging. De rond 1990 bestaande grote belangstelling voor verdroging bleek ook uit de zeer grote belangstelling van een op 5 november 1991 gehouden Symposium Verdroging (zie themanummer 23/24 Verdroging van 'Waterschapsbelangen' van december 1991). In de Tweede Kamer was kort daarvoor een motie aangenomen met als inzet de verdroging in 2000 met 25 % te hebben teruggebracht ten opzichte van 1985. Ook hier bleek de praktijk weerbarstig en gaande de jaren nam de belangstelling voor dit 'ver-thema' wat af, misschien wel door de toename van de neerslag vanwege klimaatverandering.

De aanhoudende problematiek van verdroging (vooral in natuurgebieden) was toen voor het Rijk aanleiding om te komen tot het per provincie in de Waterhuishoudingsplannen laten vastleggen van het 'Gewenste Grond- en Oppervlaktewaterregime (GGOR)'. Deze in de Vierde Nota Waterhuishouding (1998) vastgelegde ambitie zou uiterlijk in 2002 moeten zijn geëffectueerd. Naast verdrogingsbestrijding vormden ook beperking van bodemdaling en een meer op grondwater (in plaats van oppervlaktewater) gestuurd peilbeheer motieven om in te zetten op GGOR. De praktijk bleek ook weerbarstig, niet zelden vanwege procedurele knelpunten en andere beleidsmatige prioriteiten (Van Vliet et al., 2002) en de streefdatum van 2002 is meer dan eens met een decennium overschreden. Na vele discussies en diverse notities werd het aangeven van het GGOR doorgeschoven naar de waterschappen. In het Nationaal Bestuursakkoord water werd uiterlijk 2005 als datum genoemd, waarop de provincies het kader aangeven en de waterschappen GGOR vaststellen. In 2005 beschrijft de provincie de beoogde Friese aanpak (Provincie Fryslân, 2005a), met bevoegdheden van de provincie en taken voor het waterschap. Daar vond en vindt, voortaan met de aanduiding 'Gewenst peilbeheer' het een plek in de Watergebiedsplannen. Hoewel GGOR betrekking heeft op zowel de kwantiteits- als kwaliteitsaspecten van het hydrologisch systeem is waterkwaliteit een ondergeschoven kindje gebleven.

### Verzuring

Verzuring deed zich vooral gelden in (kalkarme) vennen. In Friesland is dat aantal beperkt, desalniettemin kunnen hier Schaopedobbe en Stobbepoel genoemd worden. Ook de plassen op de Waddeneilanden zijn vatbaar voor verzuring. Daar vond het nodige onderzoek plaats en zijn maatregelen uitgevoerd. Net als in andere landschapstypen zijn de gevolgen van verzuring sinds midden jaren '80 afgenomen (Van Dam & Mertens, 2008). Ook (blauw)graslanden kunnen gevoelig zijn





*Vismigratie bij Roptazijl brengt sinds 2001 grote aantallen glasaal vanuit de Waddenzee naar binnen.*

voor verzuring (zie de bijdrage van Wibe Altenburg in hoofdstuk 11). In het beekdal van de Tjonger is in 't West de oppervlakkige afvoer van hemelwater bevorderd door greppels open te maken en te onderhouden (Sollie, 1998). Veel onderzoek en pogingen tot behoud van blauwgraslanden zijn, vanuit de Rijksuniversiteit Groningen (Spieksma, 1994; Spieksma et al., 1994, 1995) en Altenburg & Wymenga (Altenbrug, 2001; Altenburg & Jepma, 2007) uitgevoerd langs het Sneekermeer, in de Wyldlannen en te Akmarijp. Naast oppervlaktewater is daarbij ook ondiep grondwater geanalyseerd en zijn waterstanden nauwkeurig gevolgd, in 1996-1997 ook in Petgatten de Veenhoop (Brans-Van Megen, 1998a; Goossensen et al., 1998). Bezien is of geforceerde inundatie met boezemwater, voorzuiveren van inlaatwater met een helofytenfilter of oppompen en irrigeren met grondwater remedies zijn.

Landelijke data met gegevens en trends over verdroging en verzuring zijn te vinden bij het Planbureau voor de Leefomgeving en het daar haar opgezette Compendium voor de leefomgeving. Hoewel onderling gerelateerd bleek verdroging een hardnekkiger en omvangrijker probleem dan verzuring. Door verminderde emissies is verzuring van daarvoor gevoelige wateren sinds de jaren '80 iets afgenomen (Boumans et al., 2013) en nu een kleiner probleem dan toen.

## 8.6 Verzilting

Verzilting is een controversieel thema. Van oudsher is en wordt verzilting redelijk fanatiek betreden, vooral middels doorspoelen met zoet water, ten behoeve van landbouwkundig gebruik van het water. Dit was een van de belangrijkste motieven voor afsluiting van de Zuiderzee. Ook bij de plannen voor afsluiting van de Lauwerszee speelde verziltingsbestrijding een belangrijke rol. "Inpoldering van de Lauwerszee zal voor de polder van Oost- en Westdongeradeel gunstige gevolgen hebben doordat de sluis van Ezumazijl als bron van verzilting vervalt" (Koolhaas & Vrijhof, 1958). Hetzelfde gold voor de Friese sluis bij Zoutkamp en de sluis bij Dokkumer Nieuwe Zijlen. Verder stellen zij dat bij het eventueel stichten van een tweede boezemgemaal er vanuit verziltingsoogpunt bezien de voorkeur gegeven moet worden aan het meest zoute deel van de Friese boezem, of wel ergens in het noorden van de provincie. N.B. Dat werd uiteindelijk Stavoren. Die 'strijd tegen zout water' is geslaagd. 'Zout is het gif in het water', zo was de overheersende mening destijds in de provincie, waar landbouw booming business was.

Het in kaart brengen van het zoutgehalte van het oppervlaktewater was dan ook belangrijk en lange tijd de eerste en enige gemeten waterkwaliteitsparameter. Dat begon al in de 19<sup>e</sup> eeuw. In de vorige eeuw gebeurde dat gestructureerd en frequent op een groot aantal punten. Gepubliceerd zijn de provinciedekkende isohaliene patronen van het chloridegehalte uit de jaren 1924 (4 en 5 september), 1942 (19 augustus) en 1948 (Anonymus, 1948; Walther, 1952; Den Hartog & Tulp, 1960a). Waren de zoutmetingen in 1868, 1924 en 1942 nog 'eenmalig', vanaf februari 1948 wordt het zoutgehalte van een groot aantal meetpunten in boezemwater vrijwel maandelijks en soms zelfs nog vaker bepaald (archieffdata bij brief d.d. 18-06-1958 van Rijkswaterstaat Lauwerszeewerken). Vrijhof (1958) geeft een uitgebreide toelichting op al die metingen tot dan toe. Vanaf mei 1958 worden meetpunten in Dongeradeel aan het meetnet toegevoegd. Die meetreeks loopt door tot april 1964. Intussen is in 1960 de Provinciale Waterstaat met waterkwaliteitsmonitoring gestart, waarbij ook steeds het chloridegehalte in bepaald. Via de website van Wetterskip Fryslân is de actuele 'Chloridekaart in zilte gebieden' te raadplegen. Vanaf 1997 is er hiervoor in het noorden van de provincie een apart meetnet ingericht, waarbij zomers iedere twee weken het zoutgehalte wordt bepaald. "Een te hoog chloridegehalte van het oppervlaktewater is schadelijk voor planten en dieren. Daarom meet Wetterskip Fryslân op verschillende plekken bij de waddenkust het chloridegehalte (verzilting). Als het mogelijk is zetten medewerkers stuwen en opmalingen in voor het doorspoelen van zoet water om de verzilting te verminderen", aldus de toelichting daarbij.

In noordwest Friesland werd in 1963 en 1964 uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar het zoutgehalte en verzilting van het oppervlaktewater. Doorspoelproeven met boezemwater met gelijktijdig hulpbemaling aan de zeedijk moest een beeld geven van het effect van extra doorspoeling van dat gebied (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1963a, 1964a, 1965). Dat leidde in 1970 tot ontkoppeling van dat gebied van de Friese boezem, tot aparte (lagere) waterpeilen en tot twee nieuwe zeegemalen bij Roptazijl (hier was tot dan toe een scheepvaartsluis met spui mogelijkheden) en Zwarte Haan.

Brak oppervlaktewater is vrijwel uit te provincie verdwenen (Van Straten, 1981b) en teruggedrongen tot wat marginale randen of van de landbouw geïsoleerde refugia (Hogendijk, 1952; Claassen & Van Straten, 1984; Janssen, 1990). Het Klaarkampermeer is hier nog een goed voorbeeld van (Gaasenbeek, 1958; Aukes & Van der Voo, 1966; Tulp, 1973; Grontmij, 1993b). Tulp (1973) over dit verzoetingsproces in noord Friesland en zijn bijzondere vondsten van brakwatersoorten in het Klaarkampermeer: "Het is wellicht een laatste herinnering aan tijden waarin de aanwezigheid van brak water, vooral in het westen en noorden van Friesland, een normale toestand was. Hier dringt zich de vergelijking op met de invloed van het afsluiten van de Zuiderzee en de nadien uitgevoerde wijzigingen in de waterhuishouding die ten doel hadden het brakke water terug te dringen. Daarin is men zeer goed geslaagd, maar het betekende voor diverse waterbewoners een gedwongen vertrek dan wel inkrimping van hun verspreidingsgebied, dat nu langzaam door nieuwe soorten werd overgenomen, een proces dat overigens nog steeds gaande is". 't Leech is nauwelijks nog brak (Osinga, 1982; Grontmij, 1993b).

Hoewel de KRW waterlichaam typen 'niet-zoete gebufferde sloten op minerale bodem' (M1b) en 'zwak brakke wateren' (M30) zijn toegekend aan resp. de dijkssloten op Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog en aan een aantal polderwaarden in noord en noordwest Friesland, is eigenlijk nauwelijks nog sprake van een brak biotoop, laat staan van een brakwaterlevensgemeenschap. Ook de ruime belangstelling voor herstel van zoet-zout gradiënten en brakwater natuur zo'n 10 à 15 jaar geleden (Korte et al., 1998; *Beijersbergen, 2000; De Leeuw & Backx, 2000; Lenselink & Gerrits, 2000; Hendriksen & Van Wijk, 2001*) heeft daar weinig aan kunnen veranderen. Juist in de regio's waar brak water van oorsprong voorkwam en brakwaterlevensgemeenschappen kansrijk zijn, is de akkerbouw -deels met vollegrondsgroententeelt- van groter belang gebleken. Herstelmaatregelen voor brakwatermilieus zijn dan ook beperkt in aantal en omvang (Boorsma & Koopal, 1991; Van Horssen, 1992; De Boer & Wolff, 1996; Doeglas, 1999). Verziltingsbestrijding voert er nog de boventoon (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1980b; Swart, 1991; Los et al., 2002). Herstel van zoet-zout overgangen en estuariene gradiënten (*De Leeuw & Backx, 2000; Lenselink & Gerrits, 2000; Claassen, 2001a*) beperkt zich tot nu toe tot gefaciliteerde vismigratie.

Als maatregelen voor behoud of herstel van brakwatersituaties en estuariene gradiënten kunnen genoemd worden de hydrologische isolatie van het Klaarkampermeer (SBB) en daarmee het lokaal versterken van de zoute kwel, verbreding van ondiepe sloten in de Anjumerkolken (IFG), mede met het oog op een foerageergebied voor de lepelaar en het voor de zee leggen van de Kroon's polders op Vlieland (Van der Veldt, 2000). Plannen om de Slenk bij Nes op Ameland te herstellen zijn gestrand; zo ook, althans tot nu toe, plannen voor een zoet-zout gradiënt in Lauwersmeer (verkend bij de Watervisie Lauwersmeer). Waar wel fors op ingezet wordt is herstel van vismigratie tussen Waddenzee en binnenwater en vice versa. Zo brengt de in 2001 bij Roptazijl aangebrachte vishevel jaarlijks grote aantallen driedoornige stekelbaarsjes en glasaaltjes naar binnen. Het nog lopende project 'Ruim baan voor vissen' gaat verder (met onderzoek en maatregelen) op die ingeslagen weg. Het project Hallumer Ryt en het nieuw te bouwen gemeaal Vijfhuizen wordt het eerste project waar zo'n estuariene gradiënt, zei het buitendijks, wordt gerealiseerd.



*Laagte met daarin  
het Klaarkampermeer,  
mei 1992.*



Foto (mei 2014) van een herbarium-exemplaar van *Ruppia maritima* (Snavelruppia), verzameld op 21-07-1981 (S8 Kimsverd in Claassen, 1987d). De minimum-, 25-, 50-, 75-percentiel-, maximum en gemiddelde chloridewaarden waren in dat jaar resp. 633, 1513, 2410, 3430, 4360 en 2464 mg/l. Van de toen bemonsterde brakke sloten had S8 het kleinste verschil tussen minimum en maximum en tussen de 50-percentielwaarde en het gemiddelde chloridegehalte. *Ruppia*-begroeiingen behoren in ons land tot de bedreigde plantengemeenschappen, vooral door verzoeting en eutrofiëring. Van der Ploeg (1977b) vermeldt nog maar twee vindplaatsen op het vaste land van Friesland.



De sloot met Snavelruppia, juli 1981.

## 8.7 Versnippering

Dit milieuthema werd actueel toen bleek dat tal van soorten, zowel planten als dieren, moeite hadden om te migreren tussen gescheiden gelegen natuurgebieden. Dat leidde tot afname van populaties van hiervoor kwetsbare soorten. Ecologische verbindingzones en stepping stones moesten een oplossing bieden. Het Rijk en de provincies ontwikkelden plannen daarvoor. Vooral de grotere natuurgebieden binnen de EHS zouden in ruime mate aldus verbonden moeten worden. De ecologische verbindingzones en de robuuste natte as werden en worden beetje bij beetje gerealiseerd. Voor Friesland waren de Noordse woelmuis en de otter hierbij belangrijke gidssoorten. Van beide soorten is een landelijke herstelplan opgesteld. Van de otter in 1989 (Herstelplan leefgebieden otter. De otter in perspectief; een perspectief voor de otter). “De oorzaken van de achteruitgang zijn velerlei. In de eerste plaats de verslechtering van de waterkwaliteit en met name de verontreiniging met PCB's. De otter, verkerend in een positie aan het einde van de voedselketen, is daar zeer gevoelig voor. Andere belangrijke oorzaken zijn het geïsoleerd raken van populaties door versnippering van leefgebieden, het verdwijnen van dekking biedende oevervegetaties en van rustige gebieden om jongen te werpen en groot te brengen”, aldus minister Braks van Landbouw en Visserij in het Voorwoord. Het Beschermingsplan Noordse woelmuis verscheen in 2004. “De oorzaken van de achteruitgang (alamerend in laagveen- en kleigebieden) zijn maar ten dele bekend. Duidelijk is in elk geval dat de verslechterde situatie o.a. te wijten is aan de sterke versnippering van leefgebieden en het steeds schaarser worden van natte terreinen die zo nu en dan overstromen”, deze keer van minister Veerman van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid in zijn Voorwoord.

Als onderdeel van de Derde nota waterhuishouding verscheen het basisrapport ‘Ecologische structuur Natte as Friesland-Deltagebied’ (Ministerie van V&W, 1989) met uitgebreide aandacht voor de otter. De provincie kwam kort daarop met het Plan ecologische verbindingzones (Provincie Friesland, 1991a). De daarin gegeven hoofdlijnen van beleidsvoornemens werden in 1994 handen en voeten gegeven (Provincie Friesland, 1994a). Op de achtergrond, maar niet minder belangrijk, waren de Stichting Otterstation Nederland en de Werkgroep Otters Friesland (De Haan & Hosper, 1988b; Smit, 2000) actief om beleid tot uitvoering te krijgen. Voor talrijke trajecten werden concrete oplossingen voor knelpuntlocaties aangereikt (zie bijvoorbeeld Köller, 1991 en Cuppen, 1992). De provinciale opgave om tot voltooiing van voldoende ecologische verbindingzones te komen sleept nog steeds voort. Het recente aantal verkeersslachtoffers onder otters wijst er op dat het belang en de urgentie hiervoor nog steeds bestaan. Lammertsma et al. (2011) geven nog eens duidelijk aan waar nog migratieknelpunten liggen en reiken oplossingen aan om die aan te pakken.

Een ander chapter in dit verband is de vismigratie. Door aanleg van dijken, sluisen, gemalen en stuwen is vrije vismigratie over grote gebieden sterk beperkt. Vooral voor diadrome soorten, zoals Paling en Driedoornige stekelbaars in het klei- en veengebied en rheofiele soorten, zoals Bempje, Winde, Riviergrondel en Serpeling in het zandgebied heeft dat grote



invloed op de populatie-omvang. Vanuit het Benelux-besluit, het aalherstelplan en de KRW-opgaven wordt hier met grote stappen verbetering in aangebracht. Sluisbeheer wordt afgeregeld op vismigratie, nieuw te bouwen gemalen zijn standaard visvriendelijk, stuwen in de beken worden vispasseerbaar gemaakt en andere knelpunten worden aangepakt (Leeraar, 2007; Wannings & Van Herk, 2011). De eerste vismigratievoorzieningen werden al in 1995 aangebracht. De vanaf 2001 functionerende vishevel bij Roptazijl werkt als een tierelier. Verwacht wordt dat binnen enkele jaren de meest relevante barrières voor vismigratie in Friesland zijn opgeheven.

## 8.8 Klimaatverandering

De laatste decennia is klimaatverandering een gegeven. De jaarlijkse hoeveelheid neerslag en de (gemiddelde) temperatuur nemen toe. "De ordegrrootte van de jaargemiddelde stijging van de watertemperatuur ligt rond de 0.5 graad per decennium. De temperatuuroename is het hoogst in de winter en in de lente" (Kosten, 2011). Zij presenteerde onder meer langjarige meetreeksen van Hollands Noorderkwartier en Fryslân. De Friese trendlijnen voor de periode 1984 tot en met 2010 van poldervaarten, boezemkanalen, boezemmeren, laagveenmoerasgebieden, beken en sloten tonen alle die genoemde toename. Bijgevolg heeft dat ecologische effecten, zoals veranderingen in soortensamenstelling, verlenging van het groeiseizoen (Wanink et al., 2007, 2008), vaker blauwalgenbloeien, de komst en vestiging van exoten, de achteruitgang van koudeminnende soorten, mogelijke mismatches in prooi-predator relaties en afname in grootte van bepaalde organismen. Er zijn weinig thema's waar de laatste 15 jaar meer rapporten over verschenen zijn dan over klimaatverandering. De impact kan groot worden in ons laagliggend land met veel waterkeringen en compacte infrastructuur. Maar ook voor land- en tuinbouw, natuur, drinkwaterbeschikbaarheid, stedelijk gebied, industriewatervoorziening, koelwater, scheepvaart, recreatie en visserij zijn er gevolgen. De autochtone biodiversiteit staat erdoor onder druk, hoewel althans aanvankelijk en tijdelijk nieuwkomers bijdragen aan meer soorten. Eind november 2003 organiseerde de provincie in Leeuwarden het tweedaagse symposium 'Climate change and Biodiversity' onder de vlag van de North Sea Commission Environment Group en het Samenwerkingsverband Noord-Nederland.

In 2006 heeft FutureWater een analyse uitgevoerd van mogelijke klimaat-gerelateerde trends in waterkwaliteitsparameters (Loeve et al., 2006). Zij vergeleken waterkwaliteitsgegevens van 2000 (gemiddelde neerslag), 2003 (droog jaar) en 2004 (nat jaar). Voor enkele watertypen leverde dat inderdaad verwachte en verklaarbare trends op. De temperatuur bleek meer dan de neerslag veranderingen in parameterwaarden te verklaren. Ook in de trendanalyse van 25 jaar hydrobiologische gegevens bleken klimaateffecten waarneembaar (Van Dam & Wanink, 2007), vooral voor het fytoplankton. Specifieke aandacht is er daarbij besteed aan verlenging van het groeiseizoen van het fytoplankton, in het bijzonder van *Planktothrix agardhii* (Wanink et al., 2007; Kosten, 2011). Een bredere analyse van het voorkomen van blauwalgen in de Friese boezemmeren en enkele polderplassen in de periode 1984 tot en met 2012 vond plaats door Deltares (Harezlac, 2013). Ondanks een overall trendmatige afname van de gehalten van chlorofyl, totaal fosfaat en in mindere mate totaal stikstof is die afname niet gevonden voor het aandeel blauwalgen in de fytoplanktonsamenvatting. Wel is het aandeel *Planktothrix agardhii* (na 1993) afgenomen, maar andere blauwalgensoorten komen nu meer voor. In de Berkenplas op Terschelling wordt *Gloeotrichia* waargenomen (Kobus, 2011), een blauwalg van voedselarm en helder water (Carey et al., 2008, 2012). Ook bij de kwaliteitsbeoordeling van zwemgelegenheden in het buitenwater is een verschuiving waarneembaar van voorheen meer bacteriologische problemen (met bijvoorbeeld E-coli) naar meer problemen met (toxische) blauwalgen.

In het kader van het hotspotonderzoek 'Ondiepe meren en veenweidegebieden' van het programma Kennis voor Klimaat is het poldergebied ten zuiden van het Tjeukemeer nader onderzocht (Tamsma, 2012). Dit KvK programma heeft uiteindelijk



Versnippering op verschillende schaalniveaus: te hoog liggende duiker en geïsoleerd liggend natuurgebied (luchtfoto van Benny Klazenga, april 1990).





*Groot kroosvaren  
gedijt bij zachte  
winters en warme  
zomers.*

geleid tot adaptatiestrategieën, de zogenaamde ORAS, om de effecten van veenoxidatie en bodemdaling te beperken (Brouns & Verhoeven, 2013). De negatieve invloed op de waterkwaliteit bleek daarbij lastig eenduidig te verkleinen (Van Zuidam et al., 2013). Zo pakken veranderingen in slootwaterpeilen voor het vrijkomen en afstromen van fosfaat anders uit dan voor stikstof. Bovendien werkt de met nutriënten opgeladen landbouwgrond nog lange tijd door voordat zich een nieuwe stabiele situatie voordoet. De hierbij opgedane kennis wordt benut voor de Friese ‘veenweidevisie’ van provincie en waterschap, immers veenoxidatie en bodemdaling leiden tot steeds complexer en duurder water(kwantiteits)beheer (RoyalHaskoningDHV, 2013b). In dit kader kan ook de studie van Blom et al. (2009) genoemd worden, waarin al adaptatiestrategieën zijn verkend voor een groter zand- en veengebied in zuidwest Friesland en noordwest Overijssel. Hier spelen als gevolg van een veranderend klimaat vooral of droogte of wateroverlast. Zij adviseren de groenblauwe dooradering (EHS, EVZ, RNA) te versterken en in te zetten op een verbrede landbouw.

Al in het begin van de vorige eeuw was er aandacht voor exoten. Van Goor (1920) beschrijft de eerste verschijning van *Azolla filiculoides* (Groot kroosvaren) in Friesland: “Het eerste bericht omtrent het voorkomen van Azolla in Friesland dat ons bereikte, vermeldde de aanwezigheid van deze plant in het najaar van 1918 in een sloot nabij de woning van een boomkweker, Volbeda geheten en wonende te Heerenveen aan de weg naar Tjalleberd, in welke sloot de wortels van uit Holland gezonden planten waren afgespoeld. Op ons advies werd de sloot geheel leeggehaald en toen wij in februari 1919 deze plaats bezochten, was in de sloot geen Azolla meer aanwezig, maar op den slootrand waar de uit de sloot gehaalde planten waren neergeworpen, groeiden enkele Azollaplantjes, die daar tussen de afgestorven waterplanten opgroeiden. Wij hebben den raad gegeven, den slootrand geheel af te graven om verdere infectie te voorkomen en het afgegravene te verbranden. De slootrand is toen geheel afgegraven en de planten werden in een niet bij het water gelegen kuil begraven”. Vandaag de dag zijn zowel Groot als Klein kroosvaren algemeen voorkomend, vooral in het veengebied van midden Friesland (Van der Ploeg, 1977b). Ruim tien jaar later, in 1931, verschenen de eerste waarnemingen van wolhandkrabben in Friesland dank zij het speurwerk van Kamps (1937) en Otto. Hij enquêteerde de binnenvissers en kreeg daarmee een beeld van de verspreiding in het noorden van het land. “Uit de gegevens die binnenkwamen bleek duidelijk, dat het verspreidingsgebied zich in 1931 voornamelijk beperkte tot het gebied van Groningen en Friesland, dat om de Lauwerszee lag. In het jaar 1932 trad verdere verspreiding door het zuidwestelijke merengebied van Friesland op.



Alles wees er op, dat de voornaamste invasie via de Lauwerszee plaats had gevonden". Ook in de Leeuwarden stadsgrachten krioelde het omtrent dezelfde tijd van wolhandkrabben. "Wat was het een kostelijke bezigheid om met een steen verzwaard touw in de gracht te laten zakken - het deed er niet toe of je dat deed bij de kazerne of op de Nieuwestad of bij de Prinsentuin - om dan te zien hoe die krabben naar boven krabbelden, zich vastgrijpend met hun vervaarlijke scharen. Gelukkig zijn de wolhandkrabben even geruisloos verdwenen als zij verschenen waren" (Otto, 1973). Echt verdwenen zijn ze niet. En intussen is de vangst van wolhandkrabben een lucratieve bezigheid van tal van Friese beroepsvissers. Dergelijke sterke populatieschommelingen van de Chinese wolhandkrab deden zich ook midden jaren '90 voor (Huver & Smit, 2005), net als van de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* (Bierma & De Jong, 1977; Dijkstra, 1998), een aantal exotische kreeften (Koese & Soes, 2011) en waterplanten (Van Valkenburg, 2011; Van Hengstum, 2013). Friesland bleef tot voor kort nog aardig gevrijwaard van dominant geworden invasieve exoten, maar of dat zo blijft? *Dreissena bugensis*, de quagga-mossel, heeft zich al gemeld.

Het lijstje met kroosvaren en wolhandkrab is inmiddels uitgegroeid tot een lange waslijst van exoten. Vooral vanaf 1990 is een sterke stijging van het aantal soorten te zien (Van Puijenbroek et al., 2009), zo ook het aantal (determinatie)boeken, nieuwsbrieven, speciale (exoten)edities van tijdschriften en werkgroepen, die zich met exoten bezighouden. Van Delft et al. (2011) melden enkele waarnemingen van de Zonnebaars. Deze vis komt al tenminste tien jaar her en der in Friesland voor. 'Bekende' plekken zijn Meisterplak (Terschelling), Schaopedobbe en Tjonger (hier aangetroffen bij een KRW-visstandopname: Koole & Koopmans, 2013). Exotische kreeften zijn in opkomst. Alle maatregelen ten spijt, ziet het er niet naar uit dat zij uit de Nederlandse wateren weg te denken en weg te houden zijn. Integendeel, een aantal invasieve soorten zal een behoorlijk stempel gaan drukken op het functioneren van aquatische ecosystemen. Momenteel lijkt zich een intocht van *Dreissena bugensis* te voltrekken, een soort die meer dan *D. polymorpha* van invloed kan zijn op de waterkwaliteit in meren en plassen. Overigens heeft de komst van tal van exoten een antropogene en niet een klimaatverandering gestuurde oorzaak. Het veranderende klimaat is dan wel de reden voor blijvende vestigingskansen. Sommige soorten zijn al zo lang ingeburgerd dat discussie ontstaat of nog van exoten sprake is. Dit geldt bijvoorbeeld voor Waterpest (Bolman, 1977), in elk geval voor een aantal vissoorten, waarvan de (bewuste) introductie al in de 19<sup>e</sup> plaats vond (Vooren, 1972) en de fel bestreden muskusrat (Akkermans, 1987).



Parelvederkruid (foto Laboratorium WF).



Chinese wolhandkrab (foto van internet).





## Toekomst

De toekomst van de waterkwaliteit in Friesland voelt alsof alles weer in zijn oorspronkelijk staat is teruggekeerd. Er wordt door de landschapsdeva gezegd, dat we zelf verantwoordelijk zijn voor de kwaliteit van ons water. We hebben het als mens zelf in de hand, in hoeverre we door blijven gaan met het vervuilen van onze leefomgeving of niet. Nemen we die verantwoordelijkheid serieus, dan gaat het water bruisen van het leven. De landschapsdeva heeft een kristallen bol in zijn hand, waarin de toekomst besloten ligt. Het gaat stralen, het water is in beweging en zijn bewoners ook. Het water op de voorgrond voelt levendig aan. Een hoger bewustzijn ziet dat het goed is. De achtergrond is tijdloos en voelt verstild aan.

*Lydia van Oort, 3 februari 2014*

Door de zonnebol van de landschapsdeva wordt het water zuiver en voorzien van hoge vibraties. De zon doet het water stromen en geeft haar licht aan het water. Zuiveren, doorlichten en doorstralen met zonlicht is het devies. De engel van de zon kijkt mee. Alles ligt op een rechte lijn, er is alignement. Water is het levenselixer en het water .., het water stroomt voort.

*Frank Silvis*

# Nabeschuwing en toekomstperspectief

*Passage uit Arabische alchemistische traktaten:*

“Hermes zei: weet je dat het geheim en het leven van alles water is? Dit water is vatbaar voor behandeling door mensen. In het water schuilt een groot geheim, want het is het water dat in tarwe gist wordt, in de wingerd wijn, in de olijfolie, in de terpentijn hars, in sesamolie en in de bomen verscheiden soorten vruchten”.

*J. Slavenburg, 2006. Hermes: magie en alchemie. P 72-86 in: De Hermetische Code. Uitgeverij Ten Cate, Kampen.*

### 9.1 Officiële en grijze literatuur

De hier verzamelde literatuurlijst bevat in grote lijnen twee soorten documenten: officiële, zoals publicaties in tijdschriften, proefschriften en (hoofdstukken in) boeken enerzijds en de ‘grijze literatuur’ in onder meer beleidsnota’s, waterkwaliteits- en onderzoeksrapporten en niet te vergeten studentenverslagen anderzijds. Vanuit de te verwachten nadruk op de toegepaste, praktische aquatische ecologie en het waterkwaliteitsbeheer heeft de tweede categorie veruit de overhand. Bovendien zei vermeld dat dit onderscheid, misschien in tegenstelling tot de opvattingen in de wetenschappelijke onderzoekswereld, hier eigenlijk niet zo relevant is. Wel zal deze scheefstand eerder sterker worden dan afzakken. “De institutionalisering van het onderscheid tussen toegepaste en fundamentele of zuivere wetenschap kreeg zijn weerslag in de ontwikkeling van ... onderzoek naar biologische en chemische processen in zoet water (hydrobiologie, limnologie). Beide vormen van onderzoek ontwikkelen zich in Nederland gedurende de twintigste eeuw, en hebben zich daarmee relatief laat gevormd tot academische disciplines”, aldus *Blankesteijn (2011)*. Dit onderscheid van destijds is vervaagd, niet in de laatste plaats door de nu meer praktijkgerichte inslag van universiteiten en onderzoeksinstituten en van het watermozaïek programma van de STOWA, waarin juist de verbinding wetenschap-waterschap wordt nagestreefd. Dit in het belang van beider partijen en nog meer in het belang van een effectief waterkwaliteitsbeheer. De KRW-innovatieprojecten zijn hier een sprekend voorbeeld van.

De ‘Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging’ veranderde midden jaren '70 in ‘Hydrobiological Bulletin’ en werd daarmee Engelstalig, veranderde in 1992 in ‘Netherlands Journal of Aquatic Ecology’ en in 1997 in ‘Aquatic Ecology’. De wetenschappelijke eisen aan manuscripten werden daarmee langzaam maar zeker opgevoerd en werpen een steeds hogere drempel op voor bijdragen vanuit het toegepaste regionale waterbeheer. Het vaktijdschrift H2O is per januari 2013 geheel van opzet veranderd. De nog wel gedrukte versie (van het maandblad; voorheen verscheen het tweewekelijks) is ‘populair’ van inhoud en vormgeving geworden. Met deze redactionele veranderingen van het tijdschrift H2O (naar een meer oppervlakkige inhoud met meer aandacht voor beleid, bestuur, communicatie en samenwerking) is de aantrekkelijkheid voor vakinhoudelijke bijdragen vanuit het regionale waterbeheer eveneens afgenomen. Artikelen worden merendeels nog slechts digitaal op de website geplaatst. ‘Het Waterschap’ heeft al langer het accent op bestuurlijke en beleidsmatige onderwerpen. Dan blijft er niet veel meer over voor ‘officiële publicaties’. Een mooie nieuwkomer is sinds augustus 2006 ‘VISionair’ voor specifieke vis, visstand en visserij gerelateerde artikelen. Ook de grijze literatuur verdwijnt steeds meer uit de boekenkast om nog slechts met bits en bytes digitaal te worden opgeslagen en geraadpleegd. Zo ook de Mededelingen en periodieken van diverse landelijke of regionale werkgroepen, zoals de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (WEW), Centre for Wetland Ecology (CWE), de nieuwsbrief Kijk op exoten en vele andere. De deelname aan internationale symposia met bijdragen vanuit het regionale waterbeheer en publicaties in symposiumbundels, zoals van de International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL), hoe leerzaam en nuttig ook, wordt er met de bezuinigingen ook niet gemakkelijker op. Ten slotte: laat de Hydrotheek in Wageningen niet hetzelfde lot beschoren zijn als het Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT) in Leiden, waar de enorme bibliotheek op 1 januari 2014 haar deuren moest sluiten. Kan het erger?

Door de voortgaande digitalisering worden rapporten minder of zelfs geheel niet meer in gedrukte vorm gepubliceerd. Dat maakt toekomstig historisch onderzoek lastiger, vooral ook als de digitalisering gepaard gaat met slordigheden als

een onvolmaakte titelpagina of colofon en een beperkte of passieve verspreiding. Dit is overigens niet een specifiek Fries verschijnsel. De toezendbrief bij de publicatie van 'Water in beeld 2012' van het ministerie van I&M (de jaarlijkse voortgangsrapportage van het Bestuursakkoord Water en het Nationaal Waterplan) vermeldt het volgende: "Met het oog op een grotere duurzaamheid en het verminderen van drukkosten publiceert de rijksoverheid rapportages als deze in de toekomst alleen nog digitaal. De bijgevoegde versie van 'Water in beeld', de 16<sup>e</sup> in een reeks, is dan ook de laatste die in druk verschijnt". Medio 2013 werd de applicatie 'Waternieuws' voor smartphones gelanceerd, waarmee 'waterprofessionals op de hoogte kunnen blijven van al het waternieuws'. Deze digitale applicatie werd gefinancierd door Koninklijk Nederlands Waternetwerk, Stichting Kennisuitwisseling Industriële Waternetwerktechnologie, KWR, Aqua for All, NWP, STOWA, Wateralliance, Waterforum en H2O; breder kan niet. Nog wel populair zijn de (provinciale) atlanten over weer en klimaat en over de verspreiding van soorten (paddenstoelen, planten, libellen, vlinders, vissen, vogels en zoogdieren). Voor Friesland verscheen kort geleden de eerste Visatlas met verspreidingsgegevens van 50 soorten (Melis et al., 2013). Deze werkatlas verdient nog wel een mooie uitgave in boekvorm.

## 9.2 Overlegstructuren en werkverbanden

Talrijke formele en minder formele werkgroepen en overlegverbanden vormen van oudsher belangrijke gremia om kennisuitwisseling en meningsvorming over het waterkwaliteitsbeheer te geleiden en verspreiden. Dat begon met de Hydrobiologische Vereniging (Beijerinck, 1949; Dresscher, 1987; Tolkamp & Gardeniers, 1988). Lange tijd was de Unie-werkgroep Eutrofiëring de gangmaker voor discussies en advisering over de aanpak van dit probleem. Nog steeds belangrijke fora zijn de Werkgroep Ecologische Waterbeheer, het Platform Ecologisch Herstel Meren en plassen en het Vissennetwerk, dit naast overleggroepen over bijvoorbeeld blauwalgen, exoten, waterplanten en beheer en onderhoud en de meer formeel georganiseerde groepen over (KRW) monitoring- en beoordelingsmethoden en rapportages (zie verder Hoogenboom, 2014).

Belangrijke pijler voor het toegepaste waterkwaliteitsonderzoek in ons land is en blijft de STOWA (in 1971 opgericht als STORA). Zij organiseert en stimuleert vraaggestuurd onderzoek, waar alle waterbeheerders baat bij hebben (Klapwijk, 1996). Zij stimuleert in het nu lopende programma Watermozaïek de koppeling van waterschap met wetenschap, waarmee de in de praktijk waarneembare kloof tussen beide sectoren wat kleiner wordt. Naast het verbinden van wetenschap en waterschap gaat het, aldus de nieuwe strategienota 'Waardevol verbinden' ook om het verbinden van kennis en kunde, politiek en praktijk, beleid en uitvoering en om het bieden van handelingsperspectieven. Ook na afloop van de door de

# OPEN FORUM

## Fosfatennota vertelt halve waarheid

Plantengroei in oppervlaktewateren wordt van nature beperkt door de elementen stikstof (in zee) en fosfor (in binnenwateren). Beide zijn vrijwel aanwezig in bodemdunlijk afvalwater, vooral door het uitvloeien van rioolwater. Door gebruik van fosfaathoudende wasmiddelen is dit gebod in bodemdunlijk afvalwater bijna verbruikt.

Eurowater-eurowaterovereenkomst vermindert slechts 60 procent van de fosfor en 60 procent van de stikstof. Ook door afwijking van rioolwater van het land komen stikstof en fosfaat in het water, juist in een dichtbebouwd land als Nederland, met een hoge agrarische productiviteit en daarom ook een rijk aanbod aan meststoffen, vooral fosfor. Het is de bedoeling dat de afvalwaterovereenkomst een aanzienlijke vermindering van de fosforafvoer zal bewerkstelligen, maar dit is niet de enige en zelfs niet de belangrijkste bron.

De nota komt met de volgende beleidsvoorstellen:

- Vóór 1992 moet defosfatering zijn ingevoerd op de rioolwaterzuiveringsinstallaties die lokaal op het Eindhoven en de Randmeren, op de meren in Groningen, Zuid-West Friesland en noordwest Overijssel, Vechtplangebied, een aantal plaatsen in Noord- en Zuid-Holland en het Volkerak- en Zoommeer.
- Vóór 1995 moeten aanvullende defosfateringsmaatregelen worden getroffen om te kunnen voldoen aan de internationale afspraken met betrekking tot de Rijn en de Noordzee (50 procent reductie van alle ladingen).

De kosten van deze maatregelen moeten worden verhaal via de heffingen op de waterverbruikers.

Op verschillende plaatsen in de nota wordt gezegd dat met deze maatregelen de algemene defosfateringsdoelstelling kan worden bereikt, maar in M. A. de Ruyter, van T. H. L. Claassen en drs S. P. Klapwijk.

Militer Sint-Kruis (Verkeer en Waterstaat) wil nog dit jaar afspraken maken over verdere beperking van fosfaat in afvalwater. Maar op andere terreinen moeten ook initiatieven worden genomen. De minister denkt aan mestbeperking, het insporen van fosfaatloze wasmiddelen, sanering van onderwaterbodems en bestrijding van verspreide lozingen.

Ondanks is de nota „Fosfaatbeperkende maatregelen Nederlandse oppervlaktewateren“ behandeld in de Tweede Kamer. De nota is gewijd aan het eutrofiëringsprobleem: het „dichtgroeien“ van de Nederlandse oppervlaktewateren met planten, vooral zwerfende algen, ten gevolge van de toename van bemestende stoffen, zoals fosfor en stikstof. Een van de bronnen van fosfor betreft wasmiddelen, maar dit is niet de enige en zelfs niet de belangrijkste bron.

De nota komt met de volgende beleidsvoorstellen:

- Vóór 1992 moet defosfatering zijn ingevoerd op de rioolwaterzuiveringsinstallaties die lokaal op het Eindhoven en de Randmeren, op de meren in Groningen, Zuid-West Friesland en noordwest Overijssel, Vechtplangebied, een aantal plaatsen in Noord- en Zuid-Holland en het Volkerak- en Zoommeer.
- Vóór 1995 moeten aanvullende defosfateringsmaatregelen worden getroffen om te kunnen voldoen aan de internationale afspraken met betrekking tot de Rijn en de Noordzee (50 procent reductie van alle ladingen).

De kosten van deze maatregelen moeten worden verhaal via de heffingen op de waterverbruikers.

Op verschillende plaatsen in de nota wordt gezegd dat met deze maatregelen de algemene defosfateringsdoelstelling kan worden bereikt, maar in M. A. de Ruyter, van T. H. L. Claassen en drs S. P. Klapwijk.

Plantengroei in oppervlaktewateren wordt van nature beperkt door de elementen stikstof (in zee) en fosfor (in binnenwateren). Beide zijn vrijwel aanwezig in bodemdunlijk afvalwater, vooral door het uitvloeien van rioolwater. Door gebruik van fosfaathoudende wasmiddelen is dit gebod in bodemdunlijk afvalwater bijna verbruikt.

Eurowater-eurowaterovereenkomst vermindert slechts 60 procent van de fosfor en 60 procent van de stikstof. Ook door afwijking van rioolwater van het land komen stikstof en fosfaat in het water, juist in een dichtbebouwd land als Nederland, met een hoge agrarische productiviteit en daarom ook een rijk aanbod aan meststoffen, vooral fosfor. Het is de bedoeling dat de afvalwaterovereenkomst een aanzienlijke vermindering van de fosforafvoer zal bewerkstelligen, maar dit is niet de enige en zelfs niet de belangrijkste bron.

De nota komt met de volgende beleidsvoorstellen:

- Vóór 1992 moet defosfatering zijn ingevoerd op de rioolwaterzuiveringsinstallaties die lokaal op het Eindhoven en de Randmeren, op de meren in Groningen, Zuid-West Friesland en noordwest Overijssel, Vechtplangebied, een aantal plaatsen in Noord- en Zuid-Holland en het Volkerak- en Zoommeer.
- Vóór 1995 moeten aanvullende defosfateringsmaatregelen worden getroffen om te kunnen voldoen aan de internationale afspraken met betrekking tot de Rijn en de Noordzee (50 procent reductie van alle ladingen).

De kosten van deze maatregelen moeten worden verhaal via de heffingen op de waterverbruikers.

Op verschillende plaatsen in de nota wordt gezegd dat met deze maatregelen de algemene defosfateringsdoelstelling kan worden bereikt, maar in M. A. de Ruyter, van T. H. L. Claassen en drs S. P. Klapwijk.

Open Forum publiceert artikelen die discussies kunnen ontknopen over actuele onderwerpen. De auteurs schrijven op persoonlijke titel. De lengte van een bijdrage dient bij voorkeur de 800 woorden niet te overschrijden. De redactie behoudt zich het recht voor artikelen in te korten.  
Redactie: Suzanne Baart & Wim de Valk



Een sloot met zware algengroei. Versuivering van fosfaat leidt nauwelijks tot vermindering van de groei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

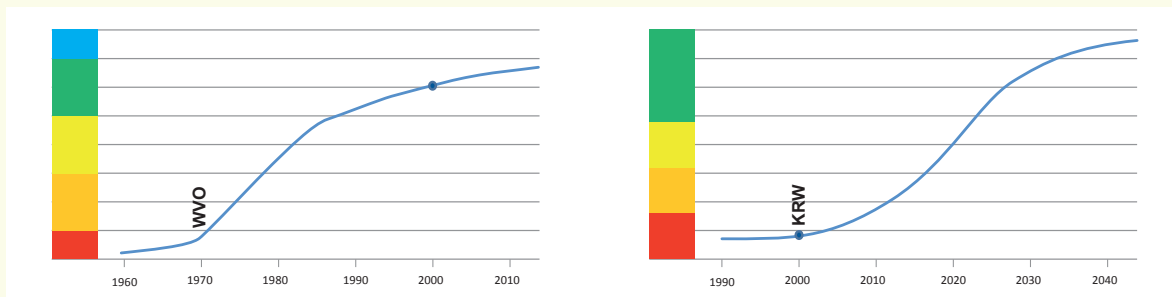
Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.

Verkeerd advies  
Reeds in 1979 werd door de rijksoverheid in de Fostatennota gezegd, dat defosfatering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, betekende niet automatisch beperking van de algengroei.





Figuur 9.1. - Sterk geschematiseerde verbetering in waterkwaliteit, links afgezet tegen de IMP-index (WVO-periode 1970-2000) en rechts tegen de grotendeels nog te bereiken verbetering van de ekr-score (KRW-periode 2000-2027). Het eindpunt van de afname van de zichtbare watervervuiling rond 2000 is min of meer het beginpunt van het ingezette ecologisch herstel. Langs beide lijnen geldt een ruime bandbreedte.

rijksoverheid gesubsidieerde KRW innovatieprojecten in de periode 2009-2012 wordt dit Watermozaiek programma voortgezet. Het Nederlands Platform voor Waterschapsecologen begeleidt, samen met de Adviesgroep Watermozaiek, dat programma. Ook verheugend is dat naast de Wageningen Universiteit en de Radboud Universiteit (met B-ware als spin-off) er sinds medio 2013 een -door de STOWA gefinancierde- leerstoel toegepaste aquatische ecologie aan de Universiteit van Amsterdam is. En hier mag niet onvermeld blijven het onderwijs op het gebied van waterbeheer en aquatische ecologie aan Hbo-instellingen, zoals Windesheim, Hogeschool Zeeland en Van Hall Larenstein. Deze laatste opleiding is al jaren grosleverancier van stagiaires bij vele instanties in Friesland. Moge het zojuist verschenen boek 'Aquatische ecologie in Nederland' (Hoogenboom, 2014) een stimulans zijn voor nieuw aankomende praktijk-georiënteerde hydrobiologen en aquatisch ecologen.

### 9.3 Hoe hangt de waterkwaliteitsvlag erbij

Passend bij de theorie van alternatieve stabiele toestanden en het hysteresefenomeen klapte de waterkwaliteit van het boezemwater tussen 1970 en 1975 om. Waterplanten verdwenen massaal, de blauwalg *Planktothrix agardhii* en brasem werden dominant. Vanaf eind jaren '70 werd 'de strijd tegen eutrofiëring' volop ingezet. Sinds het midden van de jaren '90 is de kwaliteit van het Nederlandse en het Friese oppervlaktewater enorm verbeterd (een lange aanloop vanaf 1970 was daarbij blijkbaar nodig voordat zich zichtbare resultaten voordeden); in de ogen van een leek van een onvoldoende naar een voldoende. Kikkers kwaken weer, snoeken zijn in opmars, libellen vliegen weer, Krabbenscheer groeit en bloeit weer en de otter is terug. Ook bij beleidsmakers en bestuurders heerst deze indruk. Voor een belangrijk deel wordt dat ook bevestigd met metingen en beoordelingen. Dat betreft dan vooral de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen (zie linker plaatje in figuur 9.1) en de concentraties van nutriënten (fosfaat en stikstof), microverontreinigingen, zoals van zware metalen en pesticiden en van pathogene micro-organismen. Zijn we er en is het voortaan een kwestie van 'houden zo'?

Met als titel 'Wanneer is water schoon genoeg?' schreef Van Meerendonk (2002): "Gelukkig kunnen we nu zeggen dat het water een kwaliteit heeft die niet direct zorgen meer baart. De ergste excessen behoren weliswaar tot het verleden, maar dat mag niet leiden tot misplaatste tevredenheid en nietsdoen". De sindsdien uitgevoerde toetsingen van de toestand van de waterlichamen aan de KRW-normen bevestigt zijn voorzichtigheid. Juist voor de biologische organismengroepen (algen, macrofauna, waterplanten en vissen) laat de waterkwaliteit nog veel slechte (rode), onvoldoende (oranje) of matige (gele) toestanden zien. Het hysteresefenomeen ten voeten uit: de weg terug naar schoon en helder water is moeizamer dan het lijkt. De biologie reageert vertraagd en met weerstand op verbeteringen in het abiotische milieu (zie rechter plaatje in figuur 9.1). Dat is dus een weg van lange adem.

De vraag is echter hoe hoog de lat moet liggen en wat 'goed genoeg' is. Na 30 jaar inspanningen ter verbetering van de waterkwaliteit onder het regime van de WVO en nog eens acht van de KRW rapporteerde het Milieu en Natuur Planbureau (2008): "Met de inzet van de maatregelen, zoals voorgesteld door de regionale waterbeheerders zal het aandeel wateren dat voor de soortengroepen waterplanten, macrofauna en vissen als 'goed' gekwantificeerd wordt, toenemen van circa 5 % in de huidige situatie tot maximaal 40-60 % in 2017. Omdat de waterkwaliteit c.q. de concentraties stikstof en fosfor niet veel veranderen, verbetert de score van de soortgroep fytoplankton maar weinig".

De recent waargenomen stagnatie in verdere afname van nutriëntengehalten en concentraties van bestrijdingsmiddelen baart inderdaad lichte zorgen. Soms kunnen specifieke maatregelen helpen om de teruggang, die omslag naar schoon en helder water te bespoedigen. Bekende voorbeelden zijn de herintroducties van diersoorten, zoals van de otter. Ook zijn er bescheiden experimenten gedaan met het aanbrengen van waterplanten; in Friesland in de Alde Feanen, De Deelen, het Nanneviid en de Leijen. Op andere plaatsen worden oeverplanten, zoals riet, veelvuldiger aangeplant. Als tegenhanger van introducties is het soms zinvol gevestigde soorten te verwijderen. De muskusrattenbestrijding loopt in de papieren.

De Chinese wolhandkrab is een aardige bijverdiensource voor een aantal beroepsvissers. Het eenmalig (actief biologisch beheer in kleinere min of meer afgesloten wateren) of enkele jaren achtereen (beheervisserij in grotere open watersystemen) verwijderen van brasem kan nodig zijn om de omslag van troebel naar helder te forceren. In Friesland is dit in de jaren '90 op enkele plekken toegepast, met een tijdelijk of vertraagd effect. De voedselrijkdom van de waterbodem en/of de hoge nutriëntenbelasting van het water (ondanks verlaagde en lage concentratieniveaus) zijn nog te overwinnen barrières. Ook dat is een weg van lange adem. Een ander voorbeeld van herstel betreft de aanleg van vismigratievoorzieningen en het opheffen van barrières voor migratie. Daar wordt de laatste jaren fors op ingezet. Dit laatste voorbeeld is een mooie illustratie van het in het verleden sectoraal denken en doen: een vraagstuk werd geïsoleerd aangepakt met een gerichte oplossing. Een dijk van A naar B, een stuw tussen hoog en laag peil, een gemaal tussen polder en boezem, etc. Onvoldoende werd (wordt) gerealiseerd dat zo'n werk ecologisch scheidend is tussen C en D, links en rechts. Vandaar nu cerviducten, eco-aquaducten, paddentunnels, ecoduikers en aalgoten. In het voorwoord van het boekje 'Tien perspectieven uit de natuur' (Joustra et al., 2013) wordt geschetst dat de relevantie van de natuur voor het functioneren van het menselijk, maatschappelijk systeem steeds beter wordt begrepen en erkend. De natuur geeft ook waarschuwingen af van de overmoedige manier van het functioneren van de maatschappij. Echter "Er lijkt een tijdperk te komen dat gekenmerkt wordt als 'ecological civilisation'. Lerend van de natuur ontwikkelt zich een meer circulaire economie als nieuwe fase in onze evolutie. Deze economie is in overeenstemming met het functioneren van de natuur (onder meer gekenmerkt door afhankelijkheid, verbindingen, gebruik en kringlopen)". Laten we het hopen.

'Ik zou optimistischer zijn over een zonnige toekomst van de mens als hij minder moeite deed om aan te tonen dat hij de natuur te slim af kan zijn en meer moeite deed om haar zoetheid te ervaren en haar anciënniteit te respecteren'.

*E.B. White (in M. Bjornerud, 2007. De aarde. Pearson Education).*

'Wat zou de mens anders naar de natuur kijken, naar zijn medemens, naar alle schepselen die daar zijn, mensen, dieren, planten, alles in de natuur, als hij werkelijk met heel zijn bewustzijn zou weten en beseffen dat heel het universum een uitdrukking is van het ene Leven dat alomtegenwoordig en onveranderlijk alle vormen doet bestaan'.

*W.H. van Vledder, 2000. Het mysterie van het Zelf. Ankh-Hermes, Deventer.*

Blijkbaar moeten we door diepe dalen, voordat -opnieuw- schoon water en gezonde aquatische ecosystemen zijn bereikt. Uiteindelijk zal levend water zegevieren. Laten we ons daarvoor inspannen.

## 9.4 Vragen blijven en komen

Dankzij het vele onderzoek en monitoring is veel bekend geworden over samenstelling, structuur en functioneren het water-ecosysteem. Er is een goed beeld van de waterkwaliteit. Daarentegen moet geconstateerd worden dat de hydrobiologie (lees de Inleiding van Redeke's 'Hydrobiologie van Nederland', 1948) en aquatische ecologie nog maar jonge 'wetenschappen' zijn. Weten we nu alles over de waterkwaliteit, waardoor die bepaald wordt, welke processen zich in het water afspelen en welke maatregelen leiden tot welke effecten? Deels, grotendeels (vooral de basale zaken), maar zeker niet volledig. Opvallend is het aantal recente publicaties, waarvan de titel eindigt met een vraagteken. Het kan een moderne manier van 'aandacht vragen voor' zijn, maar er kan ook een diepere reden aan ten grondslag liggen. Ontstane twijfel of onzekerheid bij andere of tegenvallende effecten dan verwacht volgens de intussen bekend geworden patronen, relaties en processen in aquatische ecosystemen.

- Wanneer is water schoon genoeg? (zie hiervoor Van Meerendonk, 2002).
- Waterplanten: bondgenoten bij het waterkwaliteitsbeheer? Een visie op de toekomst van het beheer van waterplantenvegetaties.
- Herintroductie van de otter: een succesverhaal?
- Herstelmaatregelen in ondiepe meren: zijn de verbeteringen blijvend?
- Interne eutrofiëring van veenplassen belangrijker dan voorheen erkend?
- Zijn sloten en meren vergelijkbaar?
- Meren en plassen in Nederland: toestand, trends en hoe verder?

Naast deze verdiepingsvragen over bekende thema's (voeg daar de soms toxinevormende blauwalgen aan toe), doen zich tal van nieuwe vraagstukken voor. Er komen nieuwe stoffen, zoals neonicotinoïden en microscopisch kleine plastic nanodeeltjes, in het milieu met nog onbekende gevolgen, zeker op de langere termijn (Velzeboer et al., 2013; Zeegers, 2014). Zijn het de nieuwe 'PCB's en PAK's' resp. het nieuwe 'asbest' voor komende decennia en generaties? Oppervlakte-actieve stoffen (in reinigingsmiddelen, verf, textiel, ed.), weekmakers, brandvertragers, geurstoffen, medicijnresten en hormoonachtige stoffen veroorzaken nu al, terwijl de analysetechnieken nog maar net voor handen zijn, de nodige problemen. En dan de invasieve exoten. Zij zullen de samenstelling en het functioneren van de 'maatschappij onder water' langzaam maar

zeker veranderen. Nieuwe bemonsterings- en waarnemingsmethoden (Wetterskip Fryslân gebruikt sinds 2011 een blauwalgscanner, waarmee in het veld direct de hoeveelheid blauwalgen kunnen worden vastgesteld) en analysemethoden voor stoffen, soorten (eDNA en Hydrochip) en blauwalgen-specifieke toxinen (kwantitatieve moleculaire detectie, qPCR) dienen zich aan.

De STOWA zet met het watermozaïek programma de toon voor relevante aandacht vragende waterkwaliteitsproblemen en -vragen. Vragen om te beantwoorden, zoals hoe beekherstel te effectueren, hoe duurzame natuurvriendelijke oevers aan te leggen, hoe grip te krijgen op de sturende factoren in meren en plassen en welk natuurvriendelijk beheer- en onderhoud toe te passen. Hiertoe zijn door de STOWA recent de ecologische sleutelfactoren (ESF) als strategie voor de watersysteemanalyse uitgewerkt. Problemen (zoals hoge nutriëntenbelasting met troebel water en een eenzijdige visstand, beperkte vismigratie, impact van exoten en veenoxidatie) om aan te pakken, mede met het oog op het behalen van de KRW-doelen in 2015, 2021 of uiterlijk in 2027 kunnen daarmee worden getraceerd en geprioriteerd. Ook de condities en randvoorwaarden (zoals bemonsterings- en analysemethoden, normen en doelen) voor dat waterkwaliteitsbeheer vragen blijvend aandacht. Een beheer dat verschillende belangen dient: natuur, landbouw, drinkwaterproductie, recreatie en visserij en dat bijdraagt aan biodiversiteit, beleving en leefomgeving.

## 9.5 Kennis op de harde schijf

### Oude (water)kennis roest niet!

“Het Internet, benaderbaar via computer, tablet en mobiel biedt een ware explosie aan informatie. Informatie die kan leiden tot kennis: oud, nieuw, rijp, groen, nuttig, onnuttig, compact, langdradig, nat, droog, etc. De vraag hoe houdbaar is kennis geldt zeker voor de watersector. Als we de media, de reclame en research mogen geloven is alleen het laatste nieuws en alleen het meest actuele van waarde! In dat is natuurlijk ook zo. Kunnen we oude kennis maar beter weggooien?

Ook ik loop warm voor nieuwtjes, voor uitvindingen en innovaties ... Ik loop warm als iets me raakt, voor mijn werk, mijn hobby's, mijn dagelijkse leven, noem maar op. En wat mij het meest boeit is dat het echte genieten van nieuwtjes eigenlijk pas lukt als je het kunt plaatsen in de context. Een context die bij jezelf ligt, je opvoeding, je opleiding, je interesse, je persoonlijkheid. Zou mijn vader (1898-1975) hebben kunnen genieten van een Iphone 5? Ik denk het niet; zijn bonkige handen hadden niet de feeling en vingervarigheden. En met wie zou hij appen? Voor het weer keek hij naar de lucht en de tijd bereikte hem via de kerkklokken.

Zo is water alleen hot news als het eens mis gaat met “ ... Denkend aan Holland zie ik breede rivieren traag door oneindig laagland gaan, ...”. Voor waterprofessionals is de context in kennis natuurlijk ook van belang. Zou er überhaupt iemand geïnteresseerd zijn in een nieuwe slibverwerkingsmethode als hij/zij niet weet wat slib is en dat het om grote hoeveelheden gaat en het verwerken veel geld kost? Of kennis interessant is en of nieuws wordt opgepikt hangt in hoge mate samen met de eigen context en de toekomstige bruikbaarheid. Je eigen context in water bestaat uit informatie, ervaringen en interesse. Kortom kennis die je eerder hebt opgedaan. Waterspecialisten ontvangen waterinnovaties met open armen, omdat zij een innovatie op zijn waarde kunnen schatten omdat hun context gebaseerd is op kennis over de content. Kennis die al dan niet aanwezig is en aanwezig blijft op je harde schijf. Kennis die regelmatig opgehaald en uitgebreid wordt waardoor de roestplekjes er snel af te poetsen zijn! “

*Column van Agnes Maenhout (Directeur Wateropleidingen). E-Waternieuws 9 (7), april 2014.*

Het is niet verstandig te reageren op columns, hoewel ze daartoe vaak wel uitnodigen. Bovenstaande vormt wel een mooie opstap om het belang van kennis, ervaring en informatie kort toe te lichten in de context van dit historisch literatuuroverzicht. Ons individueel en collectief geheugen is niet zelden behoorlijk kort. Bij de jongere generatie wateronderzoekers en waterbeheerders (niets ten nadele van hen) ontbreekt ervaring en moet kennis nog opgebouwd worden. Op 'je eigen harde schijf' is dan nog niet zoveel te vinden over waterkwaliteit en waterbeheer. Het nu op een harde computerschijf verzameld literatuuroverzicht (zie hoofdstuk 14 in Deel 2) is voor zowel jong als oud een geheugensteun en hulpmiddel om kennis, ervaring en informatie versneld te laten toenemen. Maak er gebruik van bij het werk voor schoon water en gezonde aquatische ecosystemen.

Ter illustratie twee voorbeelden waarbij ouder onderzoek en eerder uitgevoerde maatregelen van belang zijn voor recentere. De in het Waterbeheerplan 2010-2015 opgenomen actie om in de planperiode een pilot beheerissserij in de Friese boezem uit te voeren leidde eerst tot een visstandbemonstering in (Spierts & Vis, 2011) en vervolgens tot een haalbaarheids-onderzoek (Witteveen+Bos, 2012a) van de Leijen. Dat meer leek immers bij uitstek geschikt vanwege de eerder uitgevoerde maatregelen om de nutriëntenbelasting daar te verlagen (De la Haye et al., 2010, 2012). De N- en P-concentraties waren sterk afgenomen. Het zou onverstandig zijn geweest om eerdere visstandopnamen (in 1998, 2002, 2004, 2005, 2006 en 2009) en een eerder uitgevoerde beheerissserij (Bonhof et al., 2007) in dit meer niet bij de nieuwe actie te betrekken.



Omdat de pilot in de Leijen niet doorging, werd de focus verlegd naar de overige boezemmeren. Voor 12 andere meren werd een gelijksoortig haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd (Witteveen+Bos, 2013b). Ook daar ligt veel historie in bijvoorbeeld trends in nutriëntengehalten (Witteveen+Bos, 2006b; Rozemeijer & Klein, 2013), visstandopnamen (Schalk, 2013) en eerder uitgevoerde beheervisserijen (Clewits, 1994; Lammens, 1996). Het tweede voorbeeld betreft een macrofaunabemonstering op zes locaties binnen de waterharmonica Aqualân bij rwzi Grou. Deze punten liggen als het ware op een ruimtelijke gradiënt door dit zuiveringsmoeras. Interpretatie van de resultaten, te relateren aan een geleidelijke kwaliteitsverbetering van het doorstroomde effluent, krijgt pas betekenis als er een vergelijking met een referentie of gelijksoortige situaties elders gemaakt wordt. Dan is het nodig te weten dat er in Friesland eerder een gradiëntenonderzoek heeft plaats gevonden bij een aantal ongezuiverde en gezuiverde lozingen van afvalwater (Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979b; Claassen, 1981a), de macrofaunamonsters zijn beoordeeld met het systeem van Moller Pillot en dat er een landelijk onderzoek is uitgevoerd naar het ecologisch effect van effluënten op oppervlaktewater (STOWA, 2009), waarbij in beide gevallen macrofauna is onderzocht.

De aanvankelijke bedoeling was een literatuuroverzicht te maken, zoals opgenomen in hoofdstuk 14 en daarbij een legenda te maken en toelichting te schrijven. Dit laatste is letterlijk en figuurlijk uit de hand gelopen. Anderzijds is dit overzicht niet meer dan het rechter paneel van een drieluik: een beschrijvende en beschouwende toelichting op waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in de afgelopen honderd jaar. Het linker paneel is voor te stellen als de bibliotheek, gevuld met alle documenten hier genoemd. Voor de oudere stukken zal dat analoog zijn, voor de recente werken kan dat ook in digitale vorm zijn. Zo'n 'Friese (afdeling van de) Hydrotheek' is er nog niet en met het voortschrijden van de tijd zal het vullen ervan steeds lastiger worden. Er is dus haast geboden.

Dan het hoofdpaneel. Dat is voor te stellen als nu nog een stapel puzzelstukjes van verschillende puzzels, met meer en minder grote en kleine stukjes, makkelijk en moeilijk en nog maar voor een deel gesorteerd en in elkaar gepast. Hier ligt een uitdaging om te gaan puzzelen, wetende dat er puzzels tussen liggen over verschillende watersystemen, ieder in hun eigen 'environment' afgedrukt. Misschien wel de belangrijkste gaat over de Friese boezem. Daarin zijn plaatjes verwerkt van water- en stoffenbalansen, van trendanalyses van waterkwaliteitsgegevens, van remote sensing beelden, van de visstanden en vismigratie, van waterkwaliteitsbeoordelingen, van de waterbodem en de oevers, en dat alles door de tijd heen en van zuidwest naar noordoost. De randen van deze puzzel zijn al gelegd. Het eindresultaat moet een prachtig beeld geven van hoe dat alles samenhangt en zich manifesteert en zich in de afgelopen eeuw heeft ontwikkeld. Dan is er een puzzel over de laagveenmoerasgebieden. Ogenscheinlijk los van elkaar liggende gebieden met water, trilveen, riet en moerasbos, waarvan de stukjes voor ieder gebied al zowat in elkaar zijn gepast en die niet zo lastig is af te maken. Maar het eindplaatje zal verrassen: er is meer samenhang dan het lijkt, zowel in de historische tijdslijn gezien als met de ondergrond en het grondwater. Een ondergewaardeerde en tot voor kort steeds terzijde gelegde puzzel heet 'sloten', met heel veel kleine stukjes. Het landschapspatroon eromheen en de subtiel verwerkte grondsoortenkaart helpen bij het maken van deze puzzel. Als deze in elkaar gezet is, blijkt er een nieuw snufje in verwerkt te zijn, een soort 3-D holografisch effect: vanuit verschillende kijkrichtingen verspringen de sloten van kleurpatroon. Blijkbaar is er wat aan de hand met de begroeiing, niet alleen van vroeger naar nu, maar ook nu nog door het jaar heen. Als deze drie klaar zijn en terzijde geschoven kunnen worden, wordt de resterende stapel een stuk overzichtelijker. Er blijken nog drie puzzels te resteren. Met de opgedane ervaring bij de drie lastigste puzzels moeten deze verder een makkie zijn. De eilanden zijn dan al snel te herkennen, en op het vaste land de vennen, dobben en geïsoleerd liggende plassen. Hier komen de 'overige wateren' in beeld. In de vijfde puzzel vormen de vaarten, polderplassen en beken het hoofdmotief. Daarmee zijn dan alle KRW-waterlichamen gecoverd. De laatste puzzel ten slotte is wel even groot als de vorige vijf, doch deze heeft een kleinere schaal. Ook wordt een deel van het IJsselmeer zichtbaar, evenals de Noordoostpolder, het aangrenzende deel van Drenthe en Groningen, de Waddenzee en een randje Noordzee.

De zes puzzels nodigen uit om op de vlakken van een kubus geplakt te worden. Alles in een. Was de in de NW3 (1989) gepresenteerde kubus van het watersysteem, met op de vlakken oever, water en waterbodem; biologische, chemische en fysische componenten; en grond- en oppervlaktewater met de relevante omgeving nog erg schematisch en abstract, deze nieuwe kubus is -25 jaar later- veel echter en meer een afspiegeling van de werkelijkheid. Alles is een.

## 9.6 Water is meer dan H2O

En er is meer tussen hemel en aarde. Onderzoek en monitoring van water en de daaraan gekoppelde beoordeling van de waterkwaliteit (tot zover beschreven) richt zich geheel op de in het water aanwezige opgeloste chemische stoffen (zoals zuurstof, nutriënten, macroïonen, zware metalen en organische microverontreinigingen en de daarmee samenhangende fysische eigenschappen, als elektrische geleiding en zuurgraad), zwevende stof (suspended matter) en (micro) biologische organismengroepen (zoals virussen, bacteriën, algen, zoöplankton, macrofauna, waterplanten en vissen). Semi-aquatische organismen (groepen), zoals moerasvogels, Noordse woelmuis en otter, behoren tot het randgebied van de aquatische ecologie. Aanwezigheid en beschikbaarheid van stoffen of organismen in het water, naar hoeveelheden

en soorten, of naar de daardoor gestuurde processen (bijvoorbeeld achterhaald bij de BOD- en COD-bepalingen en in bio-assays), afgezet tegen normen en maatlaten, bepalen de waterkwaliteit. Het water, de vloeistof H<sub>2</sub>O, als informatie-drager van intrinsieke eigenschappen krijgt daarbij nog vrijwel geen aandacht. Pas recent is hiervoor enige erkende aandacht (*Van Sluis, 2011; Van Sluis & Van der Roest, 2011*).

Langzaam maar zeker wordt echter duidelijk dat deze intrinsieke (fysieke en energetische) eigenschappen en waarden van water aanwezig en relevant (kunnen) zijn, hoewel ze nog niet reproduceerbaar, objectief en persoonsonafhankelijk gemeten of bepaald kunnen worden. Geschikte meetapparatuur ontbreekt nog. Effecten van deze nog goeddeels verborgen eigenschappen worden echter her en der gemeld (*Matthijsen et al., 1994; Schwuchow et al., 2010; Silvis, 2013*). Zo kunnen uit het (afval)water verwijderde of afgebroken stoffen nog (enige tijd) hun stempel drukken op dat water of wel hun imprint achterlaten in dat water. Naar verwachting zal dit aspect van water(kwaliteit) de komende jaren meer en meer herkend en erkend worden (*Claassen & Gast, 2011*), en daarmee een geheel nieuwe dimensie toevoegen aan wat nu gevat wordt onder oppervlaktewater(kwaliteit) en waterkwaliteitsonderzoek. *Jäger (2003)* zegt, als hij de relatie tussen natuurwetenschappelijk onderzoek en mystieke spiritualiteit bespreekt: "Ik ga ervan uit dat de essentiële impulsen voor een toekomstige ontwikkeling van de geest zullen uitgaan van de natuurwetenschappen. Ik vermoed dat het tot een herontdekking van de metafysica zal komen, maar niet filosofen en theologen zullen daaraan een bijdrage leveren, maar natuurkundigen en biologen. Zij zijn het namelijk die bij hun fundamenteel onderzoek steeds meer de grenzen van het denken bereiken. Daar komen zij in aanraking met een werkelijkheid die ze noch in twijfel kunnen trekken, noch met de middelen van de logica en het analytische denken kunnen begrijpen". Een nog verder van het alledaagse, vertrouwde, bekende en meetbare af liggende aspect van water is de (verborgen) wereld van natuurwezens, waaronder ook waterwezens, zoals *Steiner (1990), De Jong (2004)* en *Weirauch (2004)* dat zagen en bespraken. Met de drie tekeningen in dit boek van Lydia van Oort wordt, voor degenen die hiervoor open staan, een tipje van die sluier opgelicht.

*'Everyone who is seriously involved in the pursuit of science becomes convinced that a spirit is manifest in the laws of the universe – a spirit vastly superior to that of man.'*  
*Albert Einstein.*

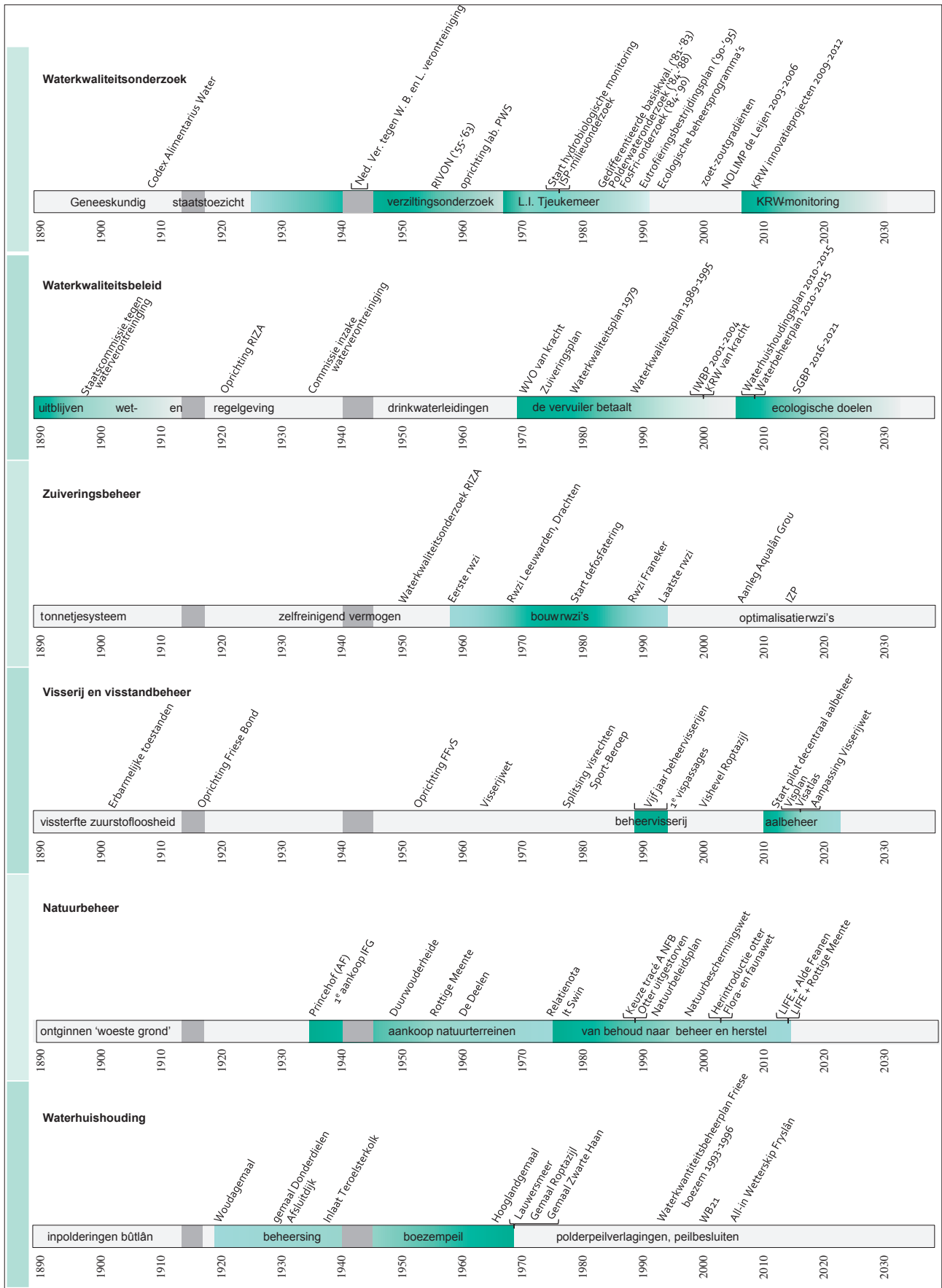
## 9.7 Maatschappelijke en organisatorische veranderingen

*'Wat volgt staat altijd in verband met wat eraan voorafging.'*  
*Marcus Aurelius*

Panta rhei, de laatste eeuw en vooral de laatste decennia soms wel erg hard. De eventuele directe of indirecte gevolgen van diverse maatschappelijke ontwikkelingen voor de waterkwaliteit laten zich slecht voorspellen. Enkele ontwikkelingen kunnen slechts genoemd worden, waarbij eenieder er het zijne of hare bij denkt en overweegt. Op landelijk schaalniveau werden door het Milieu en Natuurplanbureau toekomstscenario's uitgewerkt. In 2007 publiceerde zij het rapport 'Nederland Later' met daarin kaarten hoe Nederland eruit zou kunnen zien in 2040 (*MNP, 2007*). Bij doorgang van de toenmalige bestaande plannen zou ons land sterk aan natuurkwaliteit en biodiversiteit verliezen en klimaatverandering zou nieuwe problemen opleveren. Er werden kaarten gemaakt vanuit verschillende 'kijkrichtingen', zoals klimaat(bestendigheid), robuuste natuur, ruim en groen wonen, landschap, recreatie en toerisme. Daarvan werd dan een combinatiekaart gemaakt. Een jaar later werden (ruimtelijke, landschappelijke) toekomstbeelden van ons land getoond, waarin wateropgaven en functie-gebonden ruimtelijk gebruik leidend waren (*RWS Waterdienst, Deltares & H+N+S Landschapsarchitecten, 2008*). De wateropgaven kwamen voort uit de aannames: het water komt omhoog, het wordt natter, het wordt warmer en droger (zomers), het wordt zouter (langs de kust) en de bodem daalt. Een groot aantal kaarten wordt getoond met mogelijke toekomstscenario's. Welke kant het opgaat, blijft gissen; dat veranderingen blijven doorgaan, is vrijwel zeker.

*'Het maakt niet uit welk toekomstbeeld we kiezen, als we maar kiezen.'*  
*A.J. Berkhout, 2004. Nieuw elan met een inspirerend toekomstbeeld. In: Visie op Water, een verkenning.*

Wonen aan het water is in. Vele steden en dorpen willen of nieuwbouwlocaties koppelen aan open water of oudere delen ontsluiten voor open water. Blitsaerd (Leeuwarden), liggend aan de Bonke, is het schoolvoorbeeld voor het eerste, Drachten voor het tweede. De Drachtstervaart werd in 1966 gedempt. Drachten was midden vorige eeuw in een korte periode gegroeid van een klein dorp tot een flinke stad, vooral nadat Philips zich er in 1950 vestigde. Met het dempen van de overbodig geworden vaart dacht het gemeentebestuur destijds met de tijd mee te gaan. Ruim veertig jaar later worden de recente plannen om de vaart weer open te maken uitgevoerd. Het Polderhoofdkanaal beleeft momenteel eenzelfde uplift in de vaart der volken. Ook bedrijventerreinen kenmerken zich meer en meer met fraaie waterpartijen. Bij Oosterwolde is een ecologisch bedrijvenpark (Venekoten) in ontwikkeling met water als groene ader er doorheen. Stedelijk waterbeheer en beleving van stadswateren blijft een belangrijk item.



Figuur 9.2. - Een beknopte schematische tijdsduiding voor zes onderwerpen van (invloed op) het waterkwaliteitsbeheer, zoals zich dat voordeed gedurende de beschouwde periode van dit literatuuroverzicht. Steeds zijn per onderwerp enkele highlights aangegeven.





Rijperkerkgemaal aan de Rijperkerkstervaart, februari 2010.



Hoog water westzijde Bergumermeer, januari 2012.

Bezuinigingen en een terugtrekkende, soberder overheid doen zich voor. Decentralisatie van taken en bevoegdheden van het Rijk naar lagere overheden. Ook de lagere overheden trekken de broekriem aan; het waterschap middels het credo 'Wetterskip in Balans': waterschapstaken worden versoerd en de organisatie wordt kleiner. *Van Eerd & Beugelink (2012)* zijn somber over de effecten van de huidige bezuinigingen voor de waterkwaliteit: "Ondanks de successen van het milieubeleid in de periode 1985-2003 voldoet minder dan 1 % van het oppervlaktewater aan de eisen van de KRW. De laatste 10 jaar stagneert bovendien de verbetering van de waterkwaliteit. De verwachting is dat door bezuinigen op KRW-maatregelen en het natuurbeleid, in combinatie met lage ambities voor het mestbeleid en duurzame gewasbescherming, ook in de komende jaren verdere verbeteringen achterblijven". Nieuw op het toneel is 'crowdfunding', dat voor enkele natuurprojecten (ottertunnels en boomkikkerreservaat) al is ingezet. Wie weet wat volgt.

Een mogelijke verdere opschaling van provincies (naar landsdelen) en waterschappen (na 'heffing en invordering' vervolgens voor de afvalwaterzuivering?) wordt her en der geopperd. Fusies of samenwerkingsconstructies? Ook andere organisaties, zoals de terreinbeherende instanties, DLG en LTO moeten meer dan een veer laten. Fusies van de Friese gemeenten is momenteel volop bezig. Samenvoeging van drinkwatervoorziening en oppervlaktewaterbeheer en samenwerking met gemeenten? De Visitatiecommissie Waterketen zit ze achter de broek (*Smit, 2014*).

Inzet op blauwgroene diensten door (georganiseerde) particulieren. Het Voorwoord van het Beleidskader van Wetterskip Fryslân (2013e) begint als volgt: "Ons waterschap staat in de komende jaren voor een aantal grote opgaven in het watersysteem. Inspelen op klimaatverandering, verbeteren van de waterkwaliteit en optimalisatie van de bediening van de gebiedsfuncties vergen maatregelen, zowel in de sfeer van inrichting als beheer. Deze notitie 'Werken met Groen Blauwe Diensten' gaat in op de kansen die samenwerking biedt om deze maatregelen op een kosteneffectieve manier en met draagvlak te realiseren. Samenwerking met de betrokken grondeigenaren en -gebruikers; met hun belangenorganisaties; maar ook met de overheden gemeenten en provincie". Op weg naar een participatiemaatschappij. Dat alles bij een nu al krimpende Friese bevolking in plattelandsgemeenten en een afnemend aantal doch groter wordende agrarische bedrijven.

Ook buiten verandert er van alles. Bodemdaling door veenoxidatie en inklinking in het veenweidegebied door lage polderpeilen en relatief grote drooglegging. Dit niet te stoppen proces zal op termijn grote consequenties hebben voor het waterbeheer (*Schouwenaars, 2011*), de inliggende laagveenmoerasgebieden en de natte infrastructuur (Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2011; RoyalHaskoningDHV, 2013b). Elders bodemdaling door gas- en zoutwinning. Een langzaam maar zeker stijgende zeespiegel. Toenemende verzilting in het kustgebied. Klimaatverandering met hogere temperaturen, meer neerslag en zware buien in korte perioden. Afwatering van overtollig water naar zee onder vrij verval zal geleidelijk aan afnemen. Daarentegen neemt de maatschappelijke acceptatie af van wateroverlast, -tekort of te veel afwijkende peilen van het normale. De landbouw, momenteel gekenmerkt door schaalvergroting en intensivering, vraagt zelfs verdere optimalisatie van de waterhuishouding. Hoe lang kan het water(kwantiteits)beheer blijven zoals het is, naar betaalbaarheid en fysieke condities? Friesland telt duizend gemalen. Zal de Friese boezem eens gecompartmenteerd moeten worden? Zijn kaden in de veenpolders onvermijdelijk? Of wordt het meewerken met de natuur, Building with Nature (*De Vriend & Van Koningsveld, 2012*), in een circulaire economie, zoals hiervoor genoemd? Cruciaal is ook of, hoe en wanneer zich kantelmomenten (omslagpunten) gaan voordoen in ogenschijnlijk geleidelijk verlopende ontwikkelingen en processen.

Door de waan van het moment is hier vrijwel iedere vierkante meter eens en soms vaker op de schop gegaan. Ingrepen en veranderingen uit het verleden worden soms na kortere of langere tijd weer teruggedraaid of de effecten daarvan moeten

gemitigeerd worden. Een eeuw geleden werd men man en macht boezemland ingepolderd. Dat ging met duizenden ha tegelijk (*De Haan, 1952*). Een voorbeeld: in 1955 werd 2600 ha boezemland tot winterpolder bedijkt (Koolhaas & Vrijhof, 1958). Momenteel wordt geprobeerd om mondjasmaat weer wat hectares voor de boezem te leggen. Vanaf 1920 is de seizoensdynamiek van de waterstanden op de Friese boezem gedecimeerd (Claassen, 208a). De afgelopen jaren zijn tal van studies uitgevoerd daar weer wat marges in aan te brengen (Wetterskip Fryslân, 2010a, 2010b). Eenzelfde fenomeen kende het Lauwersmeer, waar ruim 30 jaar na de afsluiting de Watervisie Lauwersmeer licht moest laten schijnen op meer peildynamiek in dat watersysteem, zo mogelijk met een beperkte zoet-zout gradiënt. In de jaren '60 en '70 werd een aantal sluzen gedempt (bijvoorbeeld twee bij het Polderhoofdkanaal) of gesloopt en vervangen door gemalen (bijvoorbeeld die bij Roptazijl). In enkele gekanaliseerde, genormaliseerde en beschoeide beken liggen nu flinke KRW-opgaven en maatregelen vanuit het ROM-project zuidoost Friesland, zoals stukjes hermeandering, vismigratie en aanleg van natuurvriendelijke oevers. Het Polderhoofdkanaal wordt nu weer bevaarbaar gemaakt voor doorgaande scheepvaart en bij Roptazijl en Zwarte Haan is of wordt voorzien in vismigratie tussen Wad en polder. De twee generaties terug gedempte Drachtstervaart wordt nu weer in ere hersteld. Omvangrijke polderpeilverlagingen uit het verleden resulteren nu in een complex en duur waterbeheer en leiden in het veengebied tot schade aan wegen en huizen en extra nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater. Momenteel wordt een beleidsvisie opgesteld over (het peilbeheer in) dat veenweidegebied (Royal-HaskoningDHV, 2013b). Die peilverlagingen gingen veelal gepaard met het maken van nieuwe peilvakken. Dat werden er in Friesland ca. 8200. Nu is er de bestuurlijke wens dat aantal te verlagen. De ongezuiverde lozingen van bedrijven, zoals van de galvanische industrie en scheepswerven, raakten op tal van plaatsen de waterbodem ernstig vervuild. Dat leidde tot kostbare saneringsoperaties de afgelopen twee decennia. En de PCB-belasting van het milieu had tot gevolg dat de otter hier in 1988 uitstierf. Met veel inzet en doorzettingsvermogen van enkelen kwam in 2001 in herintroductieprogramma van de grond. De tot in detail goed onderbouwde en uitgewerkte indeling van Friesland in watersystemen, gegroepeerd tot geclusterde watersystemen en onderverdeeld in subwatersystemen (Iwaco 1994c; Dol, 1995; Van Meerendonk, 1996) verdween met de komst van de KRW-waterlichamen naar de onderste bureaulade. Tot zover enkele voorbeelden: of wel: de vis wordt duur betaald. Welke lessen worden daaruit getrokken voor de toekomst. Hoe ver durven politici en bestuurders vooruit te kijken en te besluiten?

In figuur 9.2 zijn enkele markante gebeurtenissen in de afgelopen eeuw als herkenningmomenten weergegeven. Hoe zal een volgende tijdsperiode eruit gaan zien? Een korte toelichting, van onder naar boven, op figuur 9.2. *Waterhuishouding*. Van ca. 1875 tot ca. 1970 vond de omvangrijkste inpoldering van boezemland plaats. In de laatste 50 jaar van die periode werd het peilbeheer van de Friese boezem geheel naar menselijke hand gezet met tenslotte een jaarrond vast streefpeil van -0.52 m NAP. Landbouw en scheepvaart waren daarbij het meest gebaat. De nadien uitgevoerde ruilverkavelingen en landinrichtingsplannen leidden tot een voor de landbouw optimaal waterpeilbeheer. Vanaf de jaren '80 is mais niet meer uit het agrarisch buitengebied weg te denken. *Natuurbeheer*. In de eerste helft van de vorige eeuw was er nauwelijks (landschappelijk) onderscheid landbouw-natuur, zoals dat er nu is. Er werd geboerd in een mengeling van cultuur- en natuurlandschap; het agrarisch beheer verrijkte de natuurwaarden met gradiënten: intensiever gebruik dicht bij de boerderijen, extensiever op verder afgelegen gronden. De voortgaande omvorming van 'woeste gronden' en het gebruik ervan als vuilstortplaats leidden tot de veiligstelling van restanten natuur door aankoop. Als eerste de Princehof in 1934, in 1955 de Rottige Meente en in 1960 De Deelen. Later werden deze eerste aankopen uitgebreid tot de omvang van de natuurterreinen, die ze nu hebben. Natuurbeleid en -beheer werden pas met en na de Relatienota van 1975 vorm gegeven. *Visserijen visstandbeheer*: Ruim een eeuw geleden was het door plaatselijke vervuiling daar ter plekke slecht gesteld met de visstand. Elders, buiten de wooncentra, was het juist goed vissen. Eerst het Beroep en later de Sport gingen zich organiseren en hun belangen behartigen. Vanaf 1977 werden beide groepen min of meer elkaars tegenspelers, ondanks dat ze juist verschillende vissoorten exploiteren. De Sport groeide en het Beroep kromp in omvang en aantal. De waterbeheerder zet zich vanaf begin jaren '90 in voor een goede en gezonde visstand. *Zuiveringsbeheer*. Lange tijd verwaarloosd en lang geteerd op het zelfreinigend vermogen van het water, behalve in woonkernen waar het de spuigaten uit liep. Daar kwam het tonnetjessysteem, soms een opslagverbod voor mest en de eerste riolering. Pas in de jaren '70 en '80 wordt afvalwater gezuiverd, en dan overigens heel goed. *Waterkwaliteitsbeleid*. Er was aanvankelijk vrijwel geen enkele bestuurlijke wil de watervervuiling structureel aan te pakken. Er werd meer dan 100 jaar gepraat voordat in 1970 de WVO van kracht werd. Vanaf dat Europees Natuurbeschermingsjaar en met maatschappelijk draagvlak en druk ging het snel de goede kant op. *Waterkwaliteitsonderzoek*. Lange tijd werd dat aangestuurd door twee of erigens zowel ruimtelijk als qua doelgroep geheel gescheiden belangen: vanuit de volksgezondheid in bebouwd gebied, waar epidemieën en infectieziekten niet ongewoon waren en vanuit de landbouw, waar verzilting hét probleem was. Het onderzoek verbreedt zich pas vanaf 1955 en slaat dan een weg in die nu met waterkwaliteitsmonitoring nog steeds bewandeld wordt.

'Je kunt een probleem niet oplossen met de denkwijze of werkwijze die het heeft veroorzaakt.'  
*Albert Einstein.*

Ten slotte zij vermeld de vergrijzing van de bevolking en de uitstroom van babyboom generatie medewerkers bij bedrijven en overheden. Niet zozeer relevant is het babyboom zijn van deze uitstroom, maar wel dat het voor de sector waterkwaliteit en ecologie de eerste generatie medewerkers betreft. Zij kwamen in de 2<sup>e</sup> helft van de jaren '70 en begin jaren '80 in dienst,

# Lessen over water, cola en brasems bij De Leijen

Bijna elk kind uit de buurt van Rottevalle, Opeinde, De Tike en Eastermar heeft wel eens in De Leijen gezwommen. Het water is goed, maar kan nog beter. Dat hebben schoolkinderen uit die dorpen de afgelopen tijd geleerd. Gisteren sloten ze het project Watch af met een quiz en spelletjes met water.

LC 14-7-05

Door Gerrie Remersma

**ROTTEVALLE** - Cola is zuur en van brasems moet je niet te veel hebben. De kinderen van de hoogste klassen van zes scholen in Rottevalle, De Tike, Opeinde en Eastermar zijn sinds een stuk wijzer geworden. Dankzij het water van De Leijen, het meer bij Rottevalle.

Cola is zuurder dan karnemelk en kraanwater. Cola is zelfs heel zuur als je de zuurtegraad, de zogeheten pH-waarde, weet. Dat mag je dan ook niet drinken als je een beugel hebt. Dankzij die kennis scoorden de kinderen van De Finne in Rottevalle als enigsten een punt bij deze vraag in de kennisquiz op het slotevenement van Wacht, een project van de provincie en natuurvereniging IVN. Het punt is niet voldoende overigens, de hoofdprijs is later voor de kinderen van De Bolster uit Eastermar.



In de estafettewedstrijd geven twee groepen kinderen water uit De Leijen door naar achteren. Welk team de fles het eerst vol heeft, heeft gewonnen.

Foto LC/Sko van Lings

Bijna tweehonderd kinderen van de zes scholen deden mee. De afgelopen tijd hebben ze op school geleerd over de kwaliteit van het water en hoe die te verbeteren. Met de quiz, een presentatie van hun kennis en estafette met waterspellen sloten ze het project af bij het paviljoen bij de Leijen.

Het meer is een bekende zwempplaats. Het water is troebel. Er

zitten te veel brasems in, die de bodem omwoelen. De vissen eten ook nog watervlooiën op, die anders algen opeten. En algen verpest het water. Te veel brasems zijn dus niet goed. Projectleider Jesler Kiestra – tevens quizmaster – noemt de brasems „de varkentes van het zoete oppervlaktewater”.

Niet alleen de brasems maken het water troebel, ook komt er nog veel mest terecht in het water, afkomstig van de landbouwers en de riooloverstorten in de buurt. De provincie, het waterschap en andere instellingen willen samen onder de naam 'Nolimp' het water van De Leijen schoner maken. Tot volgend jaar investeren ze €1 miljoen in maatregelen daarvoor. Een daarvan is het bevissen van De Leijen.

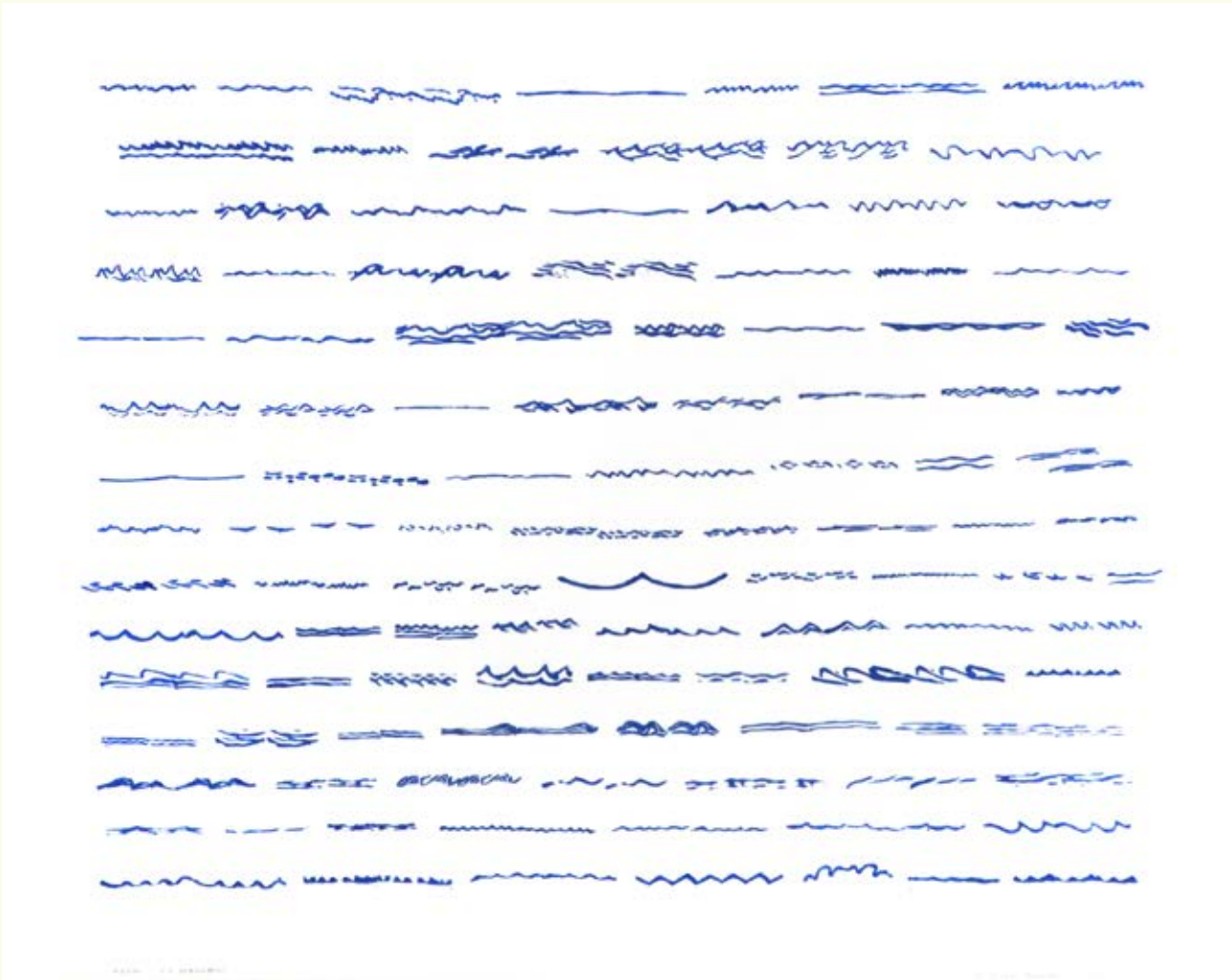
De kinderen zijn er allemaal zelf op uit getrokken om te kijken wat er zoal mis is in en om De Leijen. In presentaties aan een jury toonden groepjes al zingend, toneelspelend of dansend hun bevindingen. Drie meisjes van het Maatjussibben uit Opeinde doen een onderzoeksteam na. „Het water is redelijk schoon.” „Wat vind je ervan dat er honden in zwemen?” „Dat is niet supererg. Maar als ze erin poepen, dan moeten de baasjes het wel opruimen.”

De kinderen zijn er allemaal zelf op uit getrokken om te kijken wat er zoal mis is in en om De Leijen. In presentaties aan een jury toonden groepjes al zingend, toneelspelend of dansend hun bevindingen. Drie meisjes van het Maatjussibben uit Opeinde doen een onderzoeksteam na. „Het water is redelijk schoon.” „Wat vind je ervan dat er honden in zwemen?” „Dat is niet supererg. Maar als ze erin poepen, dan moeten de baasjes het wel opruimen.”

hebben de hele geschiedenis van de ontwikkeling van het hydrobiologische vak meegemaakt en die zelf voor een belangrijk deel vorm en inhoud gegeven. Met deze uitstroom gaan kennis en ervaring verloren, die bij de opvolgende generatie mogelijk gemist zal worden. Hoe groot dat probleem zich zal gaan voordoen, is nog ongewis. Dit onderwerp staat in elk geval wel in de belangstelling. Positief is de aandacht die er hiervoor is bij de het Koninklijk Nederlands Waternetwerk met 'Jong KNW', bedoeld voor studenten en jonge professionals in of belangstellend voor de watersector. De Unie van Waterschappen richtte vijf jaar geleden het Nationaal Jeugdwaterschapsbestuur op, waaraan vanuit de meeste waterschapsgebieden een (wisselende) afgevaardigde (scholier) uit de regio deelneemt. Ook op de jaarlijkse bijeenkomsten van het Wereld Water Forum komt de jeugd voor het voetlicht. *Geleijne (2013)* schijft: de generatie W komt eraan: jong, ambitieus en internationaal. Meer bezorgde geluiden waren te horen tijdens de Waterbouwdag van 8 november 2012: zie onder meer het redactioneel verslag van in H2O (Anonymus, 2012) en de bezorgde reactie daarop van *Geldof (2012)*: “Er is op dit moment geen ernstiger vraagstuk denkbaar dan een komend tekort aan technici. De waarde van technici wordt onderschat”. In 2013 komt H2O terug op dit item (*Schilperoort, 2013*): “Is er leven na de grijze golf?”.

In hun boek *'Een sprong in het diepe'* beschrijven *Cath et al. (2011)* het belang van ervaringskennis voor het waterbeheer. “Waterbeheerders die veel ervaringskennis hebben opgedaan in hun werk en leven blijken vaak beter in staat om buiten de standaardoplossingen, de vastgestelde protocollen en procedures te denken en te handelen als het er op aan komt”. Zij constateren daarbij onder meer dat het aantal mensen met veel ervarings- en gebiedskennis in de waterwereld afneemt en dat die kennis zich voordoet als een ijsberg (10 % is zichtbaar en 90 % is onzichtbaar). Het zit in de hoofden en harten van de oudere medewerkers. “Het behoud, de goede inbedding en de overdracht van de grote ervaringskennis van deze vaklieden vormt een probleem. Dat geldt overigens niet alleen voor ‘het werk in het veld’. Ook in de techniek, opleidingen en management gaat teveel ervaringskennis verloren of is die niet langer vanzelfsprekend ingebed in wat er in het waterbeheer allemaal nodig is”, zo vermeldt het ‘Ten geleide’ van deze STOWA-uitgave. “Geïndiceerde problemen hangen voor een belangrijk deel samen met het afnemen van ervaringskennis en de afname van de stroom van ervaringskennis door de waterorganisaties heen. Als we de verschillende wateropgaven als een complexe puzzel opvatten, dan lijkt het erop dat de vele puzzelstukjes nog wel aanwezig zijn en functioneren, maar dat de verbinding tussen de stukjes aan het verdwijnen is. Kortom we kunnen niet zonder ervaringskennis”, aldus *Cath et al.* Wat hen opviel was dat “over de betekenis van ervaringskennis en de verhalen waarin ervaringskennis is vervaardigd en wordt overgedragen, eigenlijk nooit wordt gesproken of geschreven in beleidsplannen, nota’s, protocollen, handboeken en (management)opleidingen”. Naast verankering van ervaringskennis is de ambitie van onder meer waterbeherende instanties om voldoende en deskundige medewerkers aan te trekken ten minste net zo belangrijk. Moge dit literatuuroverzicht met deze voorafgaande toelichting een bijdrage zijn om de opgedane ervaringskennis inzake het Friese waterkwaliteitsbeheer in de afgelopen decennia enigszins te hebben vastgelegd. En moge dit overzicht daarmee bijdragen aan een beter begrip van en waardering voor de Friese aquatische ecosystemen voor de huidige en komende generaties.





## Water 110 pogingen

Hans Waanders, 1995.

stempels op papier, editie 1/15, 65x52 cm.

Tentoongesteld in het Fries Museum, Leeuwarden.

## HOOFDSTUK 10

# Literatuur

Hier zijn de literatuurverwijzingen uit de voorafgaande tekst opgesomd voor zover die niet in de grote tabel in hoofdstuk 14 van Deel 2 zijn opgenomen, en dus niet expliciet gaan over 'waterkwaliteitsonderzoek in Friesland'. Daarna sluit deze literatuurlijst -en daarmee Deel 1- af met 'overige publicaties' van de auteur. In de dan volgende hoofdstukken 11 en 12 met korte bijdragen van anderen zijn de door hen vermelde literatuurverwijzingen ongewijzigd bij de tekst blijven staan om die bijdragen als zodanig tot een geheel te behouden.

### 10.1 Algemene literatuur

#### Achtergrondliteratuur van niet in hoofdstuk 14 van Deel 2 opgenomen referenties.

- Abrahamse J. (ed.), 1986. Rivieren van Noord-Nederland. Noorderbreedte, Groningen en De Walburg Pers, Zutphen.
- Abrahamse J., W. Joenje & N. van Leeuwen-Seelt, 1976. Waddenzee, natuurgebied van Nederland, Duitsland en Denemarken. Waddenvereniging Harlingen & Natuurmonumenten 's-Graveland. 368p met losse kaarten.
- Akkermans R., 1987. Leren leven met de muskusrat. *Natuur en Milieu* 11 (5): 4-7.
- Alterra, 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Serie van 13 rapporten met verschillende auteurs. Rapporten AS-01 t/m AS-13 Expertisecentrum LNV.
- Anonymus, 1883. Friesland in grootvaders tijd. In: *De Aarde en haar Volken*. Facsimile herdruk in 1969 door Kruiseman's Uitgeversmaatschappij N.V. 's-Gravenhage. Met een voorwoord van S.J. van der Molen.
- Anonymus, 2012. Hoe lossen we het tekort aan technici op? Redactioneel verslag van de Waterbouwdag van 8 november 2012. *H2O* 45 (23): 4-5.
- Arcadis, 2003. Waterkwaliteitsmodel Lauwersmeer, Watervisie Lauwersmeer. Namens Projectgroep Watervisie Lauwersmeer.
- Arend S. van der, 2013. Een otter in Brussel. *Waterkwaliteitsroman*. Landwerk, Wageningen.
- Arend S. van der, L. Santbergen, M. Wiering & J. Behagel (eds.), 2010. Tien jaar ervaringen met de Europese Kaderrichtlijn Water. *Ambities en ambivalenties*. Eburon, Delft.
- Asjes H. & B. Postma, 2005. Landbouwstructuuronderzoek Fryslân. Schaalvergroting en inrichting. Dienst Landelijk Gebied Fryslân i.o.v. provincie Fryslân.
- Bakker J.F., K.C.J. van den Ende, J. Honkoop, J.H. van Meerendonk, F.H.I.M. Steyaert, J. Stronkhorst & E. Stutterheim, 1991. Trends en toestand zoute wateren 1980-1990. Een goede start voor beheer en verkenning. Nota nr. GWWS-91.004.
- Bal D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC Natuurbeheer rapport 11, Wageningen. Herziene versie van 2001 EC-LNV nr. 2001/020.
- Beemster N. & W. Altenburg, 2006. Aanvullende beheers- en inrichtingsmaatregelen in Nationaal Park Lauwersmeer. A&W-rapport 833 i.o.v. Overlegorgaan Nationaal Park Lauwersmeer.
- Berge A.P. van den, K. Groen, H.J.M. Havekes, M.A. Hofstra & J.H.A. Teurlings (eds.), 1995. Bestrijding van de waterverontreiniging. Vijfentwintig jaar WVO. Uitgave van het ministerie van Verkeer en Waterstaat en de Unie van Waterschappen.
- Bergers P.J.M. & R.C. van Apeldoorn, 1995. Gebiedsgericht en soortgericht beleid in moerassen; de Noordse woelmuis als toets. IBN-rapport 172. Zie ook *Boomblad* 7 (6): 8-9 (december 1995).
- Bergsma J., 2013. Glasaal tellen. *VISIONair* 8 (30): 30-32.
- Berkhout A.J., 2004. Nieuw elan met een inspirerend toekomstbeeld. p.32-35 in *Visie op water, een verkenning*. NWP, Delft.
- Beijerinck W., 1927. Over verspreiding en periodiciteit van de zoetwaterwieren in Drentsche heideplassen. Proefschrift Landbouwhoogeschool Wageningen.
- Beijerinck W., 1949. Limnologisch onderzoek, een korte verkenning op het gebied van de hydrobiologie der binnenwateren. Openbare les bij de aanvaarding van het privaatschap aan de Rijksuniversiteit Groningen. Wolters uitgeversmaatschappij Groningen.
- Beijersbergen J., 2000. Veel interesse voor herstel zout-zoetovergangen. *De Water Nieuwsbrief over integraal waterbeheer* 66: 6-7.
- Bins P.G., 1949. Frieslands strijd tegen het water. Uitgegeven in samenwerking met de Kon. Ned. Toeristenbond (A.N.W.B.) door de provinciale Friese verenging voor vreemdelingenverkeer. Leeuwarden, 216 p.
- Blankesteijn M.L., 2011. Tussen wetten en weten. De rol van kennis in waterbeheer in transitie. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Blom G., M. Paulissen, W. Geertsema & H. Agricola, 2009. Klimaatverandering in drie casestudiegebieden. Integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur. WUR rapport 255.
- Bohemen H. van (ed.), 2005. *Ecological engineering, bridging between ecology and civil engineering*. Delft University of Technology.
- Bohemen H. van (ed.), 2012. *Eco-engineering; een symbiose van harde en zachte systemen*. Uitgegeven door de VSSD, Delft.
- Boland D., J.A. Guldemond & S.T. Buijze, 2001. Bio-toets voor sloten in het boerenland. *Communicatiemiddel voor waterbeheerders en boeren over de ecologische (water)kwaliteit van sloten en mogelijke verbeteringsmaatregelen*. CLM 517-2001, Utrecht.



- Bolman J., 1977. Opgang en neergang van de Brede waterpest (*Elodea canadensis* Michx.). *Natura* 74 (5): 191-197.
- Bolt F. van der, R. van den Bosch, T. Brock, P. Hellegers, C. Kwakernaak, D. Leenders, O. Schoumans & P. Verdonshot, 2004. Aquarein, gevolgen van de Europese Kaderrichtlijn water voor landbouw, natuur, recreatie en visserij. Alterra-rapport 835. Wageningen.
- Boo M. de, 1998. Het water in de vingers. Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer 1958-1998. 40 jaar beziel van water. NVA, Rijswijk.
- Bosma R.P.C. & T.J. Hombergen, 2010. Naleving lozingsverbod toiletwater recreatievaart. Signaalrapport. Inspectie Verkeer en Waterstaat domein Waterbeheer, Ministerie I&M.
- Bosmans P., 1989. Alleen de optimisten zullen overleven! Uitgeverij Lannoo, Tiel.
- Boumans L.J.M., E.J.W. Wattel-Koekkoek & E. van der Schaluw, 2013. Veranderingen in regen- en grondwaterkwaliteit als gevolg van atmosferische emissiereductie. Verzuring en vermisting 1989-2010. RIVM Rapport 680720005/2012.
- Brandwijk A. (ed.), 1998. Overzicht van publikaties Regeling EGM Natuur en Bos, Overlevingsplan Bos en Natuur, 1989-1998. Werkdocument IKC-Natuurbeheer nr. W-170. Wageningen.
- Breemen A. van & M. Lammens, 2002. Water en Milieu. *Het Waterschap* 87 (11): 498-503.
- Brink B.J.E. & S.H. Hosper, 1989. Naar toetsbare ecologische doelstellingen voor het waterbeheer. *H2O* 22 (20): 612-617.
- Brouwer J.H. (ed.), 1958. *Encyclopedie van Friesland*. 723p. Elsevier uitgave onder auspiciën van de Fryske Akademy.
- Brouwer S. & Ph. Ward, 2005. Pulling rabbits out of a hat? Implications of the European Water Framework Directive for the Wadden Sea. Environment & Resource Management Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Bruin J. de & P.J.F. de Graaf, 1991. Wadden Aktie Plan. Ecologische toestandsbeschrijving – de Waddenamoebe. RWS nota GWWS-91.060.
- Brummelkamp J. & J.J. Fahrenfort, 1945. *Beknopte land- en volkenkunde; algemene aardrijkskunde. Derde deeltje: Nederland, Nederlandscha Oost- en West Indië*. J.B. Wolters, Groningen.
- Buissink F. & R. de Wind, 2004. Wadden in beweging. Uitgeverij Terra Lannoo bv, Warnsveld.
- Buro Klaas Huizinga (vormgeving), 2008. Eilanden natuurlijk; natuurlijke dynamiek en veerkracht op de Waddeneilanden. Het Tij Geleerd & Waddenvereniging, Harlingen. 95p.
- Bijkerk R., W. Patberg, E. Wallaart & J. Warmink, 2013. De toepassing van eDNA in de monitoring van waterorganismen. Hoe ver zijn we en wat moeten we nog weten. Koeman en Bijkerk, Groningen. Rapport 2013-015.
- Cath A., G. Geldof, G. van der Heijden & R. Valkman, 2011. Een sprong in het diepe. Het belang van ervaringskennis voor waterbeheer. STOWA-rapport nr. 2012-02.
- Carey C.C., H.A. Ewing, K.L. Cottingham, K.C. Weathers, R.Q. Thomas & J.F. Haney, 2012. Occurrence and toxicity of the cyanobacterium *Gloeotrichia echinulata* blooms in low-nutrient lakes in the northeastern United States. *Aquat Ecol* 46: 395-409.
- Carey C.C., K.C. Weathers & K.L. Cottingham, 2008. *Gloeotrichia echinulata* blooms in an oligotrophic lake: helpful insights from eutrophic lakes. *Journal of Plankton Research* 30 (8): 893-904.
- Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013. Meetprogramma's voor flora en fauna. Kwaliteitsrapportage NEM over 2012. CBS Den Haag.
- Crossen J. & W. Heijink, 1965. Het jongere dekzand en zijn invloed op het ontstaan van de veenkolonien in de Friese Wouden. *Boor en Spade* 14: 42-61.
- Crossen J. & J.G. Zandstra, 1965. De oudste Boorneloo in Friesland en veen uit de Paudortijd nabij Heerenveen. *Boor en Spade* 14: 62-87.
- Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, 1982. Policy Analysis for the national water management of The Netherlands. Verslagen en Mededelingen no. 29a. Rijkswaterstaat communications nr. 31; Delft Hydraulics report nr. R. 999-7.
- Coops H., M. Beklioglu & T.L. Crisman, 2002. The role of water-level fluctuations in shallow lake ecosystems; conclusions workshop Shallow Lakes. Balatonfured, Hungary.
- Coops H. & S.H. Hosper, 2002. Water-level management as a tool for restoration of shallow lakes in the Netherlands. *Lake and Reservoir Management* 18 (4): 293-298.
- CUBWAD, 1992, 1999. Maatregelenprogramma Waddenzee (MPW) 1992-1995. Maatregelenprogramma Waddenzee 2000-2005. Commissie tot Uitvoering Beheersplan Waddenzee. RWS-DNN.
- Dam H. van, 1987. Verzuring van vennen: een tijdsverschijnsel. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Dam H. van & R.C. van Apeldoorn, 1978. De droogte van 1976 en de natuur in Nederland. *H2O* 11 (13): 278-281.
- Dam H. van, G.H.P. Arts, R. Bijkerk, H. Boonstra, D.D.M. Belgers & A. Mertens, 2013. Natuurkwaliteit Drentse vennen opnieuw gemeten: bijna een eeuw ecologische veranderingen. Herman van Dam Adviseur Water en Natuur (rapport 1010) & Koeman en Bijkerk 2012-076). Alterra-rapport 2351.



- Dam H. van & A. Mertens, 2008. Vennen minder zuur maar warmer. H2O 41 (12): 36-39. Zie ook Van Dam & Mertens (2011). Monitoring herstel verzuring en klimaatverandering vennen 1978-2010. Rapportnr. AWN 911.
- Delft J. van, N. de Kort & H. van Kleef, 2011. De Zonnebaars; portret van een exoot. Ravon nieuwsbrief 10: 21.
- Delleman I.M.E. & F.J. Jorna, 1999. Verlengde aanvoerweg goed alternatief voor natuurlijk zuiveringsfilter. Het Waterschap 84 (22): 1032-1037.
- De Levende Natuur 109 (3): 75-146. Themanummer Nieuw Soortenbeleid.
- Dienst Landelijk Gebied, 2004. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (Gebeve). Eindrapportage. Ministerie van LNV/DLG, Utrecht.
- Dionisio Pires M., 2010. Gezondheidsrisico's van blauwalgen. Deltares. 1202723-000.
- Dokkum H. van, M. Blankendaal, I. Roling & F. Wagemaker, 2001. Aandacht voor de beleving van stadswateren. Het Waterschap 86 (2): 79-81.
- Dorhout U.G., 1942. Volk aan den plas; een boek van de Friesche meren, het landschap, de mensen, hun aard, handwerk en tradities, de sagen-, dieren- en plantenwereld. Schoonderbeek, Laren.
- Dresscher Th.G.N., 1987. Historische flitsen betreffende planktononderzoek en hydrobiologie. DLN 81 (1/2): 34-41.
- Drost T. & K.J. Sjoukes, 1994. Onderhoudsplan voor waterlopen op ecologische grondslag. Het Waterschap 79 (21): 870-876.
- Dijk G. van, 1978. De betekenis en het behoud van sloten. Cultuurtechnisch tijdschrift 17: 317-333.
- Dijkema K., A. Nicolai, J. de Vlas, C. Smit, H. Jongerius & H. Nauta, 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. RWS-DNN en Alterra.
- Eerd M. van & G.P. Beugelink, 2012. Bezuinigingen belemmeren verdere verbetering waterkwaliteit. Milieu Dossier, november 2012 (7): 51-53.
- Esselink J.W.G., 2000. Nature management of Coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift RU Groningen.
- Evers N., 2006. Fosfaatrijke bagger in relatie tot de Europese Kaderrichtlijn Water. TAUW Deventer projectnr. 4422456.
- Eysink F., M. Horsthuis & R. Leopold, 2005. Beeld in de natuur; Bron van inspiratie. Terschelling, 18 maart 2005. Copydruk Wolbert Denekamp.
- Feith A.F., 1982. Visstand, visserij en waterkwaliteit; bijdrage ten behoeve van het opstellen van Rijks- en provinciale waterkwaliteitsplannen. Directie van de Visserijen, documentatierapport nr. 24. Den Haag. 60 p incl. bijlagen.
- Fellinger M., T. Kok, M. Lof & V. van der Meij, 2004. Stroomlijning Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn. Expertisecentrum LNV. Rapport EC-LNV nr. 2004/349.
- Foekema K., 2003. Koningin van de Potmarge. Friese Pers Boekerij, Leeuwarden.
- Gans, W. de, 1976. Dobben op het Drents Plateau. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift X (5): 354-364.
- Geldof G., 2012. De waarde van technici wordt onderschat. H2O 45 (24): 11.
- Geleijnse A., 2013. Generatie W komt eraan. WaterForum 9 (1): 16-21.
- Gildemacher K.F. & A.P. Versloot, 2005. Water Namen. PENN Communicatie, Joure.
- Golterman H.L., 1970. De vervuiling van ons oppervlaktewater. Natuur en Techniek 38 (11): 426-432.
- Golterman H.L., 1975. Physiological limnology. An approach to the Physiology of Lake Ecosystems. Developments in water science, 2. Elsevier, Amsterdam.
- Gonggrijp A., 1981. Biologische beoordeling van slootkwaliteit. Een literatuurstudie en een voorstel voor onderzoek in Zuid-Holland. Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden.
- Grontmij, 2007. KRW-Ambitiekiezer. Voorbeeldenboek voor het bepalen van uw gemeentelijke watervisie. Grontmij Drachten i.o.v. gemeente Opsterland.
- Groot W. (vormgeving), 1977. Friesland in vogelvlucht. Friese Pers, Leeuwarden. 289p. met los namenregister.
- Guchte K. van der, 1993. Dansmuggelarven en aalscholvers als indicatoren van vervuild bodemslib in sedimentatiegebieden van de Rijn. DLN 94 (2): 73-77.
- Haan K. de, 1952. Van Heideontginning tot Landaanwinning. in: Friesland toen, nu en straks, een Alta Uitgave: 15-20.
- Hagen J. & J. de Vries, 2005. De verbetering van de Linde. p. 51-55 in: E. Brink et al., Onderzoeksgids voor archieven val lagere overheden in Drenthe, Friesland en Groningen.
- Hammen H. van der, 1992. De macrofauna van Noord-Holland. Een aquatisch-oecologische studie: verspreidingspatronen, tijdreeksen, classificatie van wateren. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Heeswijk R. van, S. Holtes & U. Vegter, 2006. Een nieuw onderhoudsplan voor Waterschap Hunze & Aa's. H2O 39 (4): 38-41.
- Hengstum G. van, 2013. Steeds meer exoten. Natura 110 (2): 6-7.
- Het Waterschap (voorheen Waterschapsbelangen), tijdschrift voor waterschappen en waterbeheer, officieel orgaan van de Unie van Waterschappen, verschijnt 10 keer per jaar.
- Hoogenboom H. (ed.), 2014. Aquatische Ecologie in Nederland. Functioneren en beheren van zoete en brakke aquatische ecosystemen. KNNV uitgave i.s.m. STOWA. STOWA-rapport 2014-25.
- Hooghart J.C. (ed.), 1982. Waterkwaliteit en water kwantiteit in het IJsselmeergebied. Verslag van de 2<sup>e</sup> CHO-studiebijeenkomst, 2 en 3 november 1981. CHO-TNO, Den Haag.
- Hopmans J.J., 1955. Gezondheidszorg voor de Nederlandse oppervlaktewateren. RIZA. Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf, Den Haag.
- Horstman J. & J. Dirckx, 1981. De verontreiniging van de Waddenzee. Projectbureau Waddenzee, Leeuwarden.
- Hosper S.H., R. Pot & R. Portielje, 2011. Meren en plassen in Nederland: toestand, trends en hoe verder? H2O 44 (7): 25-28.
- Hueting R., Wat is de natuur ons waard? Wereldvenster, Baarn.
- Iedema W. & C. Breukers, 1997. Definitiestudie Instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart. Samenvattend hoofdrapport. RIZA rapport 97.086.
- Jager W., 2003. Elke golf is de zee. Mystieke spiritualiteit. Bewerkt door Ch. Quarch. Asoka
- Janse J.H. & P.J.T.M. Puijenbroek, 1997. *PCDitch*, een model voor eutrofiering en vegetatie-ontwikkeling in sloten. RIZA werkdocument 97.151X, RIVM rapport nr. 7-3715 004.
- Jansen G., 2009. Development of an Eternal Holiday House. Cradle to cradle analysis report. Delft University of Technology.
- Jong F. de, J. Bakker, C. van Berkel, K. Dahl, N. Dankers, C. Gätje, H. Marencic & P. Potel, 2000. 1999 Waddenzee Quality Status Rapport. RIKZ/2000.008.

- Jong N.M. de, 2004. Werken met Elementwezens. Rune-boeken.
- Jonge J. de & J.H. van Meerendonk, 1990. Wadden Aktie Plan. Inventarisatie emissies. RWS directie Groningen Dienst Getijdewateren.
- Joustra D.J., C. van Leenders & B. Wijffels, 2013. Tien perspectieven uit de natuur. Een uitgave van Agentschap NL.
- Kamp L. van der, P.J. Schroevers & H. van Dam, 1990. Een inventarisatie van het archief van de Hydrobiologische Vereniging. Intern rapport 90/1 RIN, Leersum.
- Kappelle D., 2003. Vissers van de wal. Gesprekken met beroepsvissers. Vêrse Hoeven uitgeverij.
- Kersbergen R. (ed.), 2005. Luchtfoto atlas Fryslân 1:14000. Uitgeverij 12 Provinciën, Landsmeer. 312p.
- Keulen B. (eindredactie), 1999. Beeld van de twintigste eeuw; 100 jaar Friesland. Samenstelling onder redactie van de Leeuwarder Courant. Friese Pers Boekerij. ISBN 90.330.1106.9.
- Kirilova E.P., 2009. Natural and human induced trophic changes in European lowland lakes. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Klapwijk, S.P., 1996. STOWA – twenty-five years of the Dutch Foundation for Applied Water Research. European Water Pollution Control 6 (4): 10-14.
- Kluit R. van der, 2001. Blijja Buitendijks, iets bijzonders. Het Waterschap 86 (5): 252-253.
- KNMI, 2003. De toestand van het klimaat in Nederland 2003.
- Koedood J., M. Havekes & M. Tonkes, 1996. Floatlands als onderdeel van integraal waterbeheer in Amsterdam. H2O 29 (13): 382-384.
- Koese B. & M. Soes, 2011. De Nederlandse rivierkreeften (Astacoidea & Parastacoidea). Entomologische tabellen 2011 6. EIS Nederland.
- Kooistra D., E. Betten, & Pieter Anko de Vries (eds.), 2008. Friesland's verleden. De Friezen en hun geschiedenis in vijftig verhalen. Fryske Akademy nr. 1025. ISBN 978.90.5615.196.6
- Kosten S., 2010. Aquatic ecosystems in hot water. Effects of climate change on the functioning of shallow lakes. Proefschrift WUR.
- Kramer J.C. van de, 1970 (ed.). Het verstoorde evenwicht. Een pleidooi voor behoud van het natuurlijke milieu. A. Oosthoek's uitgeverijmaatschappij n.v., Utrecht.
- Krebs B., A. Fortuin & H. Boeyen, 1995. Brakke binnenwateren het beschermen waard. DLN 96 (1): 14-19.
- Kroes M.J., H. Wanningen, P.P. Schollema, M. Ordeix, D. Vesely & P. Gough, 2006. From sea to source; practical guidance for restoration of fish migration in European rivers.
- Kuyper P.C., 1973. De jongste loop van de Boorne (Midden Friesland). Boor en Spade 18: 112-115.
- Kwaadsteniet P.I.M. de, J.F. Jonkhof & S.P. Tjallingi, 2000. Leve(n) de stadswateren. Werken aan water in de stad. STOWA rapport nr. 15.
- Lacerot G., 2010. Effects of climate on size structure and functioning of aquatic foodwebs. Proefschrift WUR.
- Lammens E., 1999. Het voedselweb van het IJsselmeer en Markermeer. Veldgegevens, hypothesen, modellen en scenario's. RIZA, Lelystad i.o.v. RWS Directie IJsselmeergebied.
- Lammens E. & S.H. Hoster, 1998. Het voedselweb van het IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. RIZA, Lelystad i.o.v. RWS Directie IJsselmeergebied.
- Lammertsma D., e.a., 2006. Herinstructie van de otter: een succesverhaal? DLN 107 (2): 42-46.
- Lange L. de & M.A. de Ruiter (eds.), 1977. Biologische Waterbeoordeling. Methoden voor het beoordelen van het zoete Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft.
- Lange L. de & J.C.J. van Zon, 1978. Evaluation of the botanical response of different methods of aquatic weed control, based on structure and floristic composition of the macrophyte vegetation. Proc. EWRS 5th Symp. on Aquatic Weeds: 279-286.
- Leenders D. & C. Kwakernaak, 2006. 20 puzzelstukjes voor de KRW. Een bloemlezing uit het onderzoek van Wageningen UR voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Alterra-rapport 1403, Wageningen.
- Leerdam A. van & J.G. Vermeer, 1992. Natuur uit het moeras! Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerasgebieden. Rijksuniversiteit Utrecht en Staatsbosbeheer i.o.v. Ministerie van LNV.
- Leeuw C.C. de & J.J.G.M. Backx, 2000. Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. RILZ rapport nr. 2000.044; RIZA rapport nr. 2000.034.
- Loohuis J., 1977a. Hoe krijgen we een gezonde sloot met goede doorstroming? Boerderij 61 (37): 8-11.
- Loohuis J., 1977b. Vooruitzichten biologisch slootonderhoud blijken gunstig. Boerderij 61(39): 8-10.
- Lugt C. L. van der & H.A.T.M. van Wezel, 1996. Bouwen aan helder water. Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Den Haag.
- Luiten J.P.A., 1995. The water system explorations – a new Dutch project (the aquatic outlook) for combining monitoring, research and policy analysis for integrated water management. Wat. Sci. Tech 31 (8): 329-344.



- Maarel E. van der, A.A. Sterk, B.M. Lensink & A.H.L. Freijns, 2011. Het Nederlandse duinonderzoek in historisch perspectief. De Stichting Wetenschappelijk Duinonderzoek. KNNV Uitgeverij, Zeist. 275p.
- Massop H.Th.L. & W.C. Knol, 2005. Historisch waterbeheer. Een kwantitatieve benadering van historische watersystemen: definities en voorbeelden. Alterra-rapport 1145. Wageningen.
- Matthijsen M.M., J.D. van Mansfelt & H.A.M. de Kruijff, 1994. De druppelbeeldmethode als potentiële, integrale somparametrische indicator voor waterkwaliteit. *H2O* 27 (22): 644-647 en 660.
- Mauch E., 1998. Die Selbstreinigung der Gewässer. Das Phänomen und seine Bedeutung für die Wassergütwirtschaft. *Korrespondenz Abwasser* 45 (8): 1439-1453.
- McDonough W. & M. Braungart, 2002. *Cradle to cradle; remaking the way we make things*. North Point Press, New York.
- Meadows D., J. Randers & W. Behrens, 1972. Rapport van de Club van Rome. De grenzen aan de groei. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht.
- Meerendonk J.H. van, 2002. Wanneer is water schoon genoeg? *Personeelsblad provincie Fryslân Profyl* 9 (4): 5
- Mettrop I.S., R. Loeb, L.P.M. Lamers, A.M. Kooijman, D.G. Cirkel & N.G. Jaarsma, 2012. Een meer natuurlijk peilbeheer: relaties tussen geohydrologie, ecosysteemdynamiek en Natura 2000. Een kennisoverzicht op verschillende schaalniveaus voor het Nederlandse laagveen- en zeekleigebied. *Boschop/Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van E, L en I. Rapport nr. 2012/OBN165-LZ*.
- Michielsen B., L. Lamers, & F. Smolders, 2007. Interne eutrofiëring van veenplassen belangrijker dan voorheen erkend? *H2O* 40 (8): 51-54.
- Milieu en Natuur Planbureau, 2007. *Nederland Later. Tweede Duurzaamheidsverkenning deel Fysieke leefomgeving Nederland*. Milieu en Natuur Planbureau i.s.m. WLI Delft Hydraulics. Bilthoven. MNP-publicatienummer 5001227001/2007.
- Milieu en Natuur Planbureau, 2008. *Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water*. Bilthoven PBL publicatienummer 50014001/2008.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Planbureau voor de Leefomgeving, 2012. *Kaderrichtlijn Water: Nota belangrijke waterbeheerkwesties. Keuzes voor schoon water*.
- Ministerie van LNV, 2005. *Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998*. Brochure ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ministerie van LNV, 2007a. *Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten*. Brochure ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ministerie van LNV, 2007b. *De leefgebiedenbenadering, een nieuwe beleidsstrategie voor soorten*. Brochure.
- Ministeries van LNV, V&W en VROM, 2006. *Verhouding tussen de Kaderrichtlijn water en de Vogel- en de Habitatrichtlijn*. Werkdocument van LNV, V&W en VROM. 11p.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995. *Schoon water*. Brochure nr. 6 in de serie Integraal Waterbeheer.
- Moller Pillot H.K.M., 1971. *Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken*. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Moore A., 2007. *The Wisdom of Water*. Python Press, Australia.
- Mulder H. & E. Zevenhuizen (eds.), 2013. *De natuur op papier. 175 jaar Artis Bibliotheek*. Uitgeverij Athenaeum, Amsterdam.
- Natuurmonumenten, 2000. *Een nieuwe toekomst voor het Fochteloërveen. Een gebied om trots op te zijn*. Brochure. 12p.
- Nederlandsch Congres voor openbare gezondheidsregeling, 1909. *Codex Alimentarius, no.3 Water*. 55p. P. Noordhoff, Groningen.
- Netten J.C., 2011. *Competition between free-floating and submerged macrophytes in a future of climate change*. Proefschrift WUR.
- Newsletter Centre for Wetland Ecology, verschijnt sinds 2010 twee keer per jaar.
- Nieuwsbrief Kijk op exoten, vanaf 2012 uitgegeven door Stichting Ravon.
- Nieuwsbrief Werkgroep Plaagsoorten (onderdeel van het waterschapsplatform Watersysteemonderhoud).
- Noordhoff Atlasproducties, 2009. *De Bosatlas van Fryslân*. Noordhoff Atlasproducties Groningen. 463 p.
- Nuland G.J. van & J.F.G.M. Meis, 1980. Comparison of a few systems for the determination of saprobic and trophic degree of the basis of phytoplankton data. *Hydrobiologia* 70: 251-256.
- Nijboer R., 2000. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 6: sloten*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Nijboer R., P. Verdonschot & M. van den Hoor, 2003. *Macrofauna en vegetatie van Nederlandse sloten*. Alterra-rapport 688, Wageningen.
- Nijland G.J., 1930. *Mijn Land IV Friesland*. Uitgave Jb. Bussink, Deventer. 64p.
- Otto J.P., Tsj.Gs de Vries & D.T.E. van der Ploeg, 1958. *Frieslands dieren en planten. 19-24 in: J.H. Brouwer (ed.), 1958. Encyclopedie van Friesland*. Elsevier uitgave onder auspiciën van de Fryske Akademy.
- Paerl H.W. & J. Huisman, 2008. *Blooms like it hot*. *Science* 320 (5872): 57-58.
- Partour, 2014. *Fries burgerpanel over landschap in Fryslân*. Partour i.s.m. Kening fan 'e Greide, Leeuwarden.
- Peeters E., J. de Klein & M. Scheffer, 2007. *Onderzoek naar het ecologisch functioneren van Nederlandse sloten*. *H2O* 40 (6): 30-31.
- Pieterse N.M., 2002. *Droogtestudie RIZA. E-mail enquête naar de mening van experts over te verwachten effecten ten gevolge van een mogelijke klimaatsverandering*. Grontmij Utrecht i.o.v. RIZA. Projectnr. 128093.
- Pitlo R.H., 1979. *Biologisch slootonderhoud met behulp van drijvende vegetaties*. *Waterschapsbelangen* 64 (13): 283-290.
- Pitlo R.H., 1986. *Towards a larger flow capacity of vegetated channels*. *Proc. EWRS/AAB 7th Symposium on Aquatic Weeds*: 245-250.
- Ploeg D.T.E. van der, 1990. *De Nederlandse breedbladige fonteinkruiden*. *Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 195*.
- Ploeg D.T.E. van der, 1993. *Door It Fryske Gea; handboek met alle natuurgebieden*. *It Fryske Gea, Olterterp*. 196p.
- Ploeg D.T.E. van der, 1999. *Natuur in Fryslân. 123 gebieden van Staatsbosbeheer*. *Friese Pers Boekery, Leeuwarden*. 336p.
- Pot R., 2010. *Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen*. *Resultaten van de 5<sup>e</sup> eutrofiëring(enquête)*.
- Prins A.H., 1993. *Laagvenen; een verkenning van mogelijkheden voor natuurontwikkeling*. *Deelprogramma Natuurontwikkeling. Dienst Landbouwkundig Onderzoek. NBP-onderzoeksrapport 5*.
- ProCensus, 2004. *Leidraad Stedelijk Waterbeheer (LSW). Rapport i.o.v. Wetterskip Fryslân*.
- Projectgroep Milieukartering, 1981. *Milieukartering in de provincie Friesland*. Provincie Friesland, PPD en PWS, Leeuwarden.
- Provinciale Waterstaat van Friesland, 1956. *Rapport inzake de bemaling van Frieslands boezem. Drie delen*.
- Provincie Friesland, 1993. *Werkprogramma ecologische hoofdstructuur van Friesland*. Provincie Friesland, afdeling Landelijk Gebied.
- Provincie Groningen, 2000. *Provinciaal Omgevingsplan, koersen op karakter*. 124p. met kaartbijlagen.
- Provincie Groningen, 2002. *Normdoelstellingen Water*. 25p.
- Puijenbroek P. van, M. de Lange & F. Ottburg, 2009. *Exoten in het zoete water in de afgelopen eeuw*. *H2O* 42 (19): 31-33.
- Quak J., 1991. *De Habitat Evaluatie Procedure; instrument voor integraal visstand-, water- en natuurbeheer*. OVB-bericht 1991-4. OVB, Nieuwegein.



- Redeke H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland. De zoete wateren. Posthume uitgave Uitgeverij De Boer, Amsterdam.
- Rekers M. & H. Tonckens, 2002. Ecologisch groenbeheer Noord-Nederland in beeld. AOC Terra, Frederiksoord i.s.m. De Vlinderstichting.
- Rietveld W., H. Boeyen, T. Mulder, C.M. Visser & B. Beltman, 1985. Typologie van sloten, een evaluatie. Werkgroep typologie van sloten van de WBW.
- Robas Producties 1990. Foto-atlas Friesland. Uitgeverij Robas Producties Topografische Dienst, Emmen. 422p.
- Rooy P.T.J.C. van, 1997a. Interactieve Planvorming voor Waterbeheer. Proefschrift TU Delft.
- Rooy P.T.J.C. van, 1997b. Interactieve Planvorming gericht op Effectiviteit en Acceptatie. STOWA boekenreeks nummer 12.
- Rooy P.T.J.C. van & R.A. Clewits, 2000. Communicatie voor beleidsprocessen IPEA als denklijn voor maatwerk. STOWA boekenreeks nummer 12a.
- Rotsaert M, 2008. Lauwersmeer "Derde Weg" Scenario. Haalbaarheidsanalyse. Svasek Hydraulics, Rotterdam i.o.v. provincie Groningen.
- Roijackers R.M.M. & M.F.L.L.W. Lurling, 2007. Climate Change and Bathing Water Quality. Wageningen UR 39p.
- Rijkeboer M, H.J. Gons & A.G. Dekker, 1998. Optische teledetectie van waterkwaliteitsparameters: demonstratie voor het waterbeheer. H2O 31 (15): 19-21.
- Rijkswaterstaat/DGSM, 1990. Wadden Aktie Plan. Discussienota. RWS Dienst Getijdewateren.
- Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, 2000. WIN-strategie als leidraad voor toekomstig waterkwantiteitsbeheer in het Natte Hart. Achtergrondrapport. [1998: Startdocument en planproces. 2001: Nota van reacties en commentaar].
- Rijkswaterstaat Waterdienst, 2008. Blauwalgen in het zwemwaterprofiel. Handreiking om het risico van proliferatie van toxische blauwalgen te beoordelen. Dossier A2907-01-006.
- Rijkswaterstaat Waterdienst, Deltares & H+N+S Landschapsarchitecten, 2008. Nederland in zicht. Water en ruimtelijke ordening in Nederland: de diagnose. In opdracht van het ministerie van Verkeer en Waterstaat gemaakt.
- Scheffer M., S.H. Hoesper, M.-L. Meijer, B. Moss & E. Jeppesen, 1993. Alternative Equilibria in Shallow Lakes. Trends in Ecology and Evolution 8 (8): 275-279.
- Schilperoot B., 2013. Help! Wie wil er straks voor ons werken? H2O 46 (3): 4-7.
- Schneiders A., C. Wils, R.F. Verheyen & N. de Pauw, 1996. Ecological water quality objectives, a useful frame of reference for ecological impact assessment? European Water Pollution Control 6 (1): 8-16.
- Schomaker A.H.H.M., 2007. Klimaatverandering en kwaliteit van oppervlaktewater; een nationale verkenning. Royal Haskoning i.o.v. Rijkswaterstaat/RIZA.
- Schouwenars J.M., 2011. Adaptation of polder systems to sea level rise and land subsidence in Fryslân in the period 1000-2000. Paper at the ICID conference May 2011. 8p.
- Schroor M. (ed.), 1993. De wereld van het Friese landschap. Wolters-Noordhoff Atlasproducties, Groningen. 184p.
- Schwuchow J., J. Wilkes & I. Trousdell, 2010. Energizing water; flowform technology and the power of nature. Sophia Books.
- Sluis H. van, 2011. Vitaal water voor mens en natuur. Werken vanuit een levende watervisie. DHV Amersfoort.
- Sluis H. van & H. van der Roest, 2011. Vitaal water niet meten, maar zelf ervaren en beleven. H2O 43 (18): 10-11.
- Smit H., 1987. Over waterbodems en misvormingen bij muggelarven. Reinwater 1987 (3): 7-9.
- Smit R., 2014. Interview met Karla Peijs, voorzitter van de Visitatiecommissie Waterketen. H2O 47 (2): 4-7.
- Sollie S., E. Brouwer & P. de Kwaadsteniet, 2011. Handreiking natuurvriendelijke oevers, een standplaatsbenadering. STOWA-rapport 2011-19.
- Spahr-van der Hoek J.J. & K.de Vries (eds.), 1970. Friesland 1945-1970. Fryske Akademy nr. 370. Miedema Pers, Leeuwarden.
- Spoelstra J. & G. Truijten, 2010. Handboek groene waterzuivering. Van Hall Larenstein, Velp/Leeuwarden.
- Steiner R., 1990. Natuurwezens. De wereld van vuurwezens, elfen, nimfen en gnomen. Uitgeverij Vrij Geestesleven, Zeist.
- STOWA, 1992. Bestrijding van overlast van drijfvlagen van blauwalgen. STOWA-rapport 92-03.
- STOWA, 2001a. Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren. STOWA 2001-17. Gebruikershandleiding STOWA 2001-18.
- STOWA, 2001b. Evaluatie Stedelijke/Gemeentelijke Waterplannen. STOWA rapport 31 en RIZA rapport 29.
- STOWA, 2007. Gevolgen van klimaatverandering: onderzoeksvragen waterbeheerders. STOWA-rapport 2007-W08.
- STOWA, 2008. Van helder naar troebel... en weer teug. STOWA-rapport 2008-02 (herdrukt in 2011).
- STOWA, 2009a. De invloed van rwzi-effluenten op de ecologische waterkwaliteit. STOWA-rapport 2009-13.
- STOWA, 2009b. Protocol voor het nemen van oppervlaktewatermonsters voor onderzoek naar toxines van cyanobacteriën en voor de analyse van de algensamenstelling. STOWA-rapport 2009-21A.
- STOWA, 2009c. Blauwalgen: giftig groen. STOWA-rapport 2009-43.
- STOWA, 2011. Een frisse blik op warmer water. STOWA-rapport 2011-20.
- STOWA, 2012. Bestrijding blauwalgenoverlast. STOWA-rapport 2012-42.
- STOWA, 2013. De invloed van watervogels op de bacteriologische zwemwaterkwaliteit. STOWA-rapport 2013-12.
- Thijssse J.P., 1919. Friesland. Verkade's Fabrieken, Zaandam. 95p. Heruitgave 1979.
- Toet S., 2003. A treatment wetland used for polishing tertiary effluent from a sewage treatment plant: performance and processes. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Tolkamp H.H., 1981. Organism-substrate relationships in lowland streams. Proefschrift LU Wageningen. Agric. Res. Rep. (versl. Landbouwk. Onderzoek) 907.
- Tolkamp H.H. & J.J.P. Gardeniers, 1988. De ontwikkeling van de biologische waterbeoordeling in Nederland – van weten naar meten. 75-85 in: Hydrobiologisch onderzoek in Nederland. Fundamentele en toegepaste aspecten. Publicatie no. 6 van de Hydrobiologische Vereniging.
- Tooren B. van, 1999. Vogel- en Habitatrichtlijn voor Nederlands natuurbeheer. Vakblad Natuurbeheer 38 (4): 50-54.
- Tijdschrift H2O, officieel orgaan van Koninklijk Nederlands Waternetwerk, Vewin en Kiwa Water; tot en met 2012 tweewekelijks uitgegeven voor Nijgh Periodieken, vanaf januari 2013 maandelijks door de Stichting H2O.
- Unie van Waterschappen, 2008. Klimaat en waterschappen. Op weg naar klimaatbestendig waterbeheer.
- Unie van Waterschappen, 2010. Klimaatakkoord Unie en Rijk 2010-2020. Brochure i.s.m. Ministeries van VROM, LNV, EZ en V&W.
- Urk G. van & F.C.M. Kerkum, 1986. Misvormingen bij muggelarven uit Nederlandse oppervlaktewateren. H2O 19 (26): 624-627.
- Valkenburg J.L.C.H. van (ed.), 2011. Invasieve waterplanten in Nederland. Veldgids. Ministerie van EL&I.
- Veeningen R., 1982. Temporal and spatial variations of dissolved oxygen concentrations in some Dutch polder ditches. Hydrobiologia 95: 369-383.

- Velzeboer I., E.T.H.M. Peeters & A.A. Koelmans, 2013. Multiwalled carbon nanotubes at environmentally relevant concentrations affect the composition of benthic communities. *Environmental Science & Technology* 47, 7475-7482.
- Verdonschot P.F.M., 1990. Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands). Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.
- Viessen W. van, M.J.M. Hootsmans & J.E. Vermaat, 1985. Waterplanten: bondgenoten bij het waterkwaliteitsbeheer? *H2O* 18 (6): 122-126.
- Vigor M. (ed.), 2006. Living with flood risk in a changing climate. Scholma Druk, Bedum.
- VISIONair, vakblad van Sportvisserij Nederland. Verschijnt vanaf 2006 vier maal per jaar.
- Vlieger J., 1958. Het landschap van Friesland. 13-15 in: J.H. Brouwer (ed.), 1958. Encyclopedie van Friesland. 723p. Elsevier uitgave onder auspiciën van de Fryske Akademy.
- Vlieger J. (ed.), 1980. It Fryske Gea; Het Friese Landschap. Friese Pers, Leeuwarden. 239p.
- Vliet C.J.M., H. van Blitterswijk, A. Blankena & C.A. Balduk, 2002. Blauw voor groen: nog veel te doen. Een evaluatie van de verdrogingsbestrijding in Nederland. Alterra-rapport 462. Wageningen.
- Vooren C.M., 1972. Ecological aspects of the introduction of fish species into natural habitats in Europe, with special reference to the Netherlands. *J. Fish Biol.* 4: 565-583. RIN-communication nr. 17.
- Vossen J. van & D. Verhagen, 2009. Handreiking natuurvriendelijke oevers. Een hulpmiddel bij het proces van ontwerp tot aanleg van een natuurvriendelijke oever. STOWA-rapport 2009-37.
- Vriend H. de & M. van Koningsveld, 2012. Building with Nature; thinking, acting and interacting differently. Ecoshape, Dordrecht.
- Vries A.J. de, A. Ruiter & B.T. Feenstra, 2013. Cradle to Cradle Islands January 2009-December 2012. Brochure 34 p.
- Vries H.J., 1986. Beheersplan Friese IJsselmeerkust periode 1986-1996. IFG, Olterterp.
- Vries P.J.R. de & J.M.J. Leenen, 1972. Stand van zaken proefprojecten Regionaal Integraal Waterbeheer. *Waterschapsbelangen* (5): 150-160.
- Vijver M.G. & G.R. de Snoo, 2013. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit: 50 jaar na Silent Spring. *Entomologische berichten* 73 (4): 136-143.
- Waddencomité Rijkswaterstaat, 1987. Waddenzee Beheersplan Water. RWS, Leeuwarden.
- Wal A. van der, E. van Velzen & E. Kardinaal, 2012. Effect van veranderingen in klimaat en ruimtedruk op de microbiologische zwemwaterkwaliteit. *H2O* 44 (16): 25-27.
- Walther G.L., 1958. Frieslands strijd met het water. 72-83 in: J.H. Brouwer (ed.), 1958. Encyclopedie van Friesland. 723p. Elsevier uitgave onder auspiciën van de Fryske Akademy.
- Weirauch W. (ed.), 2004. Was die Naturgeisten uns sagen. Naturgeister 1. Im Interview direkt befragt. Flensburger Hefte nr. 79.
- Whatley M.H., 2014. A house of carts. Patterns of aquatic invertebrate diversity in agricultural ditches. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Wiersma T. & E. van der Kooi (eds.), 2010. Ontdek de Friese natuur; uitgebreide informatie over alle natuurterreinen. *It Fryske Gea*, Olterterp. Natuurgids 225p.
- Wiersma T., B. Wagenaar, K. Terwisscha van Scheltinga, E. van Loon & F. van der Meer (eds.), 2008. Sicht op Fryslân; ontdekkingsreis troch Fryslân yn wurd en byld. Uitgeverij Fryslân i.s.m. Landschapsbeheer Friesland en It Fryske Gea. 198 p.
- Wit J.A.W., F.M. Schotel & L.E.J. Bekkers, 1982. De waterkwaliteit van de Waddenzee 1971-1981. RWS-RIZA nota nr. 82 065.
- Wolters-Noordhoff Atlasproducties (ed.), 1992. Grote historische provincie atlas Friesland 1853-1856 1:25000. Wolters-Noordhoff Grafische Bedrijven, Groningen. 177p.
- Zaalmink W., N. van den Berkmoelen & W. van Cooten, 2011. Vissen naar ondernemerschap. Aalvissers verleggen hun koers. LEI WUR Wageningen rapportnr. 11-005 i.o.v. het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.
- Zeegers I., 2014. Nanoplastics gevaarlijker dan microplastics. *Magazine over de zee* 2014 (2): 33-35.
- Zon J.C.J. van, 1973. Visies op de bestrijding van waterplanten in eutroof oppervlaktewater in Nederland. *Landbouwkundig Tijdschrift* 85-5: 165-171.
- Zon J.C.J. van & P. Zonderwijk, 1973. De Nederlandse waterplanten, lasten en lusten. *Vakbl. Biol.* 53 (12): 215-220.
- Zonderwijk P. & J.C.J. van Zon, 1976. Waterplanten als bondgenoten bij het onderhoud. *Waterschapsbelangen* 61: 21-23.
- Zuidam, J. van, B. van Zuidam & E. Peeters, 2009. Zijn sloten en meren vergelijkbaar? *H2O* 42 (1): 31-33.



## 10.2 Overige publicaties van de auteur

### Niet in hoofdstuk 14 van Deel 2 vermelde publicaties over water, waarvan hij (mede-)auteur is, opgesomd in chronologische volgorde.

- Claassen T.H.L., 1976. De beoordeling van oppervlaktewater in noordwest Overijssel op basis van biologische, chemische en fysische gegevens. Universiteit van Amsterdam, Hugo de Vries Laboratorium intern rapport no. 26, 29pp. met bijlagen.
- Claassen T.H.L. & M.E.A. van Gijsen, 1976. Hydrobiologisch onderzoek van de Reest en omliggende waterlopen. ISP-milieuonderzoek, Assen, 41pp.
- Ben J. van der, T.H.L. Claassen, F. Esmeijer & N. Oskam, 1979. Nota inzake waterkwaliteitsbeoordeling. IPTOWA79-24, Middelburg, 20pp.
- Hammen H. van der, T.H.L. Claassen & P.F.M. Verdonschot, 1984. Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, Haarlem, 61pp.
- Claassen T.H.L. & F. Kouwe, 1986. Globale inventarisatie van macrofyten en macrofauna in 24 niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloede binnenwateren. in: Kenmerken van niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater. STOWA, Rijswijk, 14pp.
- Roijackers R.M.M., A.M.T. Joosten, T.H.L. Claassen & C. Roos, 1995. Het ecologisch beoordelingssysteem voor meren en plassen; een landelijk systeem. H2O 28 (13): 392395.
- Claassen T.H.L., 1996. Het 3D-schakelsysteem: van tweesporenbeleid naar driesporenbeleid; ecocentrisch van randverschijnsel naar centrumpositie. in: 25 jaar toegepast onderzoek waterbeheer, jubileumsymposium STOWA 13 september 1996, p 141-153.
- Claassen T.H.L., 1998. Samenwerking in waterbeheer Nederland-Nepal. Verslag van het PUGA-project 5145. Waterschap Friesland, Leeuwarden. 11pp met 11 bijlagen.
- Claassen T.H.L., 1998. Naast een goede buur ook een verre vriend. Nieuwsbrief nr. 28: 20-22. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.
- Claassen T.H.L., 1998. Laat Nepal's witte goud weer blinken. Himalaya 16 (1): 4-8.
- Claassen T.H.L., 1998. Waterkwaliteitszorg in Nepal. H2O 31 (10): 30-36.
- Bolt E., A. Karmacharya, H. Acharya, T.H.L. Claassen & R. Kampf, 1999. Closing the nutrient cycle: why and how; a way to reduce wastewater problems. IRC, Den Haag. 55pp.
- Claassen T.H.L., R. Kampf & Bolt, E., 1999. Wit, grijs en zwart; toenemende milieuproblemen vragen om aandacht. Himalaya 17 (2): 4-9.
- Claassen T.H.L. & R. Kampf, 1999. Hergebruik van water in Nepal. H2O 32 (18): 41-43.
- Claassen T.H.L., 1999. Kennisoverdracht naar en samenwerking met ontwikkelingslanden. H2O 32 (26): 6-7.
- Kampf R., T.H.L. Claassen & B. Palsma, 2003. De waterharmonica; van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater. H2O 36 (7): 44-46.
- Kampf R., J. Graansma, H. van Dokkum, E. Foekema & T.H.L. Claassen, 2003. Increasing the natural values of treated wastewater, the Waterharmonica: the missing link to transfer treated wastewater into usable surface water. Proceedings of the International Conference Constructed and Riverine Wetlands for Optimal Control of Wastewater at Catchment Scale, Tartu, Estonia, 29 September – 2 October 2003.
- Kampf R., J. Graansma, H. van Dokkum, E. Foekema & T.H.L. Claassen, 2003. Increasing the natural values of treated wastewater on the island of Texel, The Netherlands. Proceedings of Conference Efficient use and management of water for urban supply, Tenerife 2-4 April 2003.
- Martijn E.-J., R. Kampf, T.H.L. Claassen & A. Mels, 2003. Use of the Waterharmonica for conversion of treated wastewater into a natural resource in the developing world. Proceedings of Conference Ecological Engineering for Integrated Water Management, Harvard Graduate School of Design, Cambridge Mass., USA, 30 October – 2 November 2003.
- Claassen T.H.L., 2004. Hergebruik van gezuiverd afvalwater neemt wereldwijd toe. H2O 37 (7): 8.
- Kampf R. & T.H.L. Claassen, 2004. The use of treated wastewater for nature: the Waterharmonica, a sustainable solution as an alternative for separate drainage and treatment. 2nd IWA Leading-Edge Conference on Water and Wastewater Treatment Technologies.
- Claassen T.H.L. & R. Kampf, 2004. Waterharmonica: long term environmental benefits of effluent polishing through constructed wetlands. abstract 7th Intecol Wetland conference, Utrecht.
- Claassen T.H.L. & R. Kampf, 2004. Waterharmonica – a new and widely applicable concept for integrated water management. EcoEng Newsletter 10, Dec 2004.
- Kampf R., T.H.L. Claassen, H.P. van Dokkum, E.M. Foekema & J. Graansma, 2005. Increasing the natural values of treated wastewater. In: H. van Bohemen (ed.), 2005. Ecological Engineering; bridging between ecology and civil engineering. p 90-97.
- Schomaker A.H.H.M., A.J. Otte, J.J. Blom, T.H.L. Claassen & R. Kampf, 2005. Waterharmonica, de natuurlijke schakel tussen waterketen en watersysteem. STOWA rapport 2005-18.
- Mels A., E.-J. Martijn, R. Kampf & T.H.L. Claassen, 2005. Waterharmonica in the developing world. STOWA report 2005-21.
- Claassen T.H.L. & H. Wanningen, 2005. Ecologisch herstel noodzakelijk. H2O 38 (22): 8.
- Claassen T.H.L., 2007. Ons bly almal stroom af van mekaar; We all live downstream of each other. Mission Report LOGO South Project LOGO.WT81.5.
- Claassen T.H.L., A. Kuypers & K. Munting, 2011. Kwaliteit water vor almal vor altijd; Quality water for all, forever. Mission Report LOGO South Project LOGO.WT81.5.
- Claassen T.H.L. & M. Gast, 2011. Wetenschappelijk onderzoek naar vitaal water nodig. H2O 44 (20): 6-7.
- Claassen T.H.L., 2011. Vitaal water voor Mens en Natuur. Neerslag 46 (6): 58-61.





*Moeraswederik Binnenringvaart Piepershiem, mei 2006 (foto Laboratorium WF).*

# Deel 2

## Inhoudsopgave

11	Betrokkenheid en inzet van velen .....	217
12	Waterbeheer, een multidisciplinair werkterrein .....	243
13	Eerdere literatuuroverzichten .....	273
14	Bibliografie over waterkwaliteit in Friesland .....	279
15	Toelichting op het literatuurbestand .....	343
16	Websites .....	347
17	Lijst van afkortingen .....	349



# Een historisch literatuuroverzicht







*Vaargeul van het Prinses Margrietkanaal door het Bergumermeer, februari 2012.*

# Betrokkenheid en inzet van velen

*“Het perspectief van waaruit iemand de dingen benadert, de bril die hij opzet om iets te bekijken, heeft onmiddellijke gevolgen voor de conclusies die hij trekt. Natuurlijk kijkt iedereen met zijn eigen bril naar de wereld om hem heen, maar we zullen toch moeten proberen zo helder mogelijk te kijken en ons van onze bril bewust te zijn.”*

*Roelof van den Broek, 2006.*

Hermetische spiritualiteit. p 57-71 in: De Hermetische Code. Uitgeverij Ten Cate, Kampen.

Een aantal personen van andere organisaties heeft op verzoek een bijdrage geleverd over ‘waterkwaliteit in Friesland’, passend bij de intentie van dit boek: een beeld schetsen van of over de waterkwaliteit in Friesland. Sommige teksten zijn breed en algemeen van aard, andere behandelen een of enkele aspecten meer diepgaand. Hier en daar is de lijn verleden-heden-toekomst goed herkenbaar. Al met al waardevolle toevoegingen.

Na de Tweede Wereldoorlog intensifieerde de landbouw enorm. Gebruik van kunstmest, een op de landbouw afgestemd peilbeheer, schaalvergroting (via ruilverkavelingen en landinrichtingen) en mechanisatie kenmerkten die intensivering. Die intensivering en schaalvergroting gaat nog steeds door (*Asjes & Postma, 2005*). Een recente voorspelling van het kennisinstituut Alterra geeft aan dat de komende 15 jaar in Friesland nog eens eenderde van de boerenbedrijven zullen stoppen, vooral door het ontbreken van een opvolger. Zij constateren onder meer dat in het kader van ruilverkavelingen in de afgelopen decennia in het overgrote deel van Friesland een waterhuishoudkundig systeem is gerealiseerd dat is afgestemd op de behoeften van de moderne landbouw. De agrarische sector bepaalt en bepaalt het aanzien van het landelijk gebied. Ook de invloed op de waterkwaliteit (direct op de nutriëntenhuishouding, indirect op de ecologie van het water) is onomstotelijk aanwezig. **Geart Benedictus** (LTO) schets de beide kanten van de medaille: hoe de landbouw de waterkwaliteit beïnvloedt en hoe de waterkwaliteit van belang is voor de landbouw.

De huidige aanblik van dat landelijk gebied met een scherpe scheiding van landbouw en natuur is, historisch gezien, pas van recente datum. Tot ongeveer 1950 was dat verschil nog maar beperkt aanwezig. It Fryske Gea werd in 1930 opgericht en deed in 1934 haar eerste aankoop met Het Prinsehof (134 ha) in de Alde Feanen (nu 2.500 ha groot). De Rottige Meente en De Deelen werden pas in resp. 1955 en 1960 als natuurgebied erkend met de eerste aankopen daar door Staatsbosbeheer. Uiteraard waren de nu zo gewaardeerde natuurwaarden al ver voor deze eerste aankopen aanwezig, sterker nog: de toen aanwezige natuurwaarden waren aanleiding om, vanuit natuurbeschermingsoptiek, te redden wat er nog te redden was. In haar bijdrage schetst **Sietske Rintjema** hoe dat verliep en geeft ze het belang van water aan voor een goed en duurzaam natuurbeheer.

Het regionale waterkwaliteitsbeheer bedient zich van toegepaste aquatische ecologie; kennis en onderzoek direct gerelateerd aan de vraagstukken van alledag. Dit heeft zich de laatste decennia sterk ontwikkeld, mede dank zij de link met de universitaire wereld. In het Centre for Wetland Ecology (CWE), waarbij ook samengewerkt wordt met het watermozaïekprogramma van de STOWA, is een twintigtal onderzoeksscholen verenigd. Zo heeft Wageningen van oudsher een sterke poot in het aquatisch-ecologisch onderzoek en heeft Utrecht z'n sporen verdient in onderzoek aan wetlands. De STOWA streeft er met het watermozaïekprogramma naar om de interactie tussen waterschap en wetenschap te versterken. In hun gezamenlijke bijdrage vanuit Wageningen Universiteit en Universiteit Utrecht beschrijven **Jeroen van Zuidam**, **Bastiaan van Zuidam** en **Edwin Peeters** hoe polderwater invloed heeft op de kwaliteit van boezemwater, een nog steeds actueel item bij de aanpak van de eutrofiëring.

Veel projectgebonden en niet-alledaags waterkwaliteitsonderzoek en aquatisch-ecologische monitoring van onder meer terreinbeheerders, Vitens, Rijkswaterstaat, provincie, gemeenten en waterschap wordt door advies- en ingenieursbureaus uitgevoerd. Als geen ander is Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bekend in het Friese, of het nu om vegetatie, vissen of vogels gaat. In zijn bijdrage behandelt **Wibe Altenburg** de boezemblauwgraslanden. Kende de Friese boezem

eens zo'n 100.000 ha bûtlân, boezemland (de uiterwaarden van het centrale Friese watersysteem), momenteel is daar nog maar een fractie van over. Een nog relatief groot terrein ligt in de Akmarijpster polder. SBB kon pas in 1975 bij de ruilverkaveling Akmarijp een groter aaneengesloten blok (ze beheerde reeds 80 ha) verkrijgen en als een eenheid gaan beheren. Toen stond de botanische waarde ervan echter al onder druk. Een bericht in de LC van 11 september 1974 'Blauwgraslanden bij Akmarijp in gevaar' beschreef de zorgelijke en kwetsbare situatie. Hoe bijzonder die in vegetatiekundig opzicht waren, hoe bijzonder de restanten nog zijn, maar ook hoe lastig ze te beheren zijn, leest u in zijn bijdrage.

De sport- en beroepsvisserij hebben ook al een lange traditie in het Friese. In de eerste helft van de vorige eeuw werd er beroepsmatig op vele soorten en door veel vissers gevist. Veelal was het een van de inkomstenbronnen van de betrokken 'Beroeps'. Meer vrije tijd voor de 'arbeider' bood velen de gelegenheid een hengeltje uit te werpen. Het daarna snel groeiende aantal sportvissers leidde tot georganiseerde belangenbehartiging; de FFvS werd op 1 juli 1952 opgericht. De Visserijwet (1963) gaf aan wat wel en wat niet was toegestaan inzake vangmiddelen, (gesloten) tijden en maten. De uitgegroeide beide takken van visserij leidden in 1977 tot het gesplitste visrecht: paling voor het Beroep en witvis voor de Sport. Als geen ander kent **Jaap Quak** (Sportvisserij Nederland) de ins en outs van deze gehele geschiedenis. In zijn bijdrage geeft hij daarvan een verhelderend overzicht.

Als een verkeersslachtoffer verdween de laatste otter in 1988 uit Friesland en daarmee uit ons land. Deze 'ambassadeur van het zoete water' legde het loodje door watervervuiling en gebrekkige ecologische infrastructuur. De Stichting Otterstation Nederland en de Werkgroep Otters Friesland hebben zich ingezet om het tij te keren en, toen het kalf verdronken was, te pleiten voor herstelmaatregelen. De SON nam het initiatief tot een fokprogramma met het oog op uitzet als de verbeterde milieu-omstandigheden dat verantwoord maakten. In 2002 was het zover. De grote motor hierachter was een andere ambassadeur, namelijk **Addy de Jongh**. Hij beschrijft in zijn bedrage het wel en wee van de teloorgang en de wedergeboorte van de (Friese) otters. Bij dit laatste wordt hij geruggesteund door een brief van de staatssecretaris van EL&I van 15 oktober 2012 aan de Tweede Kamer over 'maatregelen voor de duurzame instandhouding van de otter'. Laten we hopen dat de herintroductie maar een keer nodig is geweest.

Water is van levensbelang, voor al het leven. Ook voor ons. We consumeren zo'n kleine twee liter per dag en verbruiken, met koken, de was, de afwas, huis en tuin ruim 100 liter per dag. De menselijke footprint van het waterverbruik is nog vele malen hoger, daarbij inbegrepen de benodigde hoeveelheid water voor de productie van bijvoorbeeld brood, kaas, vlees, koffie en de gebruiksproducten als auto's, pen en papier. Vitens is sinds meer dan een halve eeuw de Friese waterleverancier van hoogwaardig drinkwater, onttrokken uit het grondwater<sup>40</sup> en kortstondig onttrokken uit de natuurlijke waterkringloop. Hoe dat zit beschrijft **Arjen Kok**, met hart en ziel betrokken bij en bekend met de ecohydrologische aspecten van grondwateronttrekkingen.

## 11.1 Landbouw en waterkwaliteit

### Geart Benedictus

(oud-portefeuillehouder Water, LTO Nederland)

Schoon en voldoende water is van vitaal belang voor de land- en tuinbouw. De agrarische sector heeft bij de naoorlogse opbouw van Nederland het voortouw genomen. Dit leidde tot een enorme verhoging van de productie in alle sectoren en tot intensivering van het gebruik van het land. Maar het neveneffect was de verontreiniging van bodem, water en lucht. Dit leidde tot allerlei wetgeving om de vervuiling van onder andere het oppervlaktewater aan te pakken. De (nationale) Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (1970) was effectief, maar was beperkt tot de aanpak van puntbronnen. Diffuse verontreiniging was hiermee niet te pareren. De Europese Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) daarentegen leidde, en leidt nog, tot allerlei maatregelen om minder mest te gebruiken gedurende een kortere periode van het jaar. Tot 1987 is het stikstof- en fosfaatoverschot in de Nederlandse landbouw gegroeid, daarna stabiliseerde het om vanaf 1998 na de introductie van Minas geleidelijk te dalen. Het stikstofoverschot in de Nederlandse landbouw is tussen 1992 en 2010 met bijna 50 % afgenomen. Daardoor is de nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van planten op landbouwpercelen naar het grond- en oppervlaktewater ook sterk gedaald. Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water

<sup>40</sup> In het Tweede Waterhuishoudingsplan 2000-2008 zijn enkele wateren (Bergumermeer, de Leijen, Alde Feanen en de Nieuwe Vaart) als zoekgebied aangewezen voor mogelijke onttrekking van water voor drinwaterbereiding. Deze locaties waren eerder al in beeld op basis van verkenningen van Iwaco (1992d) en een werkgroep van provincie, waterschap, Waterleiding Friesland en Kiwa (1996, 1998). Mogelijke benutting van water uit het Bergumermeer is nadien uitgebreid onderzocht (DHV, 2008). Uiteindelijk, of beter: vooralsnog, is deze mogelijkheid om meerdere redenen niet benut, zoals kosten en kwaliteitsgarantie. Ook de lozing van spoel- en proceswater (effluent) na zuivering van het oppervlaktewater was daarbij een argument. Grondwater is in vele opzichten een veiliger bron voor drinkwater. De winningen te Spannenburg, Oudega en Nij Beets werden iets uitgebreid.





*Drinkend vee uit de Linde bij Zandhuizen, juli 1983.*

(KRW) van kracht, die moet zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa in 2015 op orde is. Dit heeft geleid tot een enorm pakket maatregelen om dat te bereiken, variërend van natuurvriendelijke oevers tot vispassages en hermeandering van beken. De landbouw merkt de effecten daarvan dagelijks. Daarnaast is een uitgebreid monitoringprogramma opgezet. Het heeft lang geduurd voor dat de wijze van bemonsteren en meten de wetenschappelijke toets kon doorstaan.

### **Riooloverstorten**

In het begin van de jaren 90 woedde in Fryslân en in Groningen een heftige discussie over de riooloverstorten. Meten met twee maten vonden de boeren (Landbouwblad 1994, Kwartaalberichten, Gezondheidsdienst voor Dieren 1995). Dit leidde in 1995 tot een onderzoek door het ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij. Door de vele fusies van waterschappen was niet meer duidelijk waar alle overstorten zaten (momenteel zijn er in Fryslân nog steeds 1200). De gemeenten verlenen de vergunning daarvoor. Incidenteel kunnen overstorten een ernstige vervuiling van het oppervlaktewater veroorzaken. Opvallend is dat het waterschap stelt dat de problematiek van de riooloverstorten op het totaal geen rol speelt (vanwege het verdunningseffect), maar lokaal wel voor waterkwaliteitsproblemen kan zorgen. En daar heeft de individuele boer mee te maken die per bedrijf en generiek wordt afgerekend. Volgens de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 is de landelijke doelstelling om 20 % van de riooloverstorten te ontkoppelen- Wetterskip Fryslân heeft dat inmiddels bij 3 % gerealiseerd.

### **Kolossale inspanning**

In kleinere wateren is de stikstofconcentratie vrijwel geheel afkomstig uit binnenlandse bronnen; in de grotere daarentegen uit buitenlandse. Middels de KRW kan die buitenlandse emissie nu worden aangepakt. In Fryslân is het probleem de inlaat van gebiedsvreemd water, vooral in droge zomers. De kwaliteit daarvan laat te wensen over, met name wat de prioritairere stoffen betreft. Er zijn nog slechts vier probleemstoffen in Fryslân: de zware metalen cadmium en lood, de weekmaker DEHP en het bestrijdingsmiddel simazine. Bij de Rijnrelevante stoffen zijn koper en zink nog een probleem. De chemische kwaliteit van het oppervlaktewater is dus de laatste drie decennia aanzienlijk verbeterd. Zuurstofloos dood water is daarmee verleden tijd.

In Fryslân zijn acht meetpunten van het MNLISO (Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater). Er is een verband tussen de dalende concentraties N en P en het gevoerde mestbeleid- dat is zeer effectief. Maar er zijn veel complicerende factoren, zoals de invloed van veenmineralisatie en de rol van sulfaat op een verhoging van de nutriëntengehalten. Uiteraard speelt de meetfrequentie en lokalisatie een rol. Maar heel belangrijk is de invloed van weervariaties op de waterkwaliteit. En dan niet alleen het verschil tussen een droge en een natte zomer, maar vooral het effect van clusterbuien. Die verhogen de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater. Die uit- en afspoeling van landbouw- en natuurgronden speelt een bepalende rol bij de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten, zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen. Het gezuiverde afvalwater van de rioolzuiveringsinstallaties, de overstorten en de regenwaterriolen zijn verder belangrijke bronnen voor de belasting van het oppervlaktewater. In feite is dit de reflectie van de emissie uit sectoren als huishoudens, industrie en afspoeling verharde oppervlakken.

### **Geduld**

De reistijd van het water dat uitspoelt uit de wortelzone naar het oppervlaktewatermeetnet is gemiddeld 5 jaar (Meinardi 2003). Op zandgronden varieert die naar een diepte van 5-15 meter van 5 tot 30 jaar (gemiddeld 12); naar een diepte van 15-30 meter is de spreiding 25 tot 80 jaar. De reistijden in klei- en veenpakketten is veel langer omdat de doorlatendheid veel lager is. Daarom duurt het lang voordat maatregelen tegen nitraatuitspoeling effectief zijn op de diepere grondwateren.

# Scholieren verrast over boerenliefde voor de natuur

Door Rutger van der Meij

**BURGUM** - Boeren houden zich niet alleen bezig met koeien melken en gewassen verbouwen, ze passen ook nog eens goed op het landschap.

Dat concluderen leerlingen van het Singellandcollege in Burgum na intensief onderzoek, in opdracht van Agrarische Jon-

geren Friesland (AJF). Dertien scholieren verdeeld in vier groepen bezochten melkveebedrijven, een handelaar in landbouwvoertuigen en hielden interviews met medewerkers van de gemeente Tytsjerksteradiel. De opdracht: onderzoek de maatschappelijke relevantie van agrariërs en kijk hoe zij met duurzaamheid omgaan.

Voor de vijftienjarige Margretha van der Gang was het de eerste kennismaking met het boerenbedrijf. „Eerst dacht ik altijd dat boeren het lekker rustig hadden, maar ze moeten echt heel vroeg op. En naast de koeien zijn ze ook nog heel druk bezig met het netjes houden van het landschap.“ De boerderijbezoeken waren een belang-

rijk onderdeel van het onderzoek, legt projectleider Auke Age de Jong van AJF uit. „In eerste instantie keken de leerlingen wat lacherig tegen de landbouw aan, maar naderhand ontstond er steeds meer waardering.“ Vooral de manier waarop boeren met de natuur en de omgeving omsprongen, maakte veel indruk bij de Singellanders.

Boeren onderhouden het landschap, concluderen zij. Dat zorgt voor meer toerisme, en daar profiteren weer andere mensen van. Sybe Andela (15), zelf boerenzoon, had zo nooit naar de boerderij gekeken. „Mijn mening oer ditte bedrijven is wol wat bysteld. Buorke-rijen binne tige wichtich foar natoerleahawwers en flugelers.“

AJF is de provinciale afdeling van het Nederlands Agrarisch Jongeren Kontakt (NAJK), een bond voor jonge landbouwers. De Jong hoopt dat het onderzoek voor de leerlingen in Burgum een „eye-opener“ is geweest. Voor Margretha van de Gang is ieder geval wel: „Ik heb nu veel meer respect voor het boerenbedrijf.“

## Toekomst

De waterkwaliteit zal naar verwachting blijven verbeteren in de periode 2015-2027, mede dankzij de maatregelen die zijn getroffen in het vierde actieprogramma. De onderzoeksmethoden worden steeds verfijnder. In het water van Rijn en Maas zijn veel restanten van geneesmiddelen aantoonbaar. In de nabije toekomst neemt het aantonen van dergelijke stoffen dan ook toe. De problemen vanwege het inlaten van gebiedsvreemd water en het in het milieu geraken van deze geneesmiddelen restanten nemen daardoor ook toe. Deze belasting komt met name uit huishoudens en industrie via de rioolzuiveringsinstallaties. Door de klimaatverandering neemt het fenomeen clusterbuien toe. Dat zal leiden tot extra uit- en afspoeling, hoewel partijen ook hun best doen. Bij de normstelling moet hier rekening mee worden gehouden: de theoretische normen moeten wel sporen met goede landbouwpraktijken. De kwelwater problematiek langs de waddenkust zal eerder toe- dan afnemen. Dit blijft vragen om gebiedsspecifieke normen, nu en in de toekomst. Het effect van uitspoeling in natuurgebieden is groter dan verwacht. Omdat watervogels en zeker de veelvuldig voorkomende ganzen bij foerageren elke 5 minuten een keutel produceren lijkt hier een deel van de eutrofiëringsproblematiek te schuilen.

## Tot slot

De landbouw was en is in staat tot grote aanpassingen. Dit heeft geleid tot een betere waterkwaliteit. Door de agrarische sector is in de afgelopen 25 jaar naar schatting meer dan 250 miljoen euro in Fryslân geïnvesteerd om de kwaliteit van water en bodem te verbeteren. Essentieel is dat de boeren en tuinders de tijd hebben om zich aan te passen en dat de gestelde doelen realistisch, haalbaar en betaalbaar zijn.

## Literatuur

- Drugs of abuse and tranquillizers in Dutch surface waters, drinking water and wastewater. RIVM, 2010. Report 703719064/2010.
- Riooloverstorten. Kwartaalberichten 1994. Stichting Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Nederland.
- Emissieanalyse Fryslân, Syncera 2001-2004.
- Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, periode 1992-2010. RIVM Rapport 680716007, 2011.
- Basisdocument Kaderrichtlijn Water. Wetterskip Fryslân, 2011. Voortgang en uitvoering KRW-maatregelen.
- Meetnet Nutriënten Landbouwspecifiek Oppervlaktewater, deelrapport B; toestand en trends. Deltare, 2012.
- Emissieregistratie (2013). Jaarcijfers 2011. RIVM. Belasting van het oppervlaktewater en emissies naar water per doelgroep. Compendium voor de leefomgeving.
- Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Alterra-rapport 1700, 2008.
- Reistijden in de bodem en aanvulling van het grondwater uit het Landelijk Meetnet (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). C.R. Meinardi, RIVM Rapport 714801027, 2003.
- Aanpak riooloverstorten; Brief staatssecretarissen m.b.t. het actieprogramma 'waterkwaliteit en diergezondheid'. Kamerstuk 25890, nr 11, Tweede Kamer, 1998.
- Vierde Nota Waterhuishouding, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998.



*Uitrijden van mest in polder  
De Putten bij de Leijen, 2002.*

## 11.2 Door de ogen van It Fryske Gea

**Sietske Rintjema**

*(It Fryske Gea, Olterterp)*

### Veiligstellen van natuurgebieden

De Friese vereniging voor natuurbescherming It Fryske Gea werd opgericht in 1930. Naast ontginningen van heideterreinen en moerasgebieden maakten natuurliefhebbers zich destijds grote zorgen over het feit dat steden en dorpen hun afval in afgelegen petgaten dumpten, bijvoorbeeld in de Alde Feanen. Decennialang was het voornaamste doel van de vereniging aankoop en behoud van natuurterreinen. Inmiddels beheert It Fryske Gea ruim 20.000 hectare natuurterrein in Fryslân. In de zestiger jaren verschoof het accent iets meer naar beheer; door het uitvoeren van beheermaatregelen sturen in het natuuresultaat. In de beheerplannen uit die tijd was water nog nauwelijks een issue. Als het genoemd werd dan ging het eerder over de kwantiteit ('de beheersing van het oppervlaktewater en de beïnvloeding van het grondwater') dan over de kwaliteit. Ook recreatie op het water werd in die tijd als een bedreiging gezien. In beheerplannen van o.a. Alde Feanen (1974) en Lindevallei (1981) werd de toename van de voedselrijkdom van het oppervlaktewater wel als bedreiging benoemd. Vermeldenswaardig is het feit dat krabbescheervegetaties in die tijd 's winters werden gemaaid, omdat de verlanding van petgaten als een bedreiging voor de natuur werd gezien.

In de loop van de zeventiger en tachtiger jaren werd duidelijk dat het met het milieu in Nederland erg slecht gesteld was. De voedselrijkdom van het water was zo sterk toegenomen dat het Friese boezemwater massaal omsloeg van een helder en waterplantenrijk systeem naar een troebel en waterplantenarm systeem. Bovendien waren jarenlang giftige stoffen op het oppervlaktewater geloosd en deed het begrip 'zure regen' zijn intrede; regen met vluchtige stoffen zoals zwaveldioxide, stikstofoxide en ammoniak daar in opgelost. Toppredatoren zoals roofvogels en de Visotter bleken door ophoping van gifstoffen (zoals pcb's) ziek en onvruchtbaar te zijn geworden, mede reden waarom ze sterk achteruit gingen of zelfs uitstierven (Visotter). Er werden maatregelen getroffen. Waterschappen kregen er een opdracht bij, ook voor de waterkwaliteit werden doelen geformuleerd. Het begrip 'ecohydrologie' deed zijn intrede, een vakgebied dat nog steeds in ontwikkeling is. Waterschappen namen hiervoor deskundigen in dienst. Hierdoor werd de band met natuurbeschermingsorganisaties sterk aangehaald.

### Beheer en inrichting

Men realiseerde zich ook dat er naast generieke maatregelen (m.b.t. industrie, wasmiddelen, landbouw en verkeer) ook grootschalige inrichtingsmaatregelen nodig waren om doelstellingen t.a.v. de waterkwaliteit te behalen. Eén van de allereerste grootschalige natuurontwikkelingsprojecten, gericht op waterkwaliteitsverbetering, was het 'Otterproject' dat in 1989 door It Fryske Gea in de Alde Feanen werd uitgevoerd, samen met het waterschap en andere partijen. Er volgden vele tientallen andere natuurontwikkelingsprojecten. De maatregelen bestonden vaak uit isolatie van de boezem, het aanleggen van ondiep water, baggeren en ook visstandsbeheer (het wegvangen van bodemwoelende vis). Hoewel er wel verbeteringen werden gemeten in pcb- en voedingsstoffengehalten, bleef het verwachte resultaat in de vorm van helder, waterplantenrijk water, in de meeste gevallen toch uit.

In 2004 fuseerden de verschillende waterschappen in Friesland tot één Wetterskip Fryslân; een professioneel waterschap, met een uitgebreide onderzoeksafdeling, waar niet alleen naar de water- en waterbodemchemie, maar ook naar biotische zaken als micro- en macroflora en -fauna werd gekeken. Onderzoek en monitoring waren belangrijke taken geworden gezien alle waterdoelstellingen, die in natuurreservaten in overleg en samenwerking met de terreinbeheerders werd opgepakt.

In die jaren kwam er ook meer aandacht voor - aan water gerelateerde - soortgroepen, zoals vissen en libellen. Waarschijnlijk mede door zorgen over de waterkwaliteit en de achteruitgang van kenmerkende soorten, of wellicht juist ook door een lichte toename van zeldzame soorten, zoals bijvoorbeeld de aan Krabbescheer gebonden Groene glazenmaker.

In 2002 werd de libellenwerkgroep Fryslân 'de Hynstebiter' opgericht. In enkele jaren tijd werden tientallen Friezen geënthousiasmeerd en opgeleid in de libellenkunde, reden waarom het aantal waarnemingen van deze soortgroep met sprongen toenam. Op dit moment werkt de Hynstebiter aan een libellen-verspreidingsatlas van de provincie. In 2007 werd de Werkgroep Vissenonderzoek Friesland opgericht als onderdeel van RAVON. Deze groep werkte aan de totstandkoming van een verspreidingsatlas vissen voor de provincie Fryslân. Zowel vissen als libellen zijn vanwege hun afhankelijkheid van water belangrijke indicatoren voor de waterkwaliteit. Logischerwijs leidden de hierboven beschreven processen allemaal tot een enorme toename aan kennis over waterecosystemen. Daarmee konden ecologische modellen worden ontwikkeld zoals PCLake, waarmee veel preciezer dan enkele jaren geleden oorzaken en gevolgen kunnen worden beschreven en voorspeld, zodat maatregelen gericht kunnen worden ingezet en succesvoller (zullen) zijn.





### Watergestuurde systemen

Alle aandacht voor waterkwaliteit betekende overigens niet dat er geen aandacht meer was voor waterkwantiteit. In de tachtiger en negentiger jaren was er in het natuurbeheer juist ook een beweging ontstaan, die zich richtte op het herstel van natuurlijke processen (i.p.v. op soortgericht beheer). Het herstel van natuurlijke grondwaterstromen was zo'n proces, waar bijvoorbeeld in beekdalsystemen, zoals het Ketlikerskar, de Tjongervallei en de Delleboersterheide stevig op werd ingezet, met bijvoorbeeld het dempen van sloten en greppels, het herstellen van nevengeulen en het plaatsen van kwelchermen, om te voorkomen dat grondwater door de omliggende landbouwgronden werden afgevangen. Door verdergaande diep-ontwatering bleken landbouwgronden rondom natuurgebieden in het veenweidegebied zover te zijn ingeklonken dat de natuureservaten ondertussen als hooggelegen plateaus in het landschap waren komen te liggen. Voor de waterpeil-beheersing leverde dit natuurlijk weer een extra complexiteit op. Omdat water van nature van hoog naar laag afstroomt, werd verdroging voor veel natuurgebieden een serieuze bedreiging, die alleen kon worden bestreden met de 's zomerse aanvoer van gebiedsvreemd (IJsselmeer- en boezem-) water. Er gingen soms al stemmen op de functies natuur en landbouw zo hier en daar dan maar om te wisselen ....

Omdat water zich niets aantrekt van landgrenzen is sinds eind 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht, die ervoor moet zorgen dat de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in Europa eind 2015 'op orde' is. Voor Nederland is deze richtlijn van groot belang, juist omdat Nederland een Deltaland is, dat aan het voeteneind van Europa ligt. Door Wetterskip Fryslân zijn de Friese wateren ingedeeld in typen, ieder met hun eigen kwaliteitseisen. Teneinde die kwaliteitseisen te halen is er budget beschikbaar en worden momenteel vele initiatieven en projecten gestart en uitgevoerd. Voorbeelden zijn de realisatie van een vispassagevoorziening van de middenloop naar de bovenloop van de Tjonger ter hoogte van het Fryske Gea-reservaat de Meulereed bij Oldeberkoop en het EU LIFE+-project 'Booming business' voor de Alde Feanen, dat in 2013 is gehonoreerd en waarin o.a. KRW- en Natura2000-opgaven gecombineerd worden uitgevoerd.

Kansen voor de natuur zijn er ook in relatie tot veiligheidsvraagstukken. Zo is er sinds enkele jaren, i.v.m. klimaatverandering en de daardoor te verwachten toenemende neerslaghoeveelheden, behoefte aan zogenaamde retentiepolders, waar het Wetterskip in tijden van hoog water tijdelijk water kan bergen, om te voorkomen dat bebouwde gebieden overstromen en de boezem te veel wordt belast. Soms (en onder bepaalde voorwaarden) kan zo'n retentiefunctie prima worden gecombineerd met natuurdoelstellingen, bijvoorbeeld in een winterpolder met een weidevogeldoelstelling. De eerste retentiepolder die in 2005 in Fryslân werd ingericht was het Eilân-oost van It Fryske Gea, met een bergingscapaciteit van 500.000 m<sup>3</sup> water. In januari 2012 deed deze polder voor het eerst succesvol dienst. Door het kanaliseren van beken en waterlopen eind 19<sup>e</sup> en begin 20<sup>e</sup> eeuw werd de wateropvangcapaciteit eveneens sterk verminderd en de afvoersnelheid verhoogd, waarmee de veiligheidsrisico's toenamen. Nu is er juist een omgekeerde beweging gaande, waarbij de oorspronkelijke profielen en nevengeulen van waterlopen waar mogelijk weer worden hersteld.

It Fryske Gea beheert ook enkele honderden hectares Wad (grenzend aan Noard-Fryslân Bûtendyks en Oost-Ameland) en IJsselmeer (grenzend aan de Waarden). Ook hier worden momenteel (met Rijkswaterstaat) stevige discussies gevoerd over veiligheid, klimaatverandering en zeespiegelstijging. Natuurorganisaties, waaronder de Waddenvereniging en It Fryske Gea, bepleiten dat de oplossing moet worden gezocht in natuurlijke herstelprocessen. Door eb en vloed worden zand en slib aangevoerd, waardoor de aan het land grenzende kwelders meegroeien met de zeespiegel wat zorgt voor rust en veiligheid. Zoet-zoutovergangen en vismigratie zijn daarbij onderwerpen waar ook aan wordt gedacht. Zo zijn er plannen voor een tweezijdig visvriendelijk gemaal bij Vijfhuizen en een vismigratierivier tussen Waddenzee en IJsselmeer, waardoor trekvisen zoals de Paling, die hun levenscyclus deels in zoet en deels in zout water volbrengen, weer ongehinderd van zoet naar zout en terug kunnen zwemmen. Met de Visotter gaat het momenteel weer goed dankzij een actief herintroductieprogramma, de verbeterde waterkwaliteit en de aanleg van faunatunnels. Wie weet kan dankzij de hierboven genoemde vismigratie-maatregelen de Paling over een aantal jaren ook van de Rode Lijst van kwetsbare en bedreigde diersoorten worden gehaald.

## Literatuur

- Boer E.P. de & E. van Hijum, 2005. Libellen in Friesland. Voorlopige verspreidingsatlas 1995-2004. Libellenwerkgroep de Hynstebiter, Warns.
- Grontmij n.v. De Bilt Afd. Recreatie en Landschapsarchitectuur, 1974. De Alde Feanen Beheersrichtlijnen. Grontmij, de Bilt, i.o.v. It Fryske Gea, J. Krekt.
- Haan H. & U.G. Hosper (red.), 1988. De otter bliuwt in wrotter. Het Friese leefgebied van de Otter moet gezonder! It Fryske Gea, Olterterp.
- It Fryske Gea, 2010. Ontdek de Friese natuur. Natuurgids met uitgebreide informatie over alle natuurgebieden van It Fryske Gea. It Fryske Gea, Olterterp.
- Rintjema S., T.H.L. Claassen, H. Hettema, U.G. Hosper en E. Wymenga, 2001. De Alde Feanen, schets van een laagveenmoeras. Friese Pers Boekerij, Leeuwarden / It Fryske Gea, Olterterp.
- Schotsman N., 1980. Beheersplan voor het natuurreservaat de Lindevallei. N. Schotsman i.o.v. It Fryske Gea, Veenwouden.



Herinrichting en natuurontwikkeling in Ierdige Mar, september 1997.

Opinie en Achtergrond
9

LEEUWARDER COURANT Donderdag 3 maart 2005

# Natuurbeschermingsorganisaties worden steeds belangrijker

**Van oudsher hebben particuliere organisaties een belangrijke rol gespeeld in het natuurbeleid in ons land. Maar hoe noodzakelijk zijn organisaties als It Fryske Gea eigenlijk?**

**LUITSJE HOSPER**  
directeur It Fryske Gea

Soms lijkt het alsof natuurbeschermingsorganisaties zoals It Fryske Gea, niet langer nodig zijn. Alles op ruimtelijk-ordningsgebied is in Nederland geregeld in streekplannen en bestemmingsplannen. En als er sprake is van bijzondere natuurwaarden, dan worden de Planologische Kernbeslissing, de Natuurbeschermingswet en

de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn ingezet. Voor de bescherming van planten en dieren is de Flora- en Faunawet van toepassing. Al met al lijkt dat meer dan voldoende om de natuur te beschermen. Maar niets is minder waar.

De wettelijke en planologische bescherming van gebieden en soorten komt namelijk altijd achteraf tot stand. Het traject van bescherming begint pas als de bedreigingen als gevolg van veranderende maatschappelijke ontwikkelingen er al zijn. Natuurbeschermingsorganisaties spelen hierop in en stellen dit aan de kaak. Dan vindt een lange periode van bewijsvoering, nader onderzoek, belangenafweging en beïnvloeding van de publieke opinie plaats.

Uiteindelijk zal door de politiek de eventuele verankering in planologische en wettelijke maatregelen plaatsvinden. Een kwestie van lange adem, terwijl de natuur niet beschermd wordt. Het is daarom zaak vroegtijdig aan de bel te trekken; dit is een duidelijke rol van de natuurbeschermingsorganisaties.

De problemen waar de natuurbescherming zich voorop plaatst, zijn momenteel groter dan ooit. Er doen zich voortdurend nieuwe problemen voor op natuur- en milieugebied. Denk aan de intensivering van het gebruik van ruimte en energie op aarde, als gevolg van de bevolkingsgroei, uitstoot van koolstofdioxide, de opwarming van de aarde en de hieraan gekoppelde klimaatverandering en zeespiegelstijging.

Met deze problemen worden we in het dichtbevolkte en laaggelegen Nederland direct geconfronteerd. Moeten en kunnen wij hier in Fryslân bijvoorbeeld de problemen van de overvolle Randstad oplossen of moeten we juist de ruimtelijke kwaliteit voor landbouw, natuur, recreatie en onze woonomgeving koesteren en beschermen.

En wat te denken van de overbevissing van en gaswinning in onze laatste 'wildernis', de Waddenzee, en de gevolgen van zeespiegelstijging voor mens en dier. De discussie hierover is nog maar pas gestart en de natuurbeschermingsorganisaties zijn hierin een belangrij-

Een van de terreinen die It Fryske Gea beheert: de Jan Durkspolder in de Alde Feanen bij Earnewald. Foto: L.J. van der Vliet

ke partner. Want wie moeten er anders voor zorgen dat de natuur, het landschap en het ecosysteem de juiste bescherming krijgen?

Niet alleen spelen de natuurorganisaties een belangrijke rol als overlegpartner in het vinden van oplossingen voor bovengenoemde problemen. Ook is het de taak van deze organisaties om de vinger aan de pols te houden als het gaat om bestaand en vastgelegd beleid. Het gebeurt nog te vaak dat de overheid afwijkt van door haar zelf vastgelegd beleid. Bijvoorbeeld als dit economisch beter lijkt. Of als een nieuwe regering een andere afweging maakt en het beleid van de vorige regering wijzigt. Het is aan de natuurorganisaties om daar alert op te zijn en de overheid hier op aan te spreken.

En ten slotte en dicht bij huis, is ook de beleving van natuur en landschap, recreatie en vrijetijdsbesteding van het grootste belang. Het zijn de natuurbeschermingsorganisaties die voorlichting en educatie geven. Het zijn ook deze organisaties die tal van mogelijkheden creëren om iedereen van natuur en landschap te laten genieten, door het aanleggen van wandel- en fietspaden en het uitzetten van vaarrottes.

Een belangrijke taak is daarnaast de bewustwording van de schoonheid en het belang van

de natuur, vooral van de jeugd. De natuurbeschermingsorganisaties zorgen zo voor een plezierige, schone en gezonde woon-, werk en recreatieve omgeving, en zijn daarmee ook een economische factor van belang.

Daarmee is de cirkel rond; we komen zo weer uit bij de bedreiging van onze leefomgeving als gevolg van klimaatverandering, het thema van de 21ste eeuw. Natuurorganisaties spelen in alle facetten, van dicht bij huis tot grote internationale problemen, een onmisbare rol. Met alle huidige ontwikkelingen en de daarbij horende problemen, is de natuurbescherming meer nodig dan ooit tevoren.

**Over nut en noodzaak van natuurbescherming wordt heel verschillend gedacht. In samenwerking met de 75-jarige It Fryske Gea biedt de LC de komende maanden een platform voor discussie. Elke eerste donderdag van een maand schrijft een medewerker van It Fryske Gea een column. Lezers worden uitgenodigd op deze column te reageren. Volgende week donderdag publiceren we een keuze uit de verzamelde reacties en een 'tegencolumn' van een deskundige. Brieven kunnen naar het adres LC-debat, Postbus 394, 8901 BD Leeuwarden of via de mail: [debat@leeuwardercourant.nl](mailto:debat@leeuwardercourant.nl)**



## 11.3 Nutriëntenretentie op polderniveau

**Jeroen P van Zuidam**

(Universiteit Utrecht)

**Bastiaan G van Zuidam**

(Wageningen Universiteit)

**Edwin THM Peeters**

(Wageningen Universiteit)

### *Kansen voor het bestrijden van eutrofiëringsverschijnselen in Friesland?*

Het lijkt zinvol om te verkennen of de eutrofiëringsproblematiek die nu voor vrijwel heel Friesland geldt meer lokaal geïsoleerd kan worden door eutroof ‘poldereigen water’ vast te houden in een retentiebekken in dezelfde polder, zodat het later benut kan worden voor de eigen polder, alvorens eventuele overschotten naar de boezem te transporteren.

### **Voedselrijkdom**

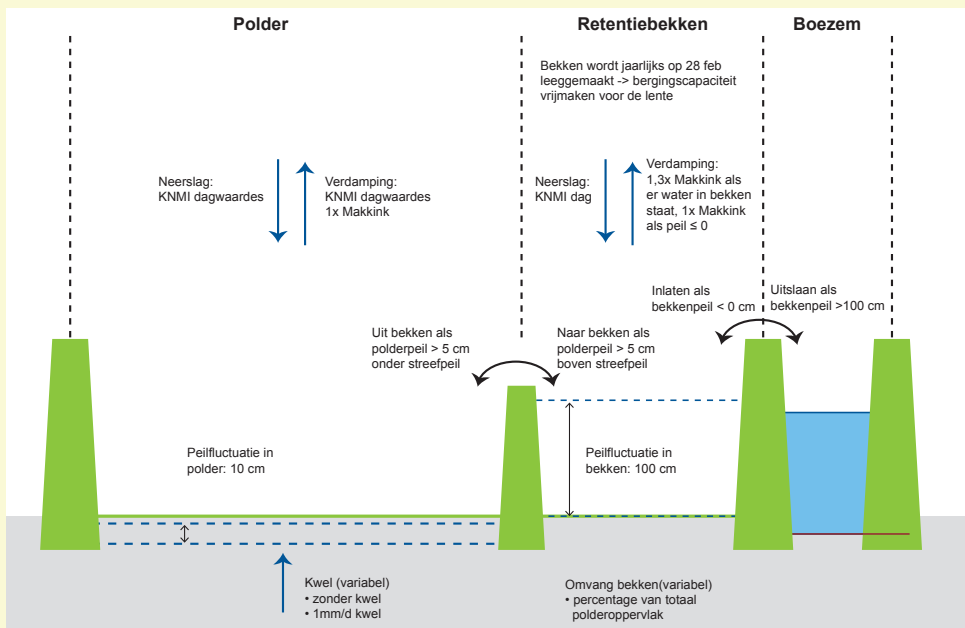
Eutrofiëring, de verrijking van het oppervlaktewater met voedingsstoffen, is wereldwijd één van de grootste problemen bij het streven naar een goede waterkwaliteit. Een teveel aan nutriënten in grotere, ondiepe wateren zoals meren, plas- sen, kanalen en vaarten leidt tot overmatige algengroei waardoor het water troebel wordt (Scheffer & Van Nes, 2007). Door die troebeling is er onvoldoende licht beschikbaar voor de gewenste ondergedoken waterplanten en die komen dan ook niet tot ontwikkeling. Is de voedselrijkdom hoog dan leidt dit doorgaans tot de bloei van blauwvieren wat uiterst ongewenst is in verband met gifstoffen die door hen geproduceerd kunnen worden. In de kleinere en ondiepere wateren, zoals sloten, vijvers en poeltjes speelt de voedselrijkdom van de waterbodem een belangrijke rol in de ontwikkeling van de vegetatie. Zitten de voedingsstoffen voornamelijk in de waterbodem dan ontstaat vaak een dichte vegetatie van soorten als waterpest, maar als de hoeveelheid voedingsstoffen in het water hoog is (ongeacht die in de waterbodem) dan ontwikkelt zich een deken van kroos op het wateroppervlak (Van Zuidam & Peeters, 2013). Zowel watersystemen met troebel water als systemen met een kroosdek kennen een sterk verarmde flora en fauna.

Vanuit het waterbeheer wordt het grootste deel van het Friese landschap gekenmerkt door hoger gelegen boezemwateren en lager gelegen polderwateren. Er is een intensieve uitwisseling van water tussen die boezem- en polderwateren. In natte perioden is er een overschot van water in de polders dat via het boezemsysteem afgevoerd wordt naar Waddenzee en IJsselmeer. In droge perioden is het nodig om water aan te voeren naar de polders, om het waterpeil op hoogte te houden. Het benodigde water wordt dan (via de boezem) vanuit het IJsselmeer ingelaten. Het is interessant om te constateren dat er nogal grote verschillen bestaan in de concentraties van voedingsstoffen in enerzijds de polderwateren en anderzijds de boezemwateren en het IJsselmeer (Rozemeijer & Klein, 2013). Het water in het IJsselmeer is tegenwoordig relatief arm aan nutriënten. In de jaren '70 van de vorige eeuw was dit wel anders. Maatregelen die in de loop der tijd genomen zijn zoals meer huishoudens aansluiten op het riool, fosfaatvrije wasmiddelen en extra fosfaatverwijdering op zuiverings- installaties hebben hun vruchten afgeworpen en hebben geleid tot een schonere Rijn, IJssel en IJsselmeer. Niet alleen het fosfaatgehalte in het oppervlaktewater is in de loop der jaren verminderd, ook voor stikstof is het lager geworden. Het water in de haarvaten van de polders is over het algemeen nog steeds rijk aan voedingsstoffen, ondanks dat ook in Friesland de concentraties gedaald zijn. Om het vastgestelde waterpeil te handhaven, wordt het overtollige, voedselrijke



*Oud en nieuw gemaal van de Veenpolder van Echten. Vanaf de eerste bemaling in de 2<sup>e</sup> helft van de 19<sup>e</sup> eeuw is het polderpeil verlaagd van -1,0 m NAP, via -2,8 m NAP, naar -3,4 m NAP (foto april 2010).*





*Figuur 1. Schematische weergave van het waterbalansmodel met daarin een nutriëntenretentiebekken ter verbetering van de waterkwaliteit in de boezem.*

water uit de polders naar de boezem gepompt. De stikstofbelasting van de boezem blijkt voor ongeveer 80 % afkomstig te zijn uit de (landbouw)polders en voor fosfaat is dit zo'n 60 % (Claassen et al., 2012). Door deze belasting van de boezem vanuit de polders worden mogelijke positieve effecten van het inlaten van schoon IJsselmeerwater volledig teniet gedaan.

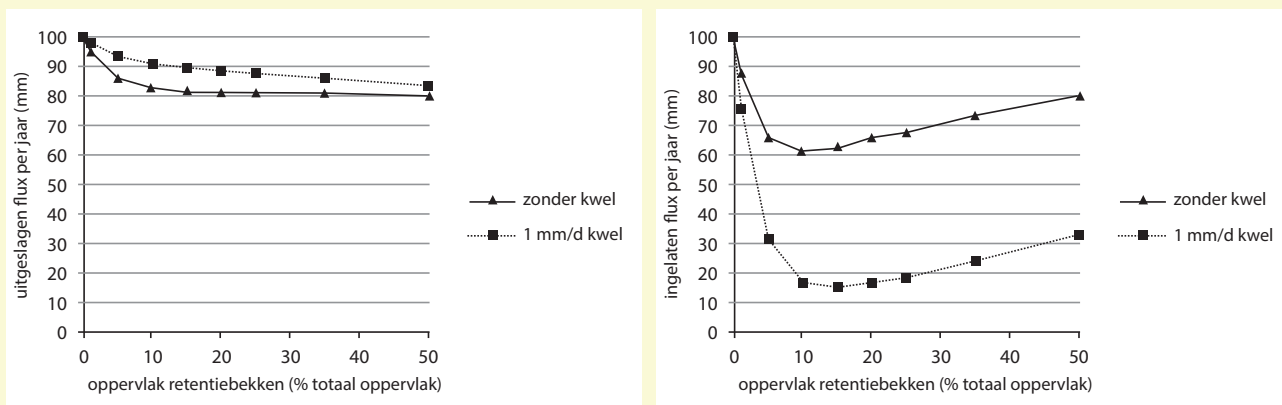
### Waterkwaliteit

Het gevolg is dat vrijwel al het boezemwater in Friesland een matige tot slechte biologische waterkwaliteit kent (Van Belle et al., 2011). Het boezemwater is vrijwel overal troebel, met weinig submerse waterplanten. De scores op de maatlaten voor de Kaderrichtlijn Water voor planten en vis (Koole & Koopmans, 2013) zijn nog steeds overwegend matig tot slecht. Voor veel polders geldt dat de nutriëntenconcentraties zodanig hoog zijn dat ook daar sprake is van een matige tot slechte chemische waterkwaliteit. De verbetering van de waterkwaliteit van de afgelopen decennia zet de laatste 5-10 jaar ook niet meer door (Rozemeijer & Klein, 2013), een fenomeen dat zich ook landelijk voordoet (Pot, 2010). Soortenrijke watervegetaties zijn er dan ook nog steeds zeldzaam. In veel sloten komt woekering van Smalle waterpest, sterrekroos en/of Grof hoornblad voor en soms drijvende matten met kroos en draadwieren. Dit brengt hoge onderhoudskosten met zich mee en een aantal vaarten en hoofdwatergangen kent zelfs zomeronderhoud (schoning) vanwege de hoge groeisnelheid bij de hoge voedselrijkdom.

Een belangrijke oorzaak voor de slechte waterkwaliteit van de boezem is dus de grote mate van uitwisseling en transport van water en voedingsstoffen door alle watersystemen heen (Claassen et al., 2012). Polders slaan ieder overschot uit op de boezem om een vast polderpeil te behouden. Natuurgebieden ontvangen dit opgeladen water weer. Om de waterkwaliteit in de Friese (boezem)wateren te verbeteren, ligt de sleutel tot succes wellicht in het aanpakken en beperken van het uitwisselen van dat nutriëntenrijke water. Het gaat dan om het lokaal vasthouden van de voedingsstoffen in polders



*Extra waterberging voor gemaal De Putten, december 2004.*



Figuur 2. Invloed van de grootte van een nutriëntenretentiebekken op de hoeveelheden uitgeslagen (A links) en ingelaten water (B rechts) uitgedrukt als mm per jaar.

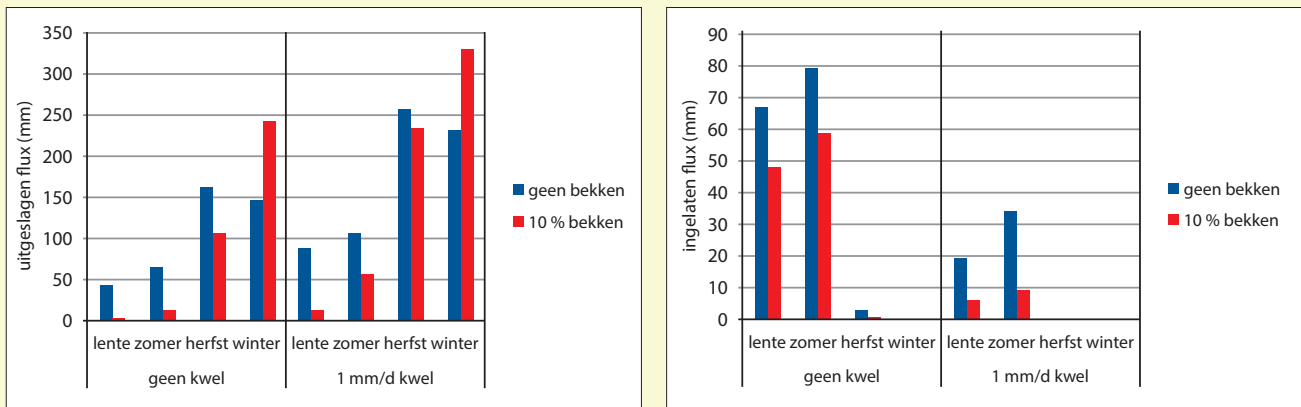
met eutroof/hypertroof water in plaats van ze te lozen op de boezem. Dit kan dan leiden tot een betere waterkwaliteit in de boezem. Maar niet alleen de waterkwaliteit van de boezem kan hiervan profiteren, ook elders gelegen gebieden met een watertekort zullen profijt hebben van de aanvoer van schoner en nutriëntenarmer water uit de boezem. Zeker wanneer dit polders betreft die een natuurfunctie hebben of van zichzelf al minder voedselrijk zijn dan het huidige boezemwater. Het principe van het lokaal vasthouden van de nutriënten in de polder waar het aanwezig is, sluit mooi aan bij het principe van vasthouden-bergen-gecontroleerd afvoeren in het waterkwantiteitsbeheer.

### Retentiebekken als maatregel

Hoe kan nu die stroom aan nutriënten vanuit de polder naar de boezem verminderd worden? Helemaal geen water uitslaan naar de boezem zal niet kunnen want Nederland kent tenslotte een neerslagoverschot en dat zal de polders moeten verlaten. Dat overschot is er vooral in de winter wanneer de toevoer naar de boezem het grootst is. In het voorjaar en de zomer wordt een eventueel neerslagoverschot na een flinke bui over het algemeen meteen richting boezem afgevoerd. Aan de afvoer in de winter kan niet veel veranderd worden, maar er lijken wel mogelijkheden om die afvoeren in het voorjaar en de zomer in te perken. Dat zou kunnen door dat overschot in de polder zelf te bergen in een retentiebekken. Een deel van het oppervlak van de polder, gelegen bij een gemaal aan de boezem, zal hiervoor gereserveerd moeten worden. De grootte van zo'n retentiebekken zal afhangen van de gewenste afname van uitgemalen nutriënten en de beschikbare ruimte. De effectiviteit wordt bepaald door het neerslagoverschot, het waterpeil in de polder en de aanwezigheid van eventuele kwel. Om in beeld te brengen wat de effectiviteit van zo'n bekken is, zijn enkele berekeningen uitgevoerd met een waterbalans-model waar alle in- en outputs zijn opgenomen zoals weergegeven in figuur 1. De berekeningen zijn gebaseerd op dagelijkse neerslag- en verdampingswaarden van KNMI station De Bilt voor de periode 1961 t/m 2012.

Zoals verwacht heeft het aanleggen van een retentiebekken een beperkt effect op de hoeveelheid water dat jaarlijks wordt uitgeslagen (figuur 2A). De aanwezigheid van zo'n bekken zorgt daarentegen wel voor een aanzienlijke afname van de hoeveelheid water dat jaarlijks de polder wordt ingelaten (figuur 2B). Hoewel op jaarbasis nauwelijks effecten zichtbaar zijn van een retentiebekken op de hoeveelheden uitgeslagen water, blijkt dat het patroon van de afvoer in de tijd verandert. Zo is de uitgeslagen hoeveelheid water in de lente en de zomer zeer beperkt (figuur 3A) en wordt nagenoeg al het neerslagoverschot in die periode in de polder vastgehouden. Dit is een heel positief effect omdat zo de belasting van de boezem wordt beperkt in het groeiseizoen, waardoor de kans op algen/kroosbloei afneemt. Oftewel, de voedingsstoffen blijven meer bij de bron (in de polder) dan dat ze regionaal verspreid worden (door uitmalen op de boezem). In de winter is de hoeveelheid uitgeslagen water juist hoger omdat het bekken op het einde van de winter eenmalig volledig geleegd wordt (kortdurend effect). Hiermee wordt ruimte gecreëerd voor het bergen van de overtollige neerslag die in de lente en de zomer valt. Kwelpolders hebben een afvoerpatroon dat vergelijkbaar is met dat van polders zonder kwel. De aanwezigheid van een retentiebekken kan echter niet voorkomen dat in de zomer toch een deel van het neerslagoverschot uitgeslagen moet worden. De hoeveelheden af te voeren water in zo'n kwelpolder zijn daarnaast in de herfst en winter beduidend hoger. In droge perioden kan een tekort aan water ontstaan waardoor water ingelaten moet worden om het peil in de watergangen te handhaven. De hoeveelheid in te laten water wordt lager bij de aanwezigheid van het bekken (figuur 3B). Ook hier is een duidelijk verschil waarneembaar tussen polders met en zonder kwel.

Uitgaande van constante concentraties van stikstof en fosfaat zou een retentiebekken van 10 % in een kwelpolder de nutriëntenvrucht naar de boezem verminderen met circa 9 % op jaarbasis en gemiddeld met 60 % in het groeiseizoen (voorjaar en zomer). Vooral de sterke verlaging in het groeiseizoen is van belang voor het verlagen van de kans op waterkwaliteitsproblemen. Hierbij is nog geen rekening gehouden met vastlegging van nutriënten in het retentiebekken. Door het



Figuur 3. (A links) uitgeslagen en (B rechts) ingelaten water in mm per seizoen in polders zonder een nutriëntenretentiebekken of met een bekken dat 10 % van de polder beslaat voor twee verschillende kwelsituaties (geen kwel en 1 mm/d). Let op: de y-assen van beide figuren zijn verschillend.

verblijf van water in het bekken kan een deel van de nutriënten vastgelegd worden door bezinking en opname door watervegetatie (ondergedoken en emergent) indien voor een natuurlijke inrichting gekozen wordt.

Op grond van deze eerste analyses lijken nutriëntenretentiebekken zeer kansrijk om de waterkwaliteit van de boezem in Friesland flink te verbeteren. Vervolgstudies zullen zeker nodig zijn om de effecten op waterbeheer en nutriëntenstromen nauwkeuriger in kaart te brengen en een realistische afweging te kunnen maken van de geschiktheid van afzonderlijke polders.

## Literatuur

- Classen T., Meijer I., Blom J., 2012. Nutriëntenvrachten uit polders onderschat. H2O 44 (11): 37-40.
- Koole M., Koopmans M., 2013. Visstandopname Friese wateren 2012. A&W-rapport 1886 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kosten S., 2011. Een frisse blik op warmer water. Over de invloed van klimaatverandering op de aquatische ecologie en hoe je de negatieve effecten kunt tegengaan. STOWA rapport 2011-20.
- Pot R., 2010. Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen. i.o.v. RWS en de Werkgroep Routekaart Heldere Meren.
- Rozemeijer J.C., Klein J., 2013. Trends in stikstof- en fosforconcentraties in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Deltares-rapport nr 1208369-000-BGS-0003 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Scheffer M., van Nes E.H., 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. Hydrobiologia 584: 455-466.
- Torenbeek R., 2008. Notitie effect lozing De Groote Veenpolder op de boezem van NW-Overijssel, Waterschap Reest en Wieden.
- Van Belle J., Postma J., Keijzers R., Bijkerk W., Brongers M., m.m.v. Pot R., 2011. Maatlatten en toetsing Friese waterlichamen 2006-2010. A&W-rapport 1696 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Van Zuidam J.P., Peeters E.T.H.M., 2013. Occurrence of macrophyte monocultures in drainage ditches relates to phosphorus in both sediment and water. SpringerPlus 2: 564.

# Veengebieden in beeld voor waterberging

LC 17-9-04

**LEEUWARDEN** - Wetterskip Fryslân onderzoekt of veenweidegebieden kunnen dienen als waterberging of in aanmerking komen voor een peilverhoging in de zomer. Het gaat om gebieden met een veenpakket van minstens 1 meter dik. De maatregelen kunnen de kosten van het waterbeheer in die gebieden beperken en veenoxidatie tegengaan.

Veenoxidatie ontstaat als veen in aanraking komt met zuurstof. In extreem droge zomers kan de bodem dan wel enkele centimeters inklinken. Hierdoor moet het waterschap vaak tegen hoge kosten het waterbeheer aanpassen.

De dikke veenpakketten liggen in een ring tussen Leeuwarden, Grou, Joure en Sneek en een gebied ten zuiden van het Tsjerkmeer. In totaal gaat het om 30.000 hectare. Als peilverhoging ten koste gaat van het huidige gebruik van het land, zal hier een vergoeding van het waterschap tegenover staan.

Het onderzoek is een van de tien wensen die Wetterskip Fryslân heeft vastgelegd in de notitie Water op de Kaart, als reactie op het ontwerp-streekplan van de provincie. Volgens dijkgraaf Paul van Erkelens

moet verder vooruit worden gekeken, dan in het streekplan gebeurt, om over twintig tot dertig jaar geen spijt te krijgen van zaken die nu worden aangepakt.

Rond waterzuiveringen moet daarom voldoende ruimte blijven om ook over enkele decennia uitbreiding mogelijk te maken. De milieueisen worden steeds strenger, waardoor zuiveringen in de toekomst meer ruimte vragen. De ligging van de installatie in Sneek vormt nu al een probleem.

Ook aan de voet van zeeuwingen moet ruimte worden vrijgehouden. Een hogere dijk vergt meer ruimte aan de voet van de dijk. Op de Waddeneilanden moeten gemeenten er rekening mee houden dat er geen woningen buiten de waterkering worden gebouwd. Het waterschap heeft voor een groot aantal plaatsen in kaart gebracht waar water risico's kunnen ontstaan als er woningbouw plaatsvindt.

In de toekomst kan de zoute kwel in het noorden van Friesland een probleem vormen. Volgens het waterschap moet onderzocht worden of andere teelten mogelijk zijn, die beter tegen zout bestand zijn. Het is volgens Van Erkelens de vraag of er over enkele decennia nog voldoende zoet water uit het IJsselmeer beschikbaar is voor doorspoeling, om de kwel op afstand te houden.



## 11.4 Blaugers en soldatekwast

**Wibe Altenburg**

(Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden)

### Overstromingsgrasland

De kwaliteit van het boezemwater in Fryslân heeft rechtstreeks invloed op het voorkomen van allerlei planten en dieren in het water zelf en direct daaraan grenzend langs de waterkant. Minder in het oog springend is die invloed op vegetaties en plantensoorten op het land, vooral als gevolg van winterse overstromingen van boezemlanden en zomerpolders. De bekendste vertegenwoordiger van deze overstromingsgraslanden is het blauwgrasland (het Friese 'blaugers'), met als meest kenmerkende plantensoort de Spaanse ruiter, in het Fries 'Soldatekwast'.

*Boezemland* ('bûtlân'): onbeaad buitendijks land, dat 's winters bij hoge boezemstanden overstroomt en dat vervolgens bij lagere waterstanden weer droogvalt als het overstromingswater vrij afstroomt op de boezem. Tot ver in de 19<sup>e</sup> eeuw in het Friese Lage Midden over zo'n 100.000 ha voorkomend, maar door inpoldering (tot zomerpolder, later tot winterpolder) nu vrijwel verdwenen. In figuur 1 is het in 1876 overstroomde boezemland weergegeven. Afhankelijk van het neerslagoverschot en de spuiomogelijkheden varieerden de jaarlijkse omvang en duur van die winterse inundaties.

*Zomerpolder* ('simmerpolder'): door maaiveldaling te nat geworden boezemland werd beaad met lage dijkes (zomerkade), die winterdag bij hoge boezemstanden konden overstromen. Waar afstroming van water naar een achterliggende polder mogelijk was, duurden deze inundaties voorheen slechts kort, maar waar dat niet mogelijk was kon dat veel langer duren. Tegenwoordig staan de resterende zomerpolders veelal tussen begin november en begin maart onder water, deels ook met regenwater.

Spaanse ruiter  
(foto Benny Klazenga).



### Wat is blauwgrasland

Blauwgraslanden zijn vochtige, onbemeste hooilanden, waarin de veel voorkomende soorten een wat blauwige gloed over zich hebben. De wetenschappelijke naam *Cirsio dissecti-Molinietum* dankt het blauwgrasland aan Spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*) en Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Het is een graslandtype van voedselarme omstandigheden, waarin de groei van de vegetatie wordt beperkt door de beschikbaarheid van fosfaat. Het is daardoor erg gevoelig voor aanvoer van voedingsstoffen door overstromingswater, vanuit de lucht of door bemesting. In de winter staat gedurende enkele weken tot enkele maanden water op het maaiveld en in de zomer zakt het grondwater niet dieper uit dan zo'n 60 cm beneden maaiveld.

Het Friese 'boezemblauwgrasland' is een vrij soortenarme vorm van het blauwgrasland. Kenmerkend zijn vooral Spaanse ruiter, Blauwe zegge, Pijpenstrootje, Moerasstruisgras, Zwarte zegge, Tandjesgras, Moerasviooltje en Grote ratelaar. Het onder andere in Zuidoost-Fryslân voorkomende 'beekdalblauwgrasland' is vaak duidelijk soortenrijker, met zeldzame schraallandsoorten als Vlozegge, Blonde zegge, Kleine valeriaan, Brede orchis en Gevlekte orchis.

**FRIES MOZAIEK**

L.C. 31-1-91.

# Onder water wacht het blauwgras

Door Halbe Hettema

ALS HET WATER in de Akmarijpster polder zich in het voorjaar weer gewonnen geeft, zal het blauwgrasland uit de winterslaap herrijzen. Dan komt de pracht en praal van een van Friesland's grootste terreinen van dit type weer naar boven. Gelaafd in de winter. Niet door boezemwater, dat is te rijk, maar uitsluitend door hemelwater. Langzaam maar zeker krijgt de polder weer iets van zijn oorspronkelijke karakter terug.

Lang geleden, pakweg tweehonderd jaar, was blauwgrasland in deze provincie een gewoon verschijnsel. Voedselarme grond, een beetje zuur en wat vochtig. Daar reedde deze vegetatie zich mee. Maar het technische vernuft van de mens nam toe. De waterstand werd kunstmatig geregeld en restprodukten van industrieën maakten het boezemwater rijk. Het blauwgras was verloren.

Redden wat er te redden valt, werd toen het credo van natuurbeheerders. En zo ontstond er in de Akmarijpster polder weer een vegetatie met de kenmerken van een oorspronkelijk blauwgrasland. „Foar it each sjocht it der no hiel aardich út“, zegt boswachter Sjoerd Bakker van Staatsbosbeheer. Blauwe zegge, pipestro en spaanse ruiter, de meest algemene soorten van blauwgrasland, bepa-

len het beeld in het 90 hectare grote gebied.

★ **Simmersnie**

Maar ook minder algemene soorten zijn aanwezig. Zoals kruipend struisgras ('múzegers' in het Fries), tandjesgras, lage zegge, blauwe knoop en tormentil. En dan is er nog 'simmersnie', het veenpluis dat de velden na de bloei met een wit pluisek bekleedt.

Hoe doen die natuurbeschermers dat nou, dat terugbrengen van de oorspronkelijke omstandigheden? Ze halen de ergste kwaal weg. Dat is het boezemwater. De aanleg van een polderdijkje en een dam in de Oude Geuw hebben het mogelijk gemaakt een eigen waterhuishouding te voeren. In de periode van november

tot maart overstroomt het gebied weliswaar, maar dat gebeurt niet door boezemwater. Nu is regenwater ook niet helemaal vrij van stikstof, maar het kan er voor blauwgraslanden kennelijk nog op door. Kwelwater, vroeger een goede bron voor de vegetatie, dringt nauwelijks meer tot het terrein door. Door diepwater-ring in de aangrenzende gebieden trekt het weg. Met twee peilbuizen in het terrein houdt Staatsbosbeheer in de gaten hoe het grond- en kwelwater zich verder gedragen.

Naast een eigen waterbeheer is het werk in het land er volgens Bakker ook verder op gericht: alles armoedig te houden. Eens per jaar, bij voorkeur niet voor 1 augustus, wordt er gemaaid. De oogst wordt direct afgevoerd, om de ondergrond schraal te houden. Met wordt niet gebruikt.

★ **Gravinnewei**

Een opvallend element in het gebied is een hoge zandrug, de Gravinnewei, die na de laatste ijstijd moet zijn afgezet en doorloopt tot in het Sneekermeer. Het biedt een aardige variatie. Op deze verhoging doen andere soorten het goed: kale jonker en borstelgras bijvoorbeeld.

Botanisch beheer, dus gericht op planten, is het hoofddoel van Staatsbosbeheer bij Akmarijp. Niet zonder trots vertelt Bakker evenwel welke vogels zich er geregeld laten zien. Dat zijn weidevogels als de Kievit en de grutto. De 'skries' zit er al gauw met vijftig paar te broeden. Zo heeft de inventariserende vrijwillige vogelwachter Van der Meer uit Terkaple vastgesteld. Goudplevier ('wylster') en kemphaan ('boarnts') laten zich er ook in de winter zien. De laatste soort komt er in het voorjaar soms tot tien broedparen. En dan zijn er nog de slobbeend, de zomertaling en de gele kwikstaart ('gjel boumantse').

Van de hoge waterstand profiteren roofvogelsoorten als blauwe kiekendief, buizerd en torenvalk. Ze hebben het voorzien op veldmuizen, die het water tot aan de lippen komt en zo een gemakkelijke prooi zijn voor de predatoren. Het is een prachtig gezicht, de zwevende rovers boven de uitgestrekte vlakte. En onder dat water, daar wacht het blauwgras.



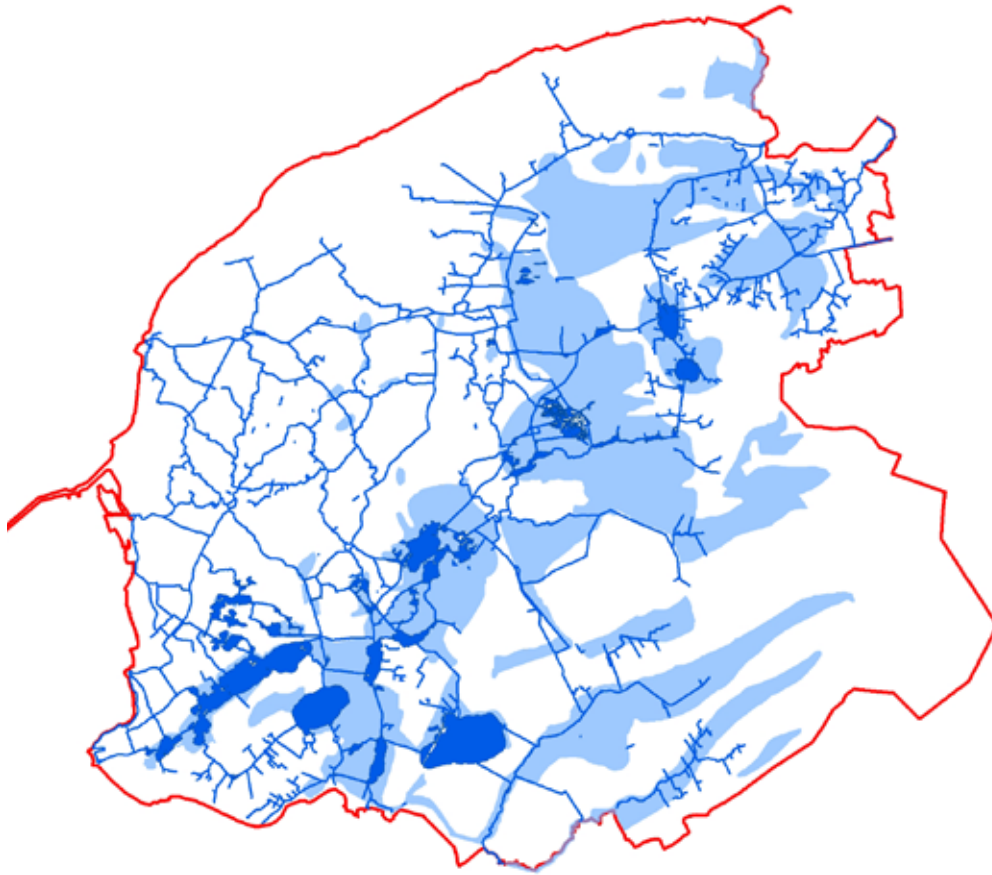
★ De Akmarijpster polder staat onder water. Regenwater wel te verstaan, want boezemwater is te voedselrijk. Foto LC/Willem de Jong

**Niet te zuur!**

Cruciaal voor het blauwgrasland is de aanvoer van basen (vooral calcium) om verzuring in de bodem tegen te kunnen gaan. De typische blauwgraslandsoorten vereisen een zuurgraad die niet lager is dan ca. pH (H<sub>2</sub>O) 5,5. In beekdalen zorgt kwel van baserijk grondwater voor een continue aanvoer van bufferstoffen. In het Friese boezemgebied moet die aanvoer komen van inundaties met basenhoudend oppervlaktewater, als tegenwicht tegen het relatief zure regenwater. 'Niet te zuur!' geldt overigens ook voor die andere typische vertegenwoordiger van het Friese boezemgebied, het dotterbloemgrasland, dat op iets voedselrijkere standplaatsen voorkomt (meer invloed van overstromend boezemwater).

**Voorkomen vroeger en nu**

In het verleden kwamen er in Nederland duizenden hectaren blauwgrasland voor, maar daarvan resteren nu nog slechts enkele tientallen hectaren die echt goed ontwikkeld zijn. Het is daarmee één van de meest bedreigde vegetatietypen van Nederland. Ook internationaal is het blauwgrasland zeldzaam geworden. Tot in de jaren '40 van de vorige eeuw kwam het boezemblauwgrasland nog op meerdere plaatsen voor in het Friese Lage Midden, vooral in zomerpolders, maar ook toen al vormde dat slechts een fractie van de vele 10.000-en hectaren blauwgrasland die er in dit deel van Fryslân moeten zijn geweest. Vooral vanaf de jaren '20 van de vorige eeuw is door een betere bemaling van de Friese boezem (Woudage-maal Lemmer 1920) en de intrede van kunstmest de oppervlakte blauwgrasland snel achteruitgegaan. Na alle inpolderingen en inzet van bemesting zijn er in het boezemgebied van Fryslân slechts twee gebieden overgebleven waar een kleine oppervlakte boezemblauwgrasland bewaard is gebleven: de Wyldlannen in de Alde Feanen en de Blaugerzen bij Eagmaryp. Daarbuiten gaat het om enkele 'snippertjes' in boezemlandjes en zomerpolders.



*Figuur 1.  
In de winters rond 1876 bij hoge  
boezemwaterstanden geïnundeerde  
gronden (uit: Claassen 2008, aangepast  
naar Provinciale Waterstaat van  
Friesland, 1978).*

### **De situatie nu**

Al in de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw is het boezemblauwgrasland vrijwel geheel uit Fryslân verdwenen. De kwaliteit van het boezemwater -die in die periode als overstromingswater voor het blauwgrasland nog prima was- heeft daar los van gestaan. Lang voor de sterke verslechtering van de boezemwaterkwaliteit was het gros van het blauwgrasland verdwenen door bedijking, bemaling en bemesting van de daarvoor natte, 's winters regelmatig overstromde, onbemeste boezemlanden en zomerpolders. De laatste nu nog voorkomende restanten liggen binnen natuureservaten, worden niet bemest en staan 's winters over het algemeen langdurig onder water.

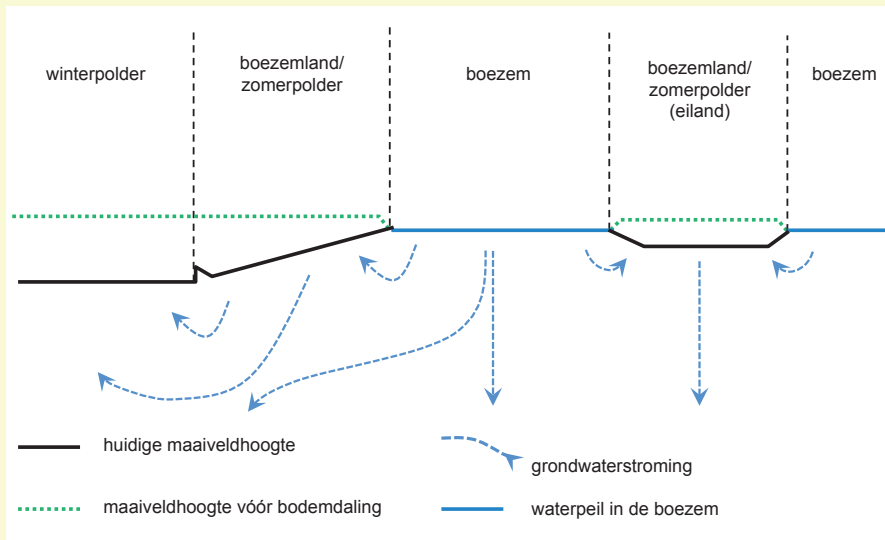
### **Hét knelpunt: verzuring**

Blauwgraslanden hebben zoals gezegd een pH (H<sub>2</sub>O) > ca. 5,5 nodig. In het verleden werd dit bereikt door de winterse overstromingen met basenhoudend boezemwater en basenhoudend slib, dat na droogvallen achterbleef. Een proef die we hebben uitgevoerd in het Sneekermeergebied (Blokseleatpolder) heeft aangetoond, dat er bij overstroming met boezemwater inderdaad een laagje slib op het maaiveld achterblijft. Na het verdwijnen van de grote oppervlakte boezemlanden en zomerpolders in de eerste helft van de vorige eeuw zijn in het Lage Midden van Fryslân de landbouwpeilen rondom het boezemgebied veel lager geworden. De wegzijging van grondwater naar die diepere peilgebieden maakt dat het resterende blauwgrasland veel gevoeliger is geworden voor verdroging en (vooral) verzuring. In figuur 2 is die wegzijging voor boezemland en zomerpolder schematisch weergegeven. Regelmatige inundaties met een goede kwaliteit basenhoudend boezemwater zijn voor deze laatste stukjes boezemblauwgrasland daarom van levensbelang.

### **Natuurbeheerders in de houdgreep**

De oplossing lijkt daarom voor de hand te liggen: vaak inunderen met boezemwater om verdroging en verzuring van de bodem tegen te gaan. En daar zit 'em de kneep: natuurbeheerders zijn al vanaf de jaren '70 zeer terughoudend met het inlaten van boezemwater in gebieden met schrale vegetaties vanwege het relatief hoge gehalte aan fosfaat, waar de kritische blauwgraslandsoorten slecht tegen kunnen. Ook het gehalte aan sulfaat is hier heel belangrijk: in een concentratie hoger dan ca. 50 mg/l kan sulfaat leiden tot een verdere verzuring, tot vergiftiging door de vorming van H<sub>2</sub>S in de bodem en tot eutrofiëring door het 'vrijmaken' van aan ijzer gebonden fosfaat. De laatste jaren, nu de kwaliteit van het boezemwater weer wat beter is geworden, wordt inundatie met boezemwater weer toegepast in de Wyldlannen en de Blaugerzen. Monitoring moet uitwijzen in hoeverre deze inundaties daadwerkelijk de verzuring kunnen tegengaan en in hoeverre er negatieve effecten optreden van fosfaat en sulfaat in het overstromingswater.





Figuur 2.  
Schematische weergave van maaiveldhoogte en grondwaterstromen in en rond de boezem in de huidige situatie.

### De toekomst van het boezemblauwgrasland

De toekomst van het Friese boezemblauwgrasland, dat 100 jaar geleden nog over grote oppervlakten voorkwam, ziet er niet rooskleurig uit. Door bemaling, bedijking en diepontwatering is de situatie in het boezemgebied onomkeerbaar veranderd. De twee natuurbeheerders It Fryske Gea (Wyldlannen) en Staatsbosbeheer (Blaugerzen) spannen zich via een zorgvuldig maai- en waterbeheer in om de nu nog aanwezige, veelal soortenarme vormen van het boezemblauwgrasland in stand te houden. Ook in internationaal verband wordt de waarde daarvan onderschreven: in het Natura 2000-gebied Alde Feanen is het blauwgrasland aangewezen als belangrijk te behouden 'habitattype'. Daarbij zijn regelmatige overstromingen met een goede kwaliteit boezemwater noodzakelijk. Cruciaal daarbij zijn dan tegelijkertijd ook alle maatregelen die getroffen worden om de kwaliteit van het Friese boezemwater verder te verbeteren.

Kortom: de toekomst voor de laatste stukjes boezemblauwgrasland is ongewis. Voor het functioneren van het systeem van de Friese boezem zijn ze niet meer van belang, zoals dat in het verleden natuurlijk zeker het geval was. Wellicht liggen er nog kansen -naast Wyldlannen en Blaugerzen- voor de ontwikkeling van een geringe oppervlakte boezemblauwgrasland op plaatsen waar het boezemgebied grenst aan hoger gelegen gebied (rand van Gaasterland, randen van de zandgronden in het oosten van Fryslân). De beste kansen voor behoud van blauwgrasland in Fryslân liggen echter ongetwijfeld in de beekdalen.

### Literatuur

- Altenburg, W. 1998. Beheers- en inrichtingsadviezen voor de Blaugerzen bij Eagmaryp. A&W-rapport 167. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Claassen, T.H.L., 2008. Peilbeheer van de Friese boezem in relatie tot ecosysteem- en waterkwaliteit in historisch perspectief. Rapport Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Grootjans, A.P. 1985. Changes in groundwater regime in wet meadows. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.
- Grootjans, A.P., W. Bijkerk, F.H. Everts, M. Jongman, M. Salomons & M.E. Tolman 1997. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring. Eindrapport 2<sup>e</sup> fase 1994-1996. Lab. voor Plantenecologie RU Groningen / Everts & de Vries, Groningen. [Met deel over de Wyldlannen]
- Jalink, M.H. 1996. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring in laagveenmoerassen. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Kemmers, R.H., P.C. Jansen & S.P.J van Delft 2000. De regulatie van de basentoestand in kwelafhankelijke schraalgraslanden en laagvenen. Expertisecentrum LNV, OBN-rapport 08 / Alterra-rapport 32, Wageningen.
- Kloot, W.G. van der 1939. De blauwgraslanden in Nederland (*Molinietum coeruleae*). Hun verspreiding en mogelijkheden tot behoud van de belangrijkste terreinen. Rapport Contactcommissie Natuurbescherming, Den Haag.
- Lamers, L., M. de Graaf, R. Bobbink & J. Roelofs 1997. Verzuring en eutrofiëring van blauwgraslanden. De Levende Natuur 98 (7), 246-252.
- Leeuw, C.C. de & E. Wymenga 2004. Waterberging in de Kop fan 'e Bloksleatpolder. A&W-rapport 439. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. De vegetatie van Nederland, deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala / Leiden.
- Schotsman, N. 1988. Onbemest grasland in Friesland. Hydrologie, typologie en toekomst. Rapport Hoofdgroep Ruimtelijke Ordening, Provincie Friesland.
- Spiekma, J.F.M., R. van Diggelen & J.M. Schouwenaars 1995. Bestrijding van verdroging in boezemlanden in Friesland. H2O 28 (16), 484-488.

## 11.5 Als een vis in het Friese water?

**Jaap Quak**  
(Sportvisserij Nederland)

*Een beknopte beschouwing over 100 jaar waterkwaliteit, vissen en visserij in Friesland.*

### Vis en water

De weinige bronnen die er zijn over de historische visstand in Friesland geven voor zo'n 100 jaar geleden de indruk van een (zeer) visrijke provincie, zowel in aantallen als in soortensamenstelling. Naast de algemene soorten als aal, baars, brasem, snoek en blankvoorn springt de aanwezigheid van kwabaal, grondel, karper, alver en zeelt in het oog. Niet vreemd is dan ook rond 1910 de grote deelname aan het visserijbedrijf in Friesland, in het bijzonder door de 'gelegenheidsvisser'. Er werd gevestigd op een breed spectrum van soorten. Dit weerspiegelt dat ook de visstand zelf gevarieerd was. Een nog steeds tamelijk natuurlijke peildynamiek, voldoende paai- en opgroeigebieden, een ruime voedselproductie en een voldoende waterkwaliteit waren hiervoor belangrijke factoren. Maar zorgen waren er ook, in het bijzonder in warme, droge zomers als er (toen nog) zout water moest worden ingelaten: "Zoo kon in verschillende vischwateren, waarin in 1911 zout water was ingelaten, een nog in 1912 voortdurende vermindering van den vischrijktom worden geconstateerd". En in 1921: "Voorts kwam in den zomer en gedurende de herfstmaanden door verzouting van het binnenwater als gevolg van het inlaten van zee water vrij veel visch te sterven".

Met de Afsluitdijk (1932) en het daarna snel verzoetende IJsselmeer, was het periodieke zoutprobleem grotendeels verleden tijd. Nieuwe problemen dienden zich echter vanaf 1920 aan door lozingen en industriële verontreiniging. Grootschalige vissterften kwamen steeds vaker voor. Vooral het afvalwater van zuivel-, aardappelmeel-, strokarton- en suikerfabrieken was berucht. De lijst van wateren met jaarlijkse vissterfte groeide vanaf 1925 gestaag, evenals de klachten van vissers. Ook in Friesland, getuige het volgende bericht uit het Jaarverslag van de Visscherijinspectie (1929):

*Het water in de Harlinger trekvaart was in sterkere mate verontreinigd dan het vorige jaar (...). Vooral in den eersten tijd dat de fabriek werkte, werd in genoemde vaart veel vis door het afvalwater gedood.*

Overheid en politiek zagen -mede onder druk van de visserij- wel in dat een krachtdadige aanpak nodig was. Maar wet- en regelgeving ontbrak, evenals voldoende kennis, techniek en financiële middelen. Daardoor nam de verontreiniging later nog ernstiger vormen aan. Het departementale Jaarverslag over de visserij meldt over 1959: "De waterverontreiniging nam zeer ernstige vormen aan". En over 1964: "Bovendien zijn talloze wateren in woon- en industrie centra door huishoudelijk en industrieel afvalwater zo verontreinigd, dat succesvolle visserij in het geheel niet of slechts ten dele kon plaatsvinden". En hoewel de problematiek in Friesland mogelijk niet dezelfde schaal had als bijv. in Zuid-Holland, heeft de verontreiniging de Friese wateren en vissen zeker niet ongemoeid gelaten.

Er bleek een lange weg te gaan. Mede door de politieke lobby van de sport- en beroepsvisserij, werd in 1970 de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo) versneld ingesteld. De Wvo leidde tot een omvangrijk pakket maatregelen op het gebied van riolering, zuivering, vergunningen, handhaving en de financiering van deze broodnodige maatregelen. Niet dat de Wvo nu direct alles oploste, want in de periode 1970-1990 waren de problemen nog steeds ernstig. Wel verschoven in deze periode de problemen van zichtbare lozingen en verontreinigingen naar het veel meer sluipende probleem van de eutrofiëring; een vraagstuk, dat zich in het bijzonder ook in de Friese boezem manifesteerde en daar ook werd bestudeerd (Limnologisch Instituut, OVB-onderzoeken). Als gevolg van de eutrofiëring deed zich op grote schaal het verschijnsel van 'verbraseming' voor. Toenemende algenbloei leidde tot achteruitgang van vegetatie en daarmee van de snoekstand. De aanwas van brasem kon door de snoek niet meer voldoende worden gereguleerd. Het leidde voor veel wateren tot een

*Kwekerij, Grou 1950  
(foto Sportvisserij  
Nederland).*





*Dichtzetvisserij  
in Friesland  
(foto Sportvisserij  
Nederland).*

transitie naar een brasem-snoekbaars dominantie in de visstand, met veel kleine, slecht groeiende brasem tot gevolg. Regulerende beheervisserijen in de zeventiger en tachtiger jaren konden misschien lokaal en tijdelijk wat soelaas bieden, de oorzaak -een grote toevoer van nutriënten en verschuivingen in de visstand- werd er niet mee weggenomen.

### **De beroeps- en sportvisserij**

Met aan de basis een grote visrijkdom was Friesland van oudsher een belangrijke provincie voor de binnenvisserij. Naast schubvis was vooral de aalvisserij van grote betekenis. Een vorm van aalvisserij die vooral in Friesland werd beoefend, was de visserij met 'dichtzetten', gericht op de vangst van schieraal (rond 1930 waren er 200 dichtzetten). De visserij op schubvis was vooral een wintervisserij. Tot wel 10 ploegen visten in de vooroorlogse jaren op de boezem met 'de zegen'. De beroepsvisserij speelde zich sinds 1905 af onder de vleugels van de Hoofdafdeling Zoetwatervisserij van de Heidemij. In 1917 werd de Friese Bond opgericht, met daaronder 13 afdelingen en bijna 400 aangesloten beroepsvissers. Het volledig visrecht werd door de afdelingen van de Staat (Domeinen) gehuurd. Rond 1965 resteerden nog vier afdelingen: Tjeukemeer, Sneekermeer, Zuidwesthoek, Suameer. Per 1 juli 1965 ging het visrecht over naar de Friese Bond. Vanaf begin 20ste eeuw deed de georganiseerde sportvisserij haar intrede. De landelijke Algemene Hengelaarsbond werd in 1906 opgericht. Lokaal zagen verenigingen van sportvissers het levenslicht, zoals in Drachten, Leeuwarden en Heerenveen. Verliep de groei van het ledenaantal tussen 1910-1960 nog tamelijk geleidelijk, de invoering van de 'vrije zaterdag' (1963) en de toenemende welvaart leidden tot een sterke opkomst van de sportvisserij in de zestiger jaren. Dit leidde onder andere voor de visrechten tot een herziening van het rijksbeleid. Na een niet altijd gemakkelijk proces met sanering, uitkoop en herverdeling, betekende dit voor Friesland vanaf 1977 een gesplitst stelsel: aal voor het Beroep, schubvis voor de Sport. In 1974 veranderden ook de landelijke structuren: de Combinatie van Beroepsvissers werd de nieuwe koepel voor de Friese Bond van Binnenvissers, de NVVS de landelijke koepel voor de sportvisserij, waarbij de Friese verenigingen lid werden van de Federatie Friesland van Sportvissersverenigingen. In het verlengde van de oprichting van Sportvisserij Nederland in 2006, is de naam van de federatie recent gewijzigd in Sportvisserij Fryslân. Beide provinciale koepels richten zich op de belangenbehartiging van hun leden en het bijdragen aan een planmatig visstand- en visserijbeheer. De in 2000 ingestelde VBC Friese boezem biedt sport, beroep en wetterskip een overlegplatform en samenwerkingsverband, zeker ook voor zaken als waterkwaliteit, visstand, handhaving en het visserijkundig gebruik.

### **Visuitzettingen en visteelt**

Op grond van de Visserijwet (1912) is de huurder van het visrecht als enige bevoegd vis uit te zetten. Voor de meeste Friese wateren lag tot 1965 het primaat hiervoor bij de afdelingen van beroepsvissers. Snoek, snoekbaars en karper vormden de belangrijkste soorten. Gegeven het Friese waterareaal waren de uitgezette hoeveelheden uitermate beperkt. Met het gereedkomen van de Afsluitdijk (1932), werden de uitzettingen van glas- en pootaal belangrijk. De natuurlijke intrek van de glasaal werd door kunstwerken meer en meer belemmerd. De Friese behoefte aan jonge aal vormde ook landelijk gezien een belangrijke prikkel om de glas- en pootaalsoort structureel vorm te gaan geven. Achtereenvolgens werd hier door de Heidemij (tot 1942), het Rijkspootvisfonds (1942-1952) en de OVB (1952-2006) gestalte aan gegeven. Het uitzetten van vis werd vooral gezien als compenserende maatregel voor teruglopende visstanden als gevolg van waterverontreiniging en waterhuishoudkundige veranderingen. De roep om pootvis was vooral tussen 1950-1980 landelijk gezien groot, maar voor Friesland bleef het zwaartepunt toch vooral liggen bij de glas- en in mindere mate pootaal. Met als orde van grootte enige honderden kilo's uitgezette glasaal rond 1990. Friesland leverde zelf ook bijdragen aan de teelt van pootvis, vooral in de periode 1948-1980. In het voorjaar van 1948 vond bijvoorbeeld snoekteelt plaats op onder andere een kwekerij bij



Grou en de ijsbaan van Tjalleberd. Deze zgn. 'inundatieteel' in de van een grasmat voorziene, ondiepe wateren greep terug op de natuurlijke snoekproductie van de vroegere geïnundeerde boezemlanden. Later werden jarenlang vanuit Grou snoek-eieren geleverd aan het OVB-broedhuis te Lelystad en verschaften wateren rond Workum 'wilde' karper als ouderdieren voor de karperteelt.

### Vishabitat ingesnoerd

De waterkwaliteit lijkt de afgelopen decennia aanzienlijk verbeterd. Vissterfte komt nog maar incidenteel ('s winters) voor. En hoewel de brasem-snoekbaars dominantie in veel wateren nog duidelijk zichtbaar is, lijkt de verbraseming aan de terugtocht begonnen. Het water wordt schoner. Toch lijkt de visrijkdom van vroeger tijden onbereikbaar. Sluipend en verborgen onder de zichtbare problemen van de waterverontreiniging en de eutrofiëring zijn in de 20ste eeuw ook de processen aan banden gelegd, die van nature zorgen voor een goede en gezonde visstand. De Friese wateren waren ooit buitengewoon visrijk, dankzij hun natuurlijke voedselrijkdom, mede door uitgestrekte arealen land-water (boezemlanden) en regionaal zoet-zoutovergangen in combinatie met een natuurlijk waterpeilverloop. Kunstwerken, een op de landbouw toegesneden peilbeheer en ruilverkavelingen hebben echter vrijwel alle natuurlijke gradiënten teniet gedaan en (dynamische) processen lamgelegd. De boezemlanden zijn vrijwel verdwenen en daarmee de processen die vormgeven aan biologisch gezond water, met de daarbij horende rijke visstand. De visstand in termen van soortenrijkdom, populatieopbouw en productie lijkt anno 2014 'gevangen' tussen enerzijds het grotendeels ontbreken van natuurlijke processen en anderzijds de afname van nutriënten door waterkwaliteitsmaatregelen. Problemen in draagkracht en productie kunnen ook nog worden versterkt door invasieve exoten, zoals elders in Nederland lijkt te gebeuren. De Friese wateren zijn nog steeds tamelijk voedselrijk, en er zwemt nog aardig wat vis rond. Maar veranderingen -vroeg of laat- liggen in het verschiet.

### Schoon of gezond

De relatie vis-waterkwaliteit brengt anno 2014 -met de blik richting 2050- nieuwe vraagstukken met zich mee. Positief voor nu en de nabije toekomst is zeker de mede door de KRW geïnitieerde grotere aandacht voor vis, zoals de aanleg van migratievoorzieningen. Maar 'schoon water' is niet hetzelfde als 'gezond water'. Een lage visbiomassa of lage visproductie – waartoe veel visbestanden momenteel tenderen – lijkt dan wel hand-in-hand te gaan met schoon water, maar wijst vooral op biologische armoede. Ook in het voedselweb. De ecologische randvoorwaarden voor een rijke visstand ontbreken grotendeels. De waterkwaliteit die voor vissen (en andere delen van het ecosysteem) van levensbelang is, is de resultante van fysische processen die als het ware de hartslag vormen van gezonde watersystemen. Maar de hartslag van het Friese water is danig ontregeld, de biologische kwaliteit navenant. Voor een gezonde visstand als onderdeel van rijke, beleefbare en duurzame Friese wateren dienen morfologie, inrichting, waterhuishouding (peilbeheer) en onderhoud van wateren een hele slag te maken. Een forse 'dotteroperatie' lijkt noodzakelijk. Het zoveel mogelijk herstellen van land-water en zoet-zout overgangen, in combinatie met een natuurlijker peilbeheer, is dan ook een grote uitdaging voor het waterbeheer in de 21ste eeuw. Zeker in combinatie met thema's als veiligheid en klimaatverandering. Maar waar een wil is, is een weg: de aanpak van de waterverontreiniging leert dat ook lange wegen uiteindelijk succesvol kunnen zijn.



Advertentie in de dagbladen, mei 2014.

### Literatuur

- Bangma, J. (1975). Vissen en vissen (memo). Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Directie van de Visserijen [diverse jaren]. Jaarcijfers over de visserij. In: Verslagen en Mededelingen, Ministerie van Landbouw en visserij, Den Haag.
- Drimmelen, D.E. van. Persoonlijk archief, diverse stukken betreffende waterkwaliteit, waterhuishouding en vistechnieken.
- Drimmelen, D.E. van (1987). Schets van de Nederlandse rivier- en binnenvisserij tot het midden van de 20ste eeuw. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Friese Bond van Binnenvissers (1988). Tusken fiskjen en bestean; een visie op het visserijkundig beheer van het Friese oppervlaktewater.
- Hoofdafdeling Zoetwatervisserij (Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij). Onze Zoetwatervisserij ,jaargangen 1965-1967, Doetinchem.
- Ligtvoet, W. & M.P. Grimm (1992). Basisdocument Vis in het waterbeheer van Friesland: een vis-ecologische benadering. Provincie Friesland, Witteveen+Bos, Deventer.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012). KRW document 'Belangrijke waterbeheerkwesties'; bijdragen Combinatie van Beroepsvissers en Sportvisserij Nederland.
- Quak, J. (2003). Van karper tot kennis: 50 jaar Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB, Nieuwegein.
- Quak, J. (2013). Vissen naar het verleden. Visionair nr. 27: 28-31. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Visscherijinspectie [diverse jaren, vanaf 1912]. Verslagen en Mededelingen; Departement van Landbouw, Handel en Nijverheid, Den Haag.
- Visscherijinspectie (1912). Verslag betreffende de staat der binnenvisscherij. Departement van Landbouw, Handel en Nijverheid, Den Haag.

## 11.6 De Otter fielt him wer thús yn Fryslân

**Addy de Jongh**

(Stichting Otterstation Nederland)



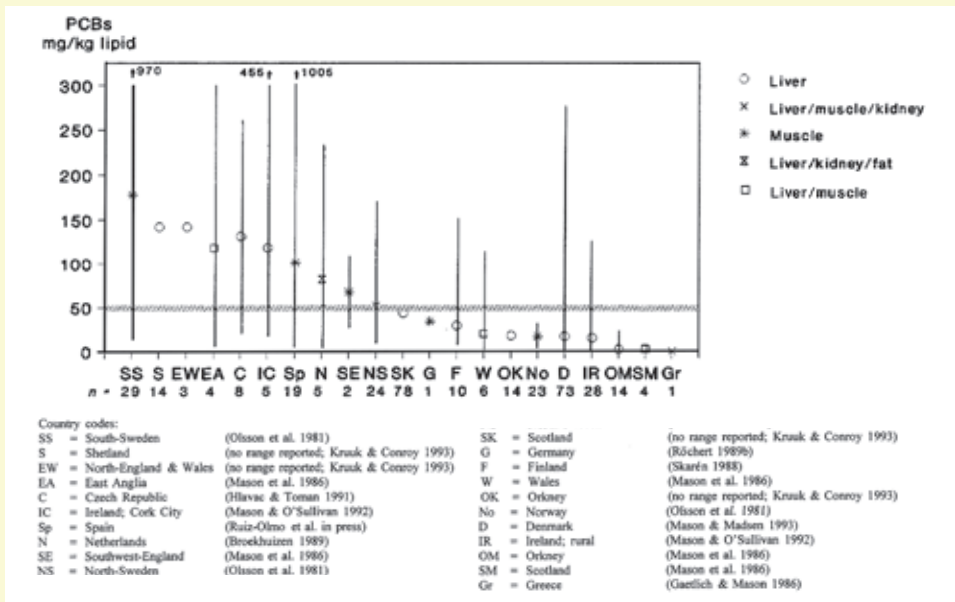
*Lutra lutra*  
(foto Addy de Jongh).

### Inleiding

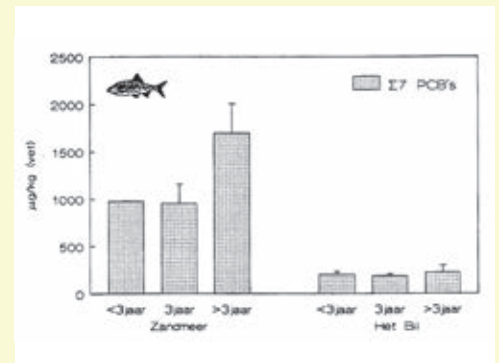
In de tachtiger jaren van de vorige eeuw werd het duidelijk dat de otter (*Lutra lutra*) in Nederland aan het uitsterven was. Om aandacht te vragen voor dit probleem werd in 1985 de Stichting Otterstation Nederland opgericht. Onderzoek toonde aan dat het verdwijnen van de otter in Nederland het gevolg was van meerdere oorzaken (De Jongh, 1987a, 1989). Naast landschappelijke uitkleding en ecologische versnippering, verdrinking in fuiken en slachtoffer in het verkeer, leek de verontreiniging van oppervlaktewater en waterbodems met PCB's (Polychloorbifenylen) een van de grote boosdoeners te zijn. Onderzoek aan PCB gehalten in dode otters in een aantal Europese landen in de negentiger jaren liet zien dat daar waar de otterpopulaties aan het afnemen waren, de gemiddelde PCB gehalten hoog waren (van 50 tot 180 mg/kg vet), terwijl daar waar er sprake was van goede populaties de gemiddelde gehalten laag waren (minder dan 30 mg/kg vet). De gehalten in een aantal dood gevonden Friese otters (Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988) waren zo hoog dat gevreesd moest worden voor negatieve effecten. Gebleken is dat de voortplanting bij de Amerikaanse nerts, ook een marterachtige die vis eet, afneemt bij een gehalte vanaf 50 mg/kg vet. Dit gehalte werd lange tijd aangehouden als grenswaarde waar boven een verminderde voortplanting verwacht kan worden voor otters (Smit & De Jongh, 1989). Later werd deze waarde verlaagd naar 30, 10 en 6 mg/kg vet. Figuur 1 laat de hoogte van de PCB gehalten zien in otters uit een aantal Europese landen. De horizontale lijn is het gehalte van 50 mg/kg vet, waarboven er een verminderde voortplanting optreedt bij de verwante Amerikaanse nerts. Alle aandacht voor de otter tussen 1985 tot 1988 kon niet voorkomen dat de otter in 1988 in Nederland uitstierf. De bekende schrijver Koos van Zomeren verwoordde dit als volgt: "Uitsterven is een wel erg hevige manier van sterven". De laatste otter van Nederland werd dood gereden op de A-7, niet ver van Langweer.

### Terugkeer van de otter

Het werd duidelijk dat als de otter ooit weer in Nederland en Friesland terug zou kunnen keren er veel zou moeten gebeuren (De Jongh, 1987b). De handen werden daarom ineengeslagen en er werden veel initiatieven ontplooid. Zo werd er een landelijke Overleg Groep Otter (OGO) in het leven geroepen en ontstonden er provinciale otter werkgroepen, zoals de Werkgroep Otters Friesland (WOF). De WOF was een samenwerkingsverband van It Fryske Gea, provincie, waterschap,



Figuur 1. - PCB gehaltes (gemiddelde en range) in otters uit verschillende Europese landen 1980-1995 (naar Smit et al., 1994). N= Nederland, met gegevens ontleend aan Broekhuizen (1989).



Figuur 2. - Gemeten PCB-gehalten in vissen van verschillende jaarklassen in een lang bestaand water (Zandmeer) en een nieuw gegraven water ('t Bil) in de Alde Feanen (naar Van Hattum et al., 1992).

RWS en Stichting Otterstation Nederland. De publicatie 'De otter bliuwt in wrotter': het Friese leefgebied van de otter moet gezonder! (De Haan & Hoesper, 1988) kreeg veel aandacht en won de Ford Conservation Award. Later verscheen een tweede uitgave van deze werkgroep (Winter, 2000). De realisatie van Otterpark AquaLutra enkele jaren later bij Leeuwarden zorgde er eveneens voor dat de otter nog meer aandacht kreeg. Het effect hiervan was dat er flinke subsidies loskwamen om maatregelen te nemen ter verbetering en uitbreiding van natte natuurgebieden. Men ging uit van integraal waterbeheer en daarbij hoorde de otter als 'Ambassadeur van het zoetwatermilieu' (Claassen & De Jongh, 1988). De otter werd als belangrijke doelsoort opgevoerd door drie Ministeries: Verkeer & Waterstaat, VROM en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Door baggeren, wegvissen van brasem, afdammen en graven van nieuwe waterpartijen werden langzamerhand de otterleefgebieden groter en schoner. Ook werden deze gebieden weer meer met elkaar verbonden.

PCB onderzoek aan vis in het Zandmeer en in 't Bil (in de zomer van 1991 gevangen) resp. een bestaand boezemwater en een nieuw gegraven afgesloten gebied in de Alde Feanen, liet een groot verschil zien in PCB gehalten in vis, met de schoonste vis in de nieuwe gebieden. Ook internationaal werd er gewerkt aan het terugdringen van PCB vervuiling. Het verbod op PCB's was hierin belangrijk.

Rond 1995 werd duidelijk dat de kwaliteit van een aantal natte natuurgebieden in het noorden van Nederland al weer zo goed was, dat het verantwoord zou kunnen zijn om over te gaan tot herintroductie van de otter. Om hier helemaal zeker van te zijn, verrichtte de Stichting Otterstation Nederland in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij een haalbaarheidsonderzoek (Vochteloo et al., 1996). Hierin werd niet alleen gekeken naar de kwaliteit van het oppervlaktewater, waterbodems en vis, maar ook naar de selectie van herintroductie gebieden, een populatie analyse en draagkracht bepaling, wildvang versus gefokte otters (inclusief ethische aspecten), gedrag gefokte otters, aantal uit te zetten otters, overlevingskansen, genetica, ziektes, vangst, verdoving, opvang en translocatie, monitoring (telemetrie, genetisch, hormonaal), kosten, problemen en oplossingen en PR, voorlichting en educatie.

### Herintroductie

In 1996 was het haalbaarheidsonderzoek afgerond en kon overgegaan worden tot de voorbereidingen van een herintroductie. Uit het haalbaarheidsonderzoek was naar voren gekomen dat er nog wel knelpunten bij wegen opgelost moeten worden en dat de beroepsvissers in hun fuiken stopgrids of voorhangnetjes moeten plaatsen. Hierdoor kunnen otters niet in fuiken verdrinken. Er werd gekozen voor een start van de herintroductie in de Weerribben, Wieden, Rottige Meente en Lindevallei. Dit betrof een gebied van circa 12.000 ha min of meer aaneengesloten wetlands. In 2001 werden er in Letland en Wit-Rusland voorbereidingen getroffen om otters te vangen. Hiervoor waren ook tijdelijke omheiningen nodig voor quarantaine, voorafgaande aan het vervoer naar Nederland. In 2002 begon de vangst van otters. In 2004 kwam er een vervolg. In totaal werden er 30 otters uitgezet. In 2004 kwam uit DNA onderzoek aan spraints naar voren dat de eerste jonge otters waren geboren binnen de uitgezette populatie. Dat was goed nieuws en erg snel. Daarna zette de groei van de populatie door. Tot 2008 was de aanwezigheid van otters beperkt gebleven tot het zuidelijke gedeelte van Friesland. In november 2008 kwam daar verandering in toen Tjibbe de Jong vlak achter zijn huis in Oudega nabij de Alde Feanen na 20 jaar afwezigheid weer spraints vond. In 2009 werd er een dode otter op een landweggetje bij Garyp gevonden. Dit maakte duidelijk dat de otter was begonnen aan zijn opmars in de rest van de provincie. In 2010 werden er achter-



eenvolgens drie verweerde ottertjes gevonden bij Langelille. Na een jaar opvang werden zij in oktober 2011 overgebracht naar een uitwenkooi in de Alde Feanen. Zij waren voorzien van geïmplanteerde zenders. Vlak voor hun uitzet werden twee van de drie dieren vergiftigd aangetroffen in hun verblijf. Beide dieren overleefden het niet. Het derde dier werd direct vrij gelaten. Zij overleefde het, maar werd later teruggevonden als verkeersslachtoffer bij Ruigahuizen in het zuiden van Friesland. Even later volgden nog twee gezenderde Tsjechische otters. In dezelfde periode werd op een cameraval naast de uitwenkooi een wilde otter opgemerkt. De gezenderde otters werden gevolgd door studenten van het Van Hall Instituut en door medewerkers van de Stichting Otterstation Nederland. Een van deze otters, Jitka, kon bijna twee jaar gevolgd worden (zie figuur 3 met de homerange van Jitka).

Zij trok weg uit de Alde Feanen en keerde na jongen te hebben gekregen er weer naar terug. In 2012 werden er nog drie Tsjechische otters uitgezet in de Alde Feanen. Deze otters moesten zorgen voor vers bloed. Dit was hard nodig, omdat er inteelt optrad in de Nederlandse populatie. Ondertussen werden er door Harrie Bosma, medewerker van Wetterskip Fryslân, en medewerkers van de Stichting Otterstation Nederland ook elders in de provincie sporen aangetroffen. Helaas gingen die vondsten ook gepaard met steeds meer verkeersslachtoffers. Na een telefoontje van een automobilist, die bijna een otter onder de wielen had gekregen bij de Grootte Wielen, werd er hier gezocht naar spraints en werden deze snel gevonden. Met een cameraval werd de aanwezigheid van een otter hier eind 2012 bevestigd. Met een cameraval werd vervolgens ook bevestigd dat de speciale prefab faunaduiker met looprichel onder de Ottemaweg tussen Bouwepet en Ottema-Wiersma reservaat goed benut werd door meerdere otters. Vervolgens wist in 2013 een student spraints te vinden van een otter bij het Lauwersmeer. De otter had in zeer korte tijd het gebied van de Alde Feanen tot en met het Lauwersmeer gekoloniseerd, waarbij aanwijsbaar gebruik gemaakt was van de geplande Ecologische Hoofd Structuur (EHS) in dit gebied. Overal van Grootte Wielen, via Bouwepet, Ottema-Wiersmareservaat, Sippenfennen, Houtwiel, Valomsteren Zwagermieden tot en met het Lauwersmeer werden er ottersporen aangetroffen. Dat het nu goed gesteld moet zijn met de kwaliteit van veel van de Friese otter leefgebieden blijkt wel uit meerdere opnames van ottervrouwtjes met jongen, die gemaakt zijn met cameravallen van de Stichting Otterstation Nederland. Zonder succesvolle voortplanting had de otterpopulatie in Friesland zich niet zo spectaculair kunnen uitbreiden.

#### Huidige PCB gehaltes

In andere Europese landen is er sinds de negentiger jaren van de vorige eeuw een spectaculair herstel opgetreden van otterpopulaties. Uit onderzoek aan PCB's in otters en vis in het buitenland is gebleken dat daar waar dit herstel is opgetreden het gemiddelde PCB gehalte in otters en vis duidelijk gedaald is. Mason (1997) beschreef een significante afname van PCB's in otters in Engeland en Wales tussen 1983 en 1992. In figuur 4 is de door hem gevonden correlatie weergegeven.



*Otter passeert via looprichel in duiker de Ottemaweg bij de Bouwepet, 29 april 2013, 's ochtens vroeg. (foto Daan Smit, Teun Smink en Addy de Jongh).*

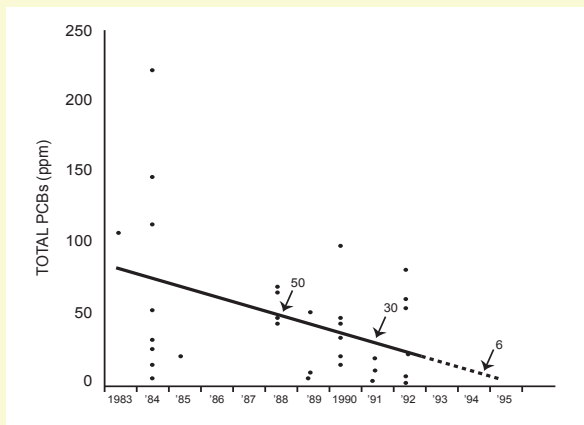


Figuur 3. - Homerange van de gezenderde otter Jitka in 2012 – 2013. De contourlijnen geven een verdeling aan van haar aanwezigheid door middel van Kernel-analyse (Worton, 1989).

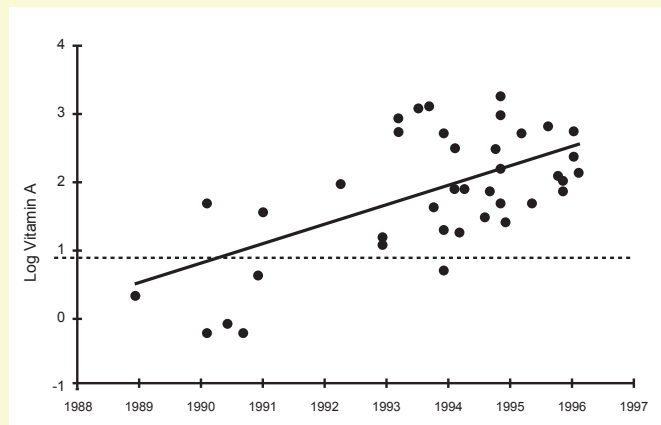
Opvallend is dat het -in eerste instantie- langzame herstel van de populaties in Engeland en Wales begon op te treden na het begin van de jaren negentig. Rond die tijd lag de gemiddelde concentratie PCB's in lichaamsvet van otters rond de eerder genoemde grenswaarde van 30 mg/kg vet en nam verder af tot 10 mg/kg vet in 1995. Er was sprake van een gemiddelde jaarlijkse afname van totale PCB gehaltes van 8 %. In Zweden is een vergelijkbare trend opgemerkt. Hier was in de tachtiger jaren van de vorige eeuw de PCB vervuiling ook erg hoog. De gemiddelde concentratie van het totaal aan PCB's in otters is er gedaald van 70 mg/kg vet in 1968 tot 8 mg/kg vet in 2010 (Roos, 2013). Gedurende de laatste vier decennia is het totale PCB gehalte gedaald met 5,9 % per jaar. De otterpopulatie begon weer toe te nemen in het noorden van Zweden toen het PCB gehalte eveneens rond de 10 mg/kg vet lag. De toename van de populatie in het zuiden van Zweden, waar eerder de hoogste gehaltes aan PCB's werden gevonden, begon iets later. Simpson et al. (1998) merkten op dat bij toename van de otterpopulatie in Engeland er een sterke afname te vinden was van microverontreinigingen, zoals PCB's en een sterke toename van vitamine A gehalten (zie figuur 5).

Bij een studie naar het ontwikkelen van op de otter gebaseerde normen voor PCB's en aanverwante stoffen zoals dioxines (Smit et al., 1996; van Hattum et al., 1996) werd het verband tussen een toename van PCB gehaltes en een afname van vitamine A gehalten duidelijk aangetoond. Vitamine A speelt een belangrijke rol in het natuurlijke afweermecanisme tegen infectieziektes. Het is bekend dat otters (en andere zoogdieren, zoals zeehonden) met hoge PCB gehaltes vaak fysieke afwijkingen vertonen en het leven lieten door secundaire infecties zoals longontsteking. Er waren zelf otters waarbij teenkootjes door infecties weg geërodeerd waren.

Voor Friesland is bekend dat de PCB gehaltes voor paling nu uitkomen beneden de gestelde norm van 300 ng/g product. Kotterman & Van der Lee (2011) melden dat dioxine- en PCB-gehalten in paling langs de Friese IJsselmeerkust en in het Prinses Margrietkanaal bij Suawoude een flink stuk beneden deze strenge norm liggen. Hetzelfde geldt op deze locaties voor brasem (Van der Lee et al., 2012). Het ziet er naar uit dat de vis in Friesland nu zo weinig vervuild is met PCB's dat een otterpopulatie zich goed zou moeten kunnen voortplanten. De genoemde videobeelden met otter-jongens en de sterke uitbreiding van de populatie tonen dat inderdaad aan. De zorgen over PCB's in Friesland zijn voorbij, maar om de otter duurzaam voor de hele provincie te behouden, zal het gebruik van stopgrids in fuiken (De Jongh, 2011) snel moeten worden ingevoerd en moet het aanleggen van meer faunavoorzieningen bij wegen en bruggen voortvarend worden uitgevoerd. De internationale verplichting voor een adequate bescherming van de otter, en daarmee de uitvoering van deze maatregelen, ligt bij de Rijksoverheid, welke deze taak onlangs heeft gedelegeerd naar de Provincie.



Figuur 4. - Afname van het PCB-gehalte in otters en de periode 1983-1992, waarin de otterpopulatie toenam (naar Mason, 1997).



Figuur 5. - Toename van het vitamine A gehalte in otters in de periode, waarin het aantal otters toenam (naar Simpson et al., 1998).

## Literatuur

- Broekhuizen, S. & E. de Ruiter-Dijkman, 1988. Otters (*Lutra lutra*) met PCB's: de zeehondjes van het zoete water. *Lutra* 31: 63-79.
- Claassen, T.H.L. & A.W.J.J. de Jongh, 1988. De otter als normsteller voor kwaliteit van het oppervlaktewater. *H2O* 21: 432-436.
- Haan, H.de & U.G. Hosper (eds.), 1988. De Otter bliuwt in Wrotter, Het Friese Leefgebied van de otter moet gezonder! Rapport van de Werkgroep Otters Friesland.
- Hattum B. van, G. Korthals, P. Leonards, M. Smit & A.W.J.J. de Jongh, 1992. Biologische monitoring van PCB's in een voormalig otterbiotoop - de Oude Venen (Friesland). IvM, Amsterdam R-92/04.
- Hattum, B. van, P.E.G. Leonards, M.D. Smit, A.W.J.J. de Jongh, A.J. Murk, M.H.J. Klein, A.J. Hendriks, R. Luttkien & M. van der Weiden, 1996. Development of otter-based quality objectives for PCBs (DOQOP): studies on biomagnification of PCBs in the Limfjord area (Denmark). *Organohalogen Compounds* 29: 59-63.
- Jongh, A.W.J.J. de, 1987a. De otter voelt zich alsmaar rotter. *Argus* 11 (1): 9-11.
- Jongh, A.W.J.J. de, 1987b. Otterwegennet voor het Noorden van groot belang. *Noorderbreedte* 1987, 45-49.
- Jongh, A.W.J.J. de, 1989. Ecologisch onderzoek aan de otter in Nederland. *De Levende Natuur* 90 (2): 40-43.
- Jongh, A.W.J.J. de, 2011. Ottervriendelijke visserij met fuiken. Stichting Otterstation Nederland, Leeuwarden, 9p.
- Kotterman, M.J.J. en M.K. van der Lee, 2011. Gehalten aan dioxines en dioxineachtige PCB's in paling en wolhandkrab uit Nederlands zoetwater. IMARES-rapport C011/11, p. 37.
- Lee, van der M.K., S.P.J. van Leeuwen, M. van Nieuwenhuizen-Hoek, M.J.J. Kotterman en L.A.P. Hoogenboom, 2012. Contaminanten in schubvis: onderzoek naar dioxines, PCB's en zware metalen in schubvis. Rapport / RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid 2012.011, p. 22.
- Mason, C.F., 1998. Decline in PCB levels in otters (*Lutra lutra*). *Chemosphere*, Vol. 36 (9): 1969-1971.
- Roos, A., 2013. The Otter (*Lutra lutra*) in Sweden: Contaminants and Health. *Acta Universitatis Upsaliensis. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* 1051, p. 47.
- Simpson, V.R., M.S. Bain, R. Brown, B.F. Brown en R.F. Lacey, 2000. A long-term study of vitamin A and polychlorinated hydrocarbon levels in otters (*Lutra lutra*) in south west England. *Environmental Pollution*, 1102, pp. 267-275.
- Smit, M.D. en A.W.J.J. de Jongh, 1989. PCB contamination of otter areas in the Netherlands. Dutch Otterstation foundation. Proceedings of the V. International Otter Colloquium in Habitat,

Hankensbüttel, Germany, pp. 229-234.

- Smit, M.D., P.E.G. Leonards, B. van Hattum en A.W.J.J. de Jongh, 1994. PCBs in European otter (*Lutra lutra*) populations. Dutch Otterstation Foundation and IvM, Amsterdam R-94/7.
- Smit, M.D., P.E.G. Leonards, A.J. Murk, A.W.J.J. de Jongh en B. van Hattum, 1996. Report nr. R-96/11, Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam, 129p.
- Vochtelo, J.D., M.D. Smit en A.W.J.J. de Jongh, 1997. Herintroductie van de otter (*Lutra lutra*) in Nederland. Haalbaarheidsonderzoek in opdracht van het Ministerie van LNV, rapport Stichting Otterstation Nederland, 159p.
- Winter, L. (ed.), 2000. De otter werom yn Fryslân, rapport Stichting Otterstation Nederland in opdracht van de Werkgroep Otters Friesland, 56p.
- Worton, B. J., 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, Vol. 70 (1): 164-168.

## Verband tussen riet en voorkomen van de otter

**LEEUWARDEN** - Er bestaat een duidelijk verband tussen de hoeveelheid riet in een gebied en de bewoning ervan door otters. Hoe groter het rietareaal, hoe aantrekkelijker het terrein is voor de inmiddels uitgestorven diersoort. Tot deze conclusie komt Tjeerd Hoekstra, student van het Prof. H. C. van Hall Instituut te Groningen, in een onderzoek dat hij in opdracht van de Stichting Otterstation Nederland heeft uitgevoerd.

Hoekstra heeft het verspreidingspatroon van rietvegetaties tussen 1900 en heden in Friesland en Noordwest-Overijssel vergeleken met de verspreiding van de otters in hun leefgebieden. De verspreidingspatronen waren duidelijk: waar otters voorkwamen bevonden zich uitgestrekte rietvelden.

Een rietvegetatie biedt de otter rust, dekking en migratiemogelijkheden, aldus Hoekstra. Bovendien biedt een natuurlijke, met riet begroeide oever voldoende toegankelijkheid voor het amfibisch levende zoogdier. De onderzoeker legt er de nadruk op, dat ook voor tal van andere in het zoetwatermilieu levende diersoorten het riet van groot belang is als paaiplaats, nestgelegenheid en dekking. Voor de otter is vooral de rustgevende functie van riet van betekenis.

In de periode van 1930 tot 1990 is het rietareaal in het onderzoeksgebied aanzienlijk geslonken. Zestig jaar geleden was er nog 8050 hectare, vorig jaar was er nog 4850 hectare van over. Dat betekent een afname van 40 procent. De oorzaak wordt gezocht in ontginningen voor de landbouw en het treffen van voorzieningen voor plezier- en scheepvaart.

De Stichting Otterstation Nederland pleit als gevolg van de uitkomsten van het onderzoek voor het tegengaan van verdere afname van het rietareaal. Gestreefd moet worden naar herstel en uitbreiding. Dat zou niet alleen de otter ten goede komen, maar ook een stap zijn in de goede richting naar herstel van het zoetwatermilieu.

L.C.  
15-7-91



## 11.7 Het één heeft met het ander te maken

**Arjen Kok**  
(geohydroloog Vitens)

*Neerslag wordt oppervlaktewater, neerslag wordt grondwater, oppervlaktewater wordt grondwater en grondwater wordt oppervlaktewater.*

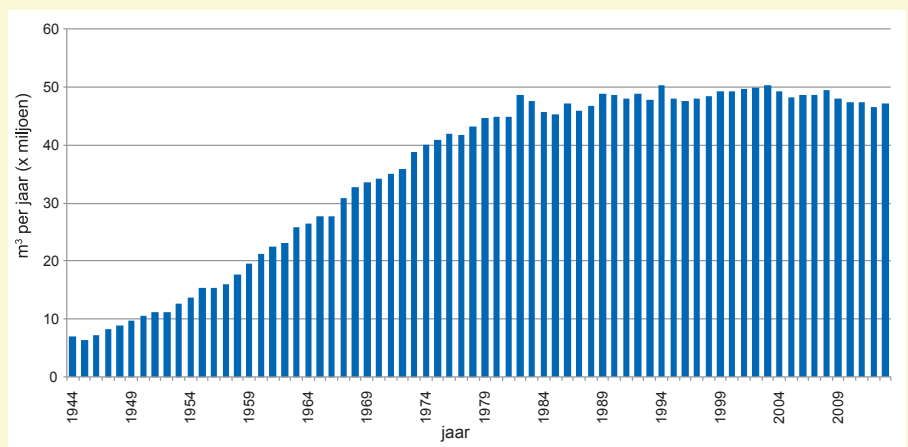
Dat zijn de belangrijkste stroompijlen die je kunt definiëren in de waterkringloop. Ze zijn zowel kwantitatief als kwalitatief in meer of mindere mate met elkaar verbonden. De waterkringloop vormt één samenhangend systeem waarvan tal van belangen en functies afhankelijk zijn, de natuur, de landbouw maar ook een waterleidingbedrijf die grondwater of oppervlaktewater als bron voor het drinkwater gebruikt. In Friesland wordt uitsluitend grondwater benut voor de drinkwatervoorziening. Bypass van deze stroom is dat het drinkwater voor het grootste gedeelte nadat het de rioolwaterzuivering is gepasseerd deel uitmaakt van het oppervlaktewatersysteem. Ondanks dat de waterkringloop één samenhangend systeem is, zijn in Nederland verschillende partijen (Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten) verantwoordelijk voor het kwantitatieve en kwalitatieve beheer van het grond- en oppervlaktewater. Verschillende beheerders en verschillende belangen op korte afstand van elkaar maken soms het optimaal beheren van dit systeem, van deze kringloop, tot een ware puzzel. Goed overleg en afstemming tussen beheerders en partijen is dan ook noodzakelijk. Wetterskip Fryslân heeft de afgelopen jaren veel energie gestoken in dit proces door het initiëren van watergebiedsplannen. Door alle partijen te betrekken bij het toekomstige grond- en oppervlaktewaterbeheer binnen een bepaald gebied ontstaat begrip en draagvlak.

Vitens (voorheen Waterleiding Friesland) maakt met de 12 grondwaterwinningen (zeven op de 'vaste wal' en vijf op de Waddeneilanden) in de provincie Friesland deel uit van deze waterkringloop. Als belanghebbende partij heeft Vitens in haar werkveld dan ook raakvlakken met het werk en taak van de waterbeheerders, provincie en terreinbeherende instanties. Dat betekent overigens niet dat we in alle delen van Friesland met elkaar te maken hebben. Daarvoor is het systeem te divers en te uiteenlopend, veroorzaakt door de geologische ontstaansgeschiedenis van onze provincie en omliggende gebieden.

De hogere Pleistocene zandgronden in het zuidoosten zijn gevormd door ijs- en windafzettingen. De lagere Holocene delen van de provincie in het noorden werden gevormd door kleiige zeeafzettingen. Op de overgang tussen deze twee gebieden konden als gevolg van aanwezig stagnant water en een gunstig klimaat zich dikke veenpakketten ontwikkelen. De lage delen aan de kuststrook werden op de zee "veroverd" door het opwerpen van terpen en wierden, later door de aanleg van dijken, ontginningswerken en polders. Ook werd het veengebied ontgonnen en in cultuur gebracht. Waarom deze beschrijving van een ontwikkeling van honderden jaren geleden? Dit alles heeft te maken met water, met name de waterkwaliteit, en dan vooral het zoutgehalte. Nog steeds is de gradiënt van zout (zeeafzettingen) naar zoet (ijs- en windafzettingen) in de kwaliteit van grondwater af te lezen. Wanneer we grofweg een diagonale lijn trekken van Stavoren naar Lauwersoog dan is het grondwater benoorden deze lijn zout, bezuiden zoet. Door dit fenomeen zijn daarom alle 'vaste wal' puttenvelden van Vitens te vinden in dit laatste gebied. Het is immers zuiveringstechnisch makkelijker om van zoet grondwater drinkwater te maken dan van brak of zout grondwater, bovendien is het minder kostbaar. Daarom is zoet grondwater zeker als het (in het algemeen) ruim voorhanden is, de meest logische en veilige bron om er drinkwater van te maken.



Pompstation Jhr. E.C. Storm van 's Gravesande, Noordbergum.



Figuur 1. - Jaarlijkse hoeveelheid onttrokken grondwater voor de bereiding van drinkwater.

Het zoete grondwater in Friesland wordt opgepompt op een diepte van 80-120 meter uit matig grofzandige watervoerende pakketten. De kwaliteit van het opgepompte water wordt naast het ontstaansmilieu (zoet/zout) sterk bepaald door de verblijftijd en dus ouderdom van het water. Water kent slechts zeer geringe stroomsnelheden in de diepere ondergrond. Daarnaast stroomt water van hoog naar laag, ook in de bodem. Het grondwater dat Vitens bijvoorbeeld oppompt bij de winningen Noardburgum, Terwisscha, Nijbeets en Oldeholtpade is in feite regenwater wat ooit is geïnfiltrerd op de hogere zandgronden van het Drents Plateau. In de lange weg (van honderden tot duizenden jaren) die het heeft afgelegd is het water aangerijkt met natuurlijke mineralen uit de bodem als mangaan, ijzer, calcium en ammonium. Het zelfde speelt bij het 'Gaasterland-systeem' waar de winningen Oudega en Spannenburg hun grondwater uit putten. Ook de passage van het grondwater door het veen heeft zijn invloed op de grondwaterkwaliteit: organische humuszuren hopen zich op in het grondwater. Met innovatieve technieken weet Vitens deze bij de bereiding van drinkwater weer te scheiden en nuttig te hergebruiken als organische meststof in onder meer de landbouw. De grootste 'proces technologische opgave' bij de zuivering van grondwater naar drinkwater is het verwijderen van met name ijzer en calcium. Het drinkwater in Nederland moet aan strenge kwalitatieve normen welke zijn vastgelegd in het Drinkwaterbesluit, een landelijke door het Rijk vastgestelde richtlijn.



Oppervlaktewater en grondwater zijn dus onlosmakelijk met elkaar verbonden, alleen in dit geval via een hele lange omweg (fysiek en qua tijd). Staan het grondwater en oppervlaktewater in Friesland dan niet in contact met elkaar? Soms wel, soms niet. Onze diepe winningen in het midden en zuidwesten van de provincie worden afgeschermd door dikke kleilagen. Daar is het zeker dat er weinig tot geen contact is tussen het oppervlaktewater en ondiepe grondwater enerzijds en het diepe grondwater anderzijds. Dat maakt dat deze winningen uit oogpunt van grondwaterbescherming ideaal zijn beschermd tegen eventuele verontreinigingen van boven af. Anders ligt dat bij de ondiepere winningen zoals op de Waddeneilanden of in gebieden met louter zandige afzettingen, zoals bijvoorbeeld Terwisscha. Daar is de interactie tussen grondwaterstand, grondwaterkwaliteit (ten aanzien van natuurwaarden) en onttrekking wel degelijk aan de orde. Vele ecohydrologische onderzoeken uit het verleden maar ook recentere studies in het kader van bijvoorbeeld de Natura-2000 wetgeving, maken duidelijk dat daar de kwaliteit van met name de natuur in relatie met kwantiteit en kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater nauw met elkaar samen hangen. Soms heeft de grondwaterwinning verdroging van de 'natte natuur' tot gevolg. Via integraal waterbeheerprojecten, in samenwerking met diverse partijen zoals waterschap en natuurbeheerders, probeert Vitens deze effecten zo veel als mogelijk te minimaliseren. Projecten uit het verleden op de eilanden Vlieland en Schiermonnikoog en recent Terschelling zijn daar voorbeelden van. Soms lukt het niet om de verdrogingseffecten genoeg te minimaliseren en moeten winningen gedeeltelijk worden verplaatst, zoals bij de winning Terwisscha.

Al deze kennis wordt mede gegeneerd door de jarenlange meetinspanning die door zowel Wetterskip, Provincie als Vitens wordt gedaan. Zo heeft Vitens rondom haar winningen een uitgebreid meetnet van waarnemingsputten liggen. Een kwantiteitsmeetnet om de veranderingen van grondwaterstanden in ondiepe en diepe watervoerende pakketten te meten en een kwaliteitsmeetnet om de kwaliteit van het grondwater als bron voor de drinkwatervoorziening in al zijn facetten te kunnen volgen. Op haar beurt heeft de provincie alsmede het Wetterskip ook provincie dekkende meetnetten die de meetnetten van Vitens aanvullen. Al deze gegevens geven een rijk geschakeerd beeld van de kwaliteit en samenhang van het grond- en oppervlaktewater in het mooie Friesland.

#### Literatuur

Database grondwaterkwaliteit.

Gebiedsdossiers winningen Vitens, 2013.

Geologische, hydrologische, ecologische (systeem) studies rondom winningen van Vitens in Friesland. Periode 1990-heden.

Jaarrapportages grondwaterkwaliteit rondom en in wingebeden van Vitens.

Rapportages grondwaterkwaliteitsmeetnet Provincie Friesland.

## Lof van het water\*

Ik houd van water, prins der elementen,  
met aarde, lucht en vuur de fundamenten,  
aeonen her al kern van levenskracht.  
Hoe zou ik dan zijn lof niet breed uitmeten?  
In water hebben wij een schat bezeten,  
aan ons bestaan op aarde toebedacht.

Ik houd van water, zie ik groene dijken  
door weiland winden, onmiskenb're blijken,  
hier lag de terpboer al voor eeuwen krom  
en maakte 't zoete water zich te stade,  
toen hij, zich werende met baar en spade,  
legde de zoute zee de muilband om.

Ik houd van water, wanneer meren, poelen  
mij manen om te kiezen wijder doelen  
en ik te roer zoek Frieslands ruimten op.  
O vreugde, om bij bries en dwarrelvlagen  
het speelziekst element driest uit te dagen,  
de boeg omschuimd en met het zeil in top!

Ik houd van water, als in d' avondzwoelte  
na hitte van de dag een milde koelte  
het veld bewasemt en met dauw beslaat...  
Of als de vorst toenijpt en Koning Winter  
het boezemland bevoert, ook dan niet minder  
prijs ik het water in gestolde staat.

Weet, hoe de wereld zonder vocht verschroeide.  
Een asbelt, waar geen waterwel meer vloeide,  
een dorre korst, ontdaan van sier en tier.  
Hulde aan hen, die vanuit diepe gronden  
het vingen, zuiverden en leiden konden  
naar waar het strekt ten baat van mens en dier.

*D.A. Tamminga, 1990. De Oesdrip. Friese Pers Boekerij, Leeuwarden.*

\* Lof fan it wetter. Oorspronkelijk in het Fries geschreven. Vertaling van de dichter zelf. Dit gedicht werd geschreven ter gelegenheid van de opening van het nieuwe laboratorium van Waterleiding Friesland op 28 september 1990. Tevens opgenomen in 'Wetter Water. Vijfentwintig Friese gedichten met een vertaling in het Nederlands', samengesteld door Teake Oppewal, 1996. Friese Pers Boekerij, Leeuwarden.



# Waterbeheer, een multidisciplinair werkterrein

Binnen de hedendaagse Nederlandse all-in waterschappen is een grote verscheidenheid aan disciplines werkzaam. In grote lijnen zijn dat beleidsmedewerkers, plannenmakers, uitvoerders van projecten en werken en degenen die het beheer en onderhoud uitvoeren. En daarnaast de meer ondersteunende afdelingen, zoals een laboratorium, zuiveringsbeheer, gegevensbeheer, vergunningverlening en handhaving. En op grotere afstand van waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek ict, financiën, communicatie en voorlichting. Hier volgen korte tekstbijdragen vanuit een viertal sterk met waterkwaliteit gelieerde disciplines, te weten het laboratoriumonderzoek, zuiveringsbeheer, gegevensbeheer en vergunningverlening en handhaving.

Reeds 10 jaar voordat de WVO van kracht werd beschikte de waterkwaliteitsbeheerder al over een eigen laboratorium, aanvankelijk in een bescheiden onderkomen aan de Herestraat te Leeuwarden. Het vernieuwde en moderniseerde zich twee maal bij de intrek in goednieuwe onderkomens, eerst in 1975 in de nieuwbouw van de Provinciale Waterstaat aan de Gedempte Keizersgracht en in 1998 in het nieuwe onderkomen van Wetterskip Fryslân aan de Harlingerstraatweg. Het wel en wee van de ontwikkelingen, die het laboratorium en de analisten doormaakten, worden ontboezemd door **Arjen Reitsma**.

De eerste rioolwaterzuiveringsinstallaties die Friesland rijk was, zouden nu in een museum niet misstaan. Op dat vlak is veel veranderd. Die eerste generatie rwzi's werd al snel compleet vervangen en het aantal uitgebreid met moderne goed werkende zuiveringen. En nog steeds wordt daarbij naar verdere optimalisatie en efficiëntie gestreefd. **Albert Brouwer** heeft die ontwikkelingen vrijwel geheel meegemaakt en er aan meegewerkt. Hij doet daar een boekje over open en laat zien hoe (goed) de huidige prestaties van de rwzi's zijn.

Eind maart 2014 vond in Almere een 'Kenniss Café' bijeenkomst plaats over data mining. Tot de bijeenkomst werd opgeroepen met zinnen, zoals "Data mining is 'hot'. Data is de nieuwe olie. Je vindt alleen afwijkende patronen wanneer je beschikt over normale patronen. Het gaat niet om zoveel mogelijk gegevens, maar om wat je er mee wilt doen". En met een uitspraak van N. Smit-Kroes: "We streven af op een nieuwe economie, die 'data driven' is". Dit geldt ook voor waterkwaliteitsgegevens. Er is veel data beschikbaar, er worden veel data verzameld. De weg van waterkwaliteitsdata naar informatie kent **Roelof Veeningen** als geen ander. Hij presenteert de recente worsteling met voor de KRW-beoordeling verzamelde monitoringgegevens en tovert die om in gekleurde kwaliteitsoordelen (ekr-scores) van de waterlichamen.

**Anton Pothaar** en **Bert van Kalsbeek** sluiten deze serie af met hun bijdrage over vergunningverlening en handhaving. Ook hier ligt een lange traditie, begin jaren '70 aangeduid als het 'passieve waterkwaliteitsbeheer'. N.B. Het zuiveringsbeheer was de 'actieve' poot van deze tweesporenaanpak. Bestrijding bij de bron, het stand still principe en de vervuiler betaalt waren belangrijke pijlers voor vergunningverlening en handhaving. Nu zou dat aangeduid kunnen worden als duurzaamheidsprincipe, maatschappelijk verantwoord ondernemen en zelfregulering. En zij hebben in niet geringe mate bijgedragen aan de waterkwaliteitsverbetering die sindsdien is bereikt. In hun bijdrage worden enkele highlights van de Friese aanpak toegelicht.

## 12.1 Veldwerk en laboratoriumanalyse bij Wetterskip Fryslân

### Arjen Reitsma

*(Laboratorium Wetterskip Fryslân, werkzaam in het lab  
sinds 2001 als bacteriologisch analist)*

Het laboratorium van Wetterskip Fryslân is heden ten dage een afdeling die met behulp van de modernste technieken en onder strenge kwaliteitseisen in een gecontroleerde omgeving onderzoek uitvoert ten behoeve van de water- en waterbodemkwaliteit in Friesland en omliggende gebieden. Maar zo'n vijftig jaar geleden, halverwege de jaren '60 van de vorige eeuw, toen het lab nog in de kinderschoenen stond, was dat wel anders ...

Gestart vanuit toen nog bij de provincie midden in het centrum van Leeuwarden met een man of negen, die analyses uitvoerden in oppervlaktewater. Ontdekken wát eigenlijk de kwaliteit van oppervlaktewater was in Friesland. Belangrijke parameters waren het zoutgehalte, BOD, nutriënten als stikstof en fosfaat, maar ook zware metalen als nikkel en lood. Allemaal onderzoek wat nog 'met de hand' werd uitgevoerd. Vanaf het moment van binnenkomst van de watermonsters, vaak nog door de analisten zelf bemonsterd in melkflessen van de Frico, werd alles vastgelegd met pen en papier waarna de monsters het lab in gingen en met zoals we nu zeggen 'ambachtelijk labwerk' werden ingezet. Titratiemethodes met behulp van buret, cuvetmethodes en verbruik van veel chemicaliën. Alles door de analist zelf uitgevoerd en niet zoals nu, 50 jaar later, waarbij veel geautomatiseerd is en waarbij veel minder chemicaliënverbruik nodig is.

Het onderzoek kreeg in 1975 meer ruimte toen een geheel nieuw lab aan de Gedempte Keizersgracht in gebruik werd genomen, in het gebouw van de Provinciale Waterstaat van Friesland. Met voor toen moderne technieken werd de basis gelegd voor veel van het onderzoek dat vandaag de dag wordt uitgevoerd. Vanaf de jaren '80 beginnen technologie en automatisering in een sneltreinvaart toe te nemen. In het lab verschijnen de eerste dataverwerkers (voorlopers van de pc) en het werk van de analist verandert langzaam doordat autoanalyzers op de werktafels verschijnen die het bepalen van gehalten aan fosfaat, stikstof en chloride vergemakkelijken. Midden jaren tachtig worden hierop veel analyses gedraaid voor bijvoorbeeld het FosFri-project. Ook het onderzoek van zware metalen verhuist van verouderde methodes met spectrofotometers naar AAS (Atomaire Absorptie Spectrofotometer). Meer geautomatiseerde systemen als HPLC's en GC's (chromatografie) voor het bepalen van organische verbindingen zoals bestrijdingsmiddelen doen hun intrede.

Ook biologisch onderzoek wordt van groter belang. In 1976 begint hier het onderzoek van fytoplankton, macrofauna en chlorofyl. In de jaren '80 dijt dit uit met macrofyten en later zoöplankton. Begin jaren '90 komen hier ook de diatomeeën bij. In algemene zin zien we door het opzetten van een basismetnet en roulerende gebiedsmeetnetten, functie-toekenning aan oppervlaktewateren en vorming van gebiedsbeheerplannen met uitvoeringsprojecten dat dit zorgt voor steeds meer bemonsteringspunten. Ook de bemonsteringsfrequentie neemt toe en het analysepakket breidt zich uit met meer parameters. Het bemonsteren van oppervlaktewater wordt langzaam een gespecialiseerde baan en de vraag naar analyse van nieuwe stoffen neemt toe. Door de ontwikkeling van nieuwe technieken ontstaan ook mogelijkheden om steeds meer parameters te onderzoeken.

Door een strengere regelgeving zijn de kwaliteitseisen van het veld- en labwerk aangescherpt. Dit geldt voor zowel de kwaliteitseisen voor oppervlaktewater, maar ook voor het uitvoeren van het analysewerk zelf. Denk bijvoorbeeld aan het onderzoek van zwemwater waarbij controles nu steeds gedetailleerder plaatsvinden. Onderzoek naar specifiek E-coli binnen de micro-organismen, maar ook naar blauwalgen die tot op soort worden gedetermineerd om te weten te komen hoeveel van bepaalde toxinevormende algen er in het water aanwezig zijn. Meetapparatuur voor in het veld wordt steeds ingenieuzer, bijvoorbeeld met de komst van de Algaetorch kan snel een algemeen beeld worden verkregen van blauwalgconcentraties in het oppervlaktewater.

Begin jaren '90 resulteren die strengere regelgeving en hogere kwaliteitseisen in een toename van het onderzoek. Het laboratorium van Wetterskip Fryslân wil begin jaren '90 als eerste lab voor oppervlaktewater onderzoek van Nederland de hoge kwaliteitsaccreditatie van STERLAB (nu Raad van Accreditatie (RvA)) behalen. Wanneer dit in 1992 lukt, is dat een stimulans om nog beter en professioneler te worden. Deze accreditatie zorgt voor een modernere manier van werken. Alle handelingen moeten herleidbaar en controleerbaar zijn waardoor logboeken een bredere functie krijgen en resultaten d.m.v. controles als 1<sup>e</sup>-lijns- en 3<sup>e</sup>-lijns continu worden getoetst. Alle analyses moeten volgens gestandaardiseerde methodes worden uitgevoerd. Alle procedures voor zowel bemonstering als analyses, maar ook voor zaken als veiligheid, inwerken van personeel, afvalstromen en inkoop zijn beschreven in SPV's (Standaard Procedure Voorschriften).

De analisten die deze lange weg vanaf begin jaren tachtig hebben meegemaakt, spreken daar nu nog over als een mooie en waardevolle tijd. Toen is er veel kennis opgedaan over de waterkwaliteit van verschillende wateren in Friesland.



Gebouw van de PWS met op de vijfde verdieping (rechtsboven) het laboratorium (foto van internet).



Lab PWS Gedempte Keizersgracht (foto archief WF).

De analisten maakten deel uit van een hechter team en waren goed op de hoogte van wát waar werd gevonden en of dat in lijn der verwachtingen lag. Naarmate de groei van het lab inzette, bleef deze waardevolle interactie misschien wel wat achter bij de nieuwe lichter analisten. Een monster is nu een nummer. Daar waar in het begin van het waterkwaliteitsbeheer vooral de aandacht gericht was op de zuurstofhuishouding, chloride, fosfaat en stikstof, liggen er nu uitgebreide vragen over het voorkomen van milieuvreemde stoffen als bestrijdingsmiddelen en geneesmiddelen. Lag in het begin van de jaren negentig het aantal analysesresultaten nog rond de 31 duizend per jaar, anno 2013 is dit aantal vertienvoudigd naar ruim 310 duizend analysesresultaten op jaarbasis.

De lijnen met interne opdrachtgevers zoals de afvalwaterzuiveraars, handhavers, planvormers en beleidsmedewerkers waren voorheen korter en dat werd als prettiger ervaren dan nu het geval is. Dit blijkt dus voor de toekomst een belangrijk gegeven waar rekening mee moet worden gehouden. Binding van het lab met de opdrachtgevers en makkelijk van elkaars ervaring kunnen leren is cruciaal voor goed waterkwaliteitsbeheer. In de jaren voor de 'booming nineties' waren meetnetten eenvoudig en rapportages standaard. Dankzij korte duidelijke lijnen was het toen mogelijk dat ook dit rapportagedeelte in nauwe samenwerking van labmedewerkers met de opdrachtgevers plaats vond. De cluster Gegevensbeheer is nu de spin in het web tussen opdrachtgevers en laboratorium en verzorgt en coördineert ook de rapportages.

De opbouw van het hele systeem wordt rond en na de millenniumwisseling op de proef gesteld. Het lab komt in september 1998 op een nieuwe locatie in een nieuw en ruimer onderkomen aan de Harlingerstraatweg. Dat is een up-to-date modern lab, waar iedere specialiteit z'n eigen ruimte heeft en voorzien is van de modernste apparatuur. Na de verhuizing vindt uiteindelijk ook de laatste fusie plaats van Waterschap Friesland met de vijf inliggende waterschappen. De stroom van monsters (van oppervlaktewater, waterbodems, zwemlocaties, in- en effluenten van rwzi's, etc.) blijft zich uitbreiden tot zo'n beetje begin deze eeuw. Bezuinigingen en reorganisaties doen hun intrede wat ook doorsijpelt naar het laboratorium. Mede hierdoor lijkt vanaf de start van het huidige decennium de omvang van monsters en onderzoek te veranderen. De broekriem wordt aangehaald en de krimp wordt ingezet. Meetnetten worden geoptimaliseerd en gecombineerd, waardoor met minder monsters getracht wordt om aan de vraag van alle wet- en regelgeving te kunnen blijven voldoen. Dit blijkt mogelijk te zijn door het aantal monsters te reduceren en het analysepakket per monster te vergroten. Op het lab is dit zichtbaar door een afname in het aantal monsters met ongeveer 19%. Echter het aantal analyses per monster is in deze periode gegroeid met 36%. Deze verandering betekent voor het lab ook een efficiëntere manier van werken.

Wat is het beeld van de analist zelf als we kijken naar de waterkwaliteit door de loop der jaren? De analist die al wat langer in het lab werkt, kan vanuit zijn of haar ervaring met de cijfers wel iets zeggen. Het beeld wat ontstaat, is dat vooral toen de rioolwaterzuiveringen goed gingen werken dit duidelijk zichtbaar werd in de algehele waterkwaliteit. In de meer recentere geschiedenis is het water toch op veel plekken duidelijk veel helderder en 'gezonder' geworden. Het nut van maatregelen, (strengere) regelgevingen en controle is in deze dus wel zichtbaar. Geluiden uit het veld zeggen ook dat de burger veel meer op de hoogte is en ook meer betrokken is dan vroeger. Het is hét schoolvoorbeeld van het effect van een geoliede machine, die nu dus alweer jaren Wetterskip Fryslân heet en waar labmedewerkers in al die jaren met veel toewijding hebben gewerkt.



Of organisatieveranderingen binnen Wetterskip Fryslân uiteindelijk zijn weerslag zullen hebben op het onderzoek van het oppervlaktewater en uiteindelijk misschien ook wel op de kwaliteit ervan? Dat zal waarschijnlijk niet zo'n vaart lopen. Maar de risico's van een machine waarbij bezuinigd wordt op onderhoud en waarbij men niet goed om de olie denkt, zijn wel bekend.

Wat je merkt binnen het lab is dat dit een afdeling is welke anno 2014 niet alleen als een geoliede machine werkt, maar als een chromen geoliede machine! Het feit dat na decennia van opbouw van automatiseringssystemen, kwaliteitssystemen en inkoopssystemen, de rest van de organisatie van Wetterskip Fryslân daar veelal nu pas aan begint, geeft dat chromen laagje nóg meer glans! Het lab is op landelijk niveau concurrerend, heeft kennis van de modernste analysetechnieken en kan op het hoogste niveau meedoen als het gaat om het verkrijgen van de kwalitatief beste resultaten voor oppervlaktewateronderzoek. Het lab werkt veel samen in ILOW verband, het overlegorgaan van de laboratoria van de Nederlandse waterbeheerders. Het heeft landelijk veel contact met collega's en is bijvoorbeeld betrokken bij de ontwikkeling van normen, zoals die van het NEN (Nederlands Normalisatie Instituut). Het lab is dankzij dit alles zowel een van de pijlers van Wetterskip Fryslân, als een peiler van de Friese waterkwaliteit.

Wetterskip Fryslân is nu nog het enige waterschap in ons land met een eigen laboratorium. En dat is iets om trots op te zijn. Wat de toekomst van zowel de Friese waterkwaliteit als het laboratorium zal brengen, is natuurlijk niet bekend. Maar gezien de ontwikkeling binnen de labwereld die nog steeds zorgt voor nieuwe analysetechnieken waarmee steeds gedetailleerder en preciezer kan worden gekeken naar de kwaliteit van water en waterbodem, mogen we er van uitgaan dat samen met het behoud en aanpassing binnen de regelgeving het Friese oppervlaktewater van goede kwaliteit blijft. De monitoring van die kwaliteit zal daarin wel een cruciale rol moeten blijven spelen; het is het fundament voor rapportages, plannen en beleid inzake de kwaliteit van het Friese oppervlaktewater. Of het lab daarbij zijn chromen status gaat verliezen, is op dit moment onzeker. Wanneer deze tekst wordt opgemaakt, is een serieuze verkenning voor het samengaan van het lab van WF met dat van Vitens (beide in Leeuwarden gevestigd) in volle gang.

## 12.2 Binnen een generatie naar zuivering van al het Friese afvalwater

**Albert Brouwer**

(Teamleider cluster Waterzuiveringen)

Friesland was de provincie waar de bouw van rioolwaterzuiveringsinstallaties het laatste startte. De eerste rwzi's werden met Rijkssubsidie door enkele gemeenten gebouwd in de 2<sup>e</sup> helft van de jaren '60. Dat waren veelal kleine en naar de huidige maatstaven primitieve installaties. Centraal stond beluchting en afbraak van organisch materiaal, zodat stank in het ontvangend oppervlaktewater achterwege bleef.

Stand van zaken 1970

In 1970 waren er in Friesland een aantal rwzi's veelal bij de wat grotere gemeenten in beheer en bedrijf, onder andere:

- Leeuwarden
- Suameer (Burgum)
- Drachten
- Oosterwolde
- Haulerwijk
- Heerenveen
- Surhuisterveen
- Holwerd (West Dongeradeel)
- Jubbega
- Langezwaag

Het accent van de zuivering lag op het reduceren van de BVZ5, de zuurstofvraag voor afbraak van organische stoffen. De eis was dat die BVZ-waarde onder de 20 was; stikstof en fosfaat waren toen van minder belang.

### Overname rwzi's door provincie Friesland

In 1972 heeft de minister bepaald dat de provincie alle zuiveringen moest overnemen en gaan beheren. Zo ontstond bij de 'natte poot' van de toenmalige Provinciale Waterstaat van Friesland de afdeling Zuiveringsbeheer onder leiding van Jan Willem van Hoeve, Jos Laagland en Adde Klaas de Boer. Later is dit zuiveringsbeheer overgegaan naar het in 1993 opgerichte Waterschap Friesland, toen landelijke wetgeving deze waterbeheertaken toebedeelde aan waterschappen. Vanaf dat moment werden de overgenomen rwzi's langzamerhand aangepast en kwam er een nieuwbouwprogramma met vanaf 1974 o.a. de eerste operationele rwzi's van Damwoude, Gorredijk, St. Annaparochie en Wolvega. St. Annaparochie is nog een oorspronkelijk ontwerp van de Grontmij in opdracht van de gemeente Het Bildt. Dat nieuwbouwprogramma liep door tot en met 1994 en resulteerde in de volgende chronologische lijst van zuiveringen:

- |  |   |
|--|---|
| 1 Leeuwarden 1969; uitbreiding 2001                                    | 15 Sloten 1977; aangepast in 1997, uitbreiding 2010       |
| 2 Drachten 1969; vernieuwd BCFS reactor 2005                           | 16 Terschelling 1977; aangepast rond 2000                 |
| 3 Oosterwolde 1969; vernieuwd 2010                                     | 17 Lemmer 1978; aangepast in 1996                         |
| 4 Burgum 1970 tot 2000 oxydatiebed, daarna Carrousel                   | 18 Birdaard 1979  |
| 5 Damwoude 1974  | 19 Dokkum 1979; vernieuwd 2004                            |
| 6 Gorredijk 1974; uitbreiding 2002                                     | 20 Workum 1979; uitbreiding gestart                       |
| 7 St. Annaparochie 1974  | 21 Heerenveen 1979; uitbreiding 2000                      |
| 8 Wolvega 1974; uitbreidingsproject is gestart                         | 22 Harlingen 1981; uitbreiding 1993                       |
| 9 Ameland 1975   | 23 Wijnjewoude 1982                                       |
| 10 Kootstertille 1975; uitgebreid 1997,<br>deels bellenbeluchting 2013 | 24 Grou 1984; uitbreiding 2003                            |
| 11 Sneek 1975; aangepast 2001  | 25 Warns 1985   |
| 12 Bolsward 1976   | 26 Franeker 1987; 2009 uitbreiding met continu zandfilter |
| 13 Akkrum 1976   | 27 Vlieland 1993  |
| 14 Joure 1976; aangepast 1998  | 28 Schiermonnikoog 1994                                   |

Naast de afbraak van organische stof werd vanaf eind jaren '70 ook nutriëntenverwijdering een serieuze zaak. In de loop der jaren is een aantal kleinere rwzi's (< 2000 i.e.'s) geamoveerd, zoals Holwerd, Langezwaag, Surhuisterveen, Kollum, Jubbega en nog een aantal. Lange tijd was het aantal rwzi's 30, sinds kort vindt weer enige krimp plaats. Daarbij zijn recent de rwzi's van Heerenveen-oost en Haulerwijk geamoveerd. Momenteel wordt onderzocht is of de rwzi's St. Annaparochie, Akkrum en Wijnjewoude kunnen worden geamoveerd en het afvalwater van deze installaties per persleiding naar de dichtstbijzijnde rwzi kan worden getransporteerd. Redenen daarvoor efficiëntere zuivering en/of kostenbesparing. Uiteraard moet dat hydraulisch en biologisch mogelijk zijn voordat dat geregeld kan worden.

Zie hier de opsomming van alle 28 rwzi's van Wetterskip Fryslân en u ziet dat dit alles in een tijdsbestek van 25 jaar gerealiseerd is. Waar een wil is, is een weg. De aanvoer van al het afvalwater naar de zuiveringen wordt gerealiseerd met behulp van 276 rioolgemalen via ruim 800 kilometer persleidingen. De eerste aanpassingen van de rwzi's vonden plaats of om hydraulische redenen dan wel om te komen tot verregaande stikstof- en fosfaat-verwijdering. Het laatste gebeurt zowel biologisch (met bacteriën in het zuiverings-slib) en/of chemisch (met toevoeging van P-bindende stoffen). Daarna zijn er ook op bijna alle rwzi's fijnrooster en selectors geplaatst. Inmiddels zijn de meeste rwzi's al weer een keer aangepast en qua bedieningsgemak omgebouwd naar SCADA besturing. SCADA staat voor Supervisory Control And Data Acquisition. Dat betekent dat het reilen en zeilen van de zuivering vanaf een PC en op afstand bestuurd kan worden. De installatie moet dan wel een PLC (programmable logic controller) hebben. Het voordeel hiervan is dat er ook op afstand naar de rwzi's kan worden gekeken en instellingen aangepast kunnen worden. Voorheen werd de klaarmeester gebeld dat de rwzi in storing had en moest die er naar toe. Dus 24/7 paraatheid. Met dit systeem kan middels virtual network computing (VNC) op alle installaties ingelogd worden en kan de bediening bijgestuurd worden.



RWZI Leeuwarden 2001  
(foto archief WF).

Tabel 1. - Concentraties van stoffen in inkomend (influent) en gezuiverd (effluent) afvalwater en de daarbij behorende rendementen van de huidige 28 rwzi's in beheer bij Wetterskip Fryslân voor het jaar 2013.

Basisrapport concentraties (gew.gem.) en rendementen Wetterskip Fryslân. Gekozen periode: 01-01-13 t/m 31-12-13

RWZI	Influent										Effluent										Rendement									
	CZV	BZV	Kj:N	NH4-N	PO4-P	Cl	CZV	BZV	Kj:N	NH4-N	NO2-N	NO3-N	N	PO4-P	Cl	Zw.st.	CZV	BZV	Kj:N	To-E-N	CZV	BZV	Kj:N	To-E-N						
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l						
rwzi Akkrum	482,1	154,8	303	492	75,4	49,2	31,4	10,1	80,2	37	1,6	2,8	1,4	0,1	2,2	5,1	0,9	75,7	3	92,3	99	94,3	89,7							
rwzi Ameland	728,7	303	75,4	492	75,4	49,2	31,4	10,1	80,2	37	1,6	2,8	1,4	0,1	2,2	5,1	0,9	75,7	3	92,3	99	94,3	89,7							
rwzi Sint-Annaparochie	479,4	194,2	44,8	30,7	7,1	171,8	37,1	2,8	149,3	33,3	1,7	2,7	1	0,1	1,7	4,5	1,6	151,1	3	95,4	99,5	96,4	94							
rwzi Bridaard	409,5	155,4	42,2	30,4	6,8	127,4	36,4	2,6	171,8	37,1	2,8	5	3,3	0,1	1,7	6,8	1,8	167,2	5	92,3	98,6	88,8	84,8							
rwzi Bolsward	400,6	169,6	36,6	25,7	5,8	106,6	37,8	2,2	127,4	36,4	2,6	5,7	3,9	0,1	1,9	7,6	2,1	123,1	4,8	91,1	98,3	86,5	81,9							
rwzi Burgum	405,9	152,3	44,9	33,5	6	135,2	40,6	3,3	106,6	37,8	2,2	4,3	2,8	0	0,3	4,6	1,4	113,2	4,1	90,6	98,7	88,3	87,4							
rwzi Damwoude	561,8	208,6	56,4	39	9,5	137,4	39,3	2,2	106,6	37,8	2,2	3,2	1,3	0,1	4,8	8,1	1	113,6	4,6	93	99	94,4	85,6							
rwzi Dokkum	327,9	116,3	32,3	23,3	4,8	299,4	36,9	2,5	137,4	39,3	2,2	3,2	1,3	0,1	4,8	8,1	1	113,6	4,6	93	99	94,4	85,6							
rwzi Drachten	403,1	165,2	37,6	25,8	4,9	85,8	54,1	5,8	299,4	36,9	2,5	4,1	2,4	0,1	1,8	6	1,2	276,4	4,7	88,7	97,8	87,4	81,5							
rwzi Franeker	523,3	232,2	39,8	26,6	7	231,8	65,1	8,6	85,8	54,1	5,8	4,4	1,6	0,1	3,4	8	0,7	88,2	17	86,6	96,5	88,2	78,8							
rwzi Gorredijk	540	229,7	58,9	45,2	8	111,4	48,4	3	231,8	65,1	8,6	8,9	5,9	0,5	1,9	11,3	1,4	270	21,6	87,6	96,3	77,6	71,7							
rwzi Grou	499,1	199,6	41,3	26,6	7,2	153,9	37,9	1,9	111,4	48,4	3	3,1	0,8	0,2	3,6	6,8	1,1	103,8	8,8	91	98,7	94,8	88,4							
rwzi Harlingen	450,4	189,7	42,1	26,7	9	730,6	34,3	1,6	153,9	37,9	1,9	3,1	1,5	0,1	1,6	4,8	0,7	141,4	3,6	92,4	99	92,5	88,3							
rwzi Heerenveen	636,6	258,9	83,8	69,7	8,2	345,1	62	2,7	730,6	34,3	1,6	3,4	2	0,1	1,7	5,2	2,3	737,5	2,3	92,4	99,2	91,9	87,6							
rwzi Joure	670,1	260,4	56,3	34,9	7,7	210,3	65,5	2,5	345,1	62	2,7	5	2	0,1	3,9	9	0,6	288,8	5,3	90,3	99	94	89,2							
rwzi Kootstertille	459,4	177,8	42,9	27,5	7,7	315,7	38,2	3,8	210,3	65,5	2,5	3,9	0,6	0	1,7	5,6	0,2	204,8	3,9	90,2	99	93	90							
rwzi Leeuwarden	481,4	190,3	43,5	27,8	8,4	164,5	31,9	1,7	315,7	38,2	3,8	4,1	2,2	0,1	1,9	6,1	1,7	277,4	6,5	91,7	97,9	90,4	85,9							
rwzi Lemmer	560,1	197,8	55,6	36,5	10,8	92,3	34,7	1,9	164,5	31,9	1,7	2,2	0,7	0,1	1,4	3,6	0,5	140,7	3,6	93,4	99,1	95	91,7							
rwzi Oostenwolde	727,8	294,4	63,2	42,7	12,5	125,7	39,5	3,1	92,3	34,7	1,9	2,4	0,9	0,1	3,1	5,5	0,3	85,3	3,8	93,8	99	95,6	90							
rwzi Schiermonnikoog	464,5	188,9	45,7	33,7	6,9	147,5	37,6	2,6	125,7	39,5	3,1	3	0,9	0,1	1,7	4,7	0,5	110	5,8	94,6	99	95,3	92,6							
rwzi Sloten	498,8	210,9	52,8	40,2	7,7	93,6	36,9	2,4	147,5	37,6	2,6	2,9	1,3	0,1	1,5	4,5	1	133,5	5,6	91,9	98,6	93,6	90,2							
rwzi Sneek	392,6	155,4	41,2	30	5,7	134,3	41,8	2,3	93,6	36,9	2,4	3,4	1,6	0,1	4	7,5	0,6	97,9	5,3	92,6	98,9	93,5	85,8							
rwzi Terschelling	748,3	332,2	71,4	53,5	10,9	162	38	2,1	134,3	41,8	2,3	3,5	1,7	0,1	2	5,6	0,6	129,9	4,8	89,4	98,5	91,5	86,3							
rwzi Vlieland	665,5	293,4	76,4	59,3	11,2	156,1	37,9	3,1	162	38	2,1	2,2	0,3	0	4,2	6,4	1,7	223,5	3,7	94,9	99,4	96,9	91							
rwzi Warns	514,8	227,4	50,7	37,8	7,8	84,3	38,4	4,1	156,1	37,9	3,1	4,2	2	0,1	2,1	6,3	1,8	363,2	11	94,3	98,9	94,5	91,7							
rwzi Wollega	442	180,4	43,7	32,1	6,5	87,8	33	2,2	84,3	38,4	4,1	6,9	4,8	0,1	3,9	10,9	1,2	122,5	8,2	92,5	98,2	86,4	78,5							
rwzi Workum	287,5	112,9	32,8	20,7	5	246,2	23,5	2	87,8	33	2,2	2,7	1,3	0,1	3,2	6	1	85,7	3,9	92,5	98,8	93,7	86,2							
rwzi Wijijewoude	659,5	294,1	69,2	53,2	9,7	122	43,9	4,4	246,2	23,5	2	2,2	0,7	0,2	3,4	5,7	0,9	274,3	4,3	91,8	98,2	93,4	82,5							
<b>Gemiddeld</b>	<b>479,1</b>	<b>192,3</b>	<b>46,8</b>	<b>32,8</b>	<b>7,3</b>	<b>203,6</b>	<b>42,2</b>	<b>3</b>	<b>203,6</b>	<b>42,2</b>	<b>3</b>	<b>3,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0,1</b>	<b>2,2</b>	<b>6,2</b>	<b>1</b>	<b>193,3</b>	<b>6,7</b>	<b>91,2</b>	<b>98,4</b>	<b>91,8</b>	<b>86,8</b>							



## Particulier zuiveringen

Er zijn in Friesland enkele particuliere awzi's en dat zijn:

- Rendac-Sonac, Suameer
- Lamb Weston Meijer, Oosterbierum
- R.A. de Jong, Franeker
- Gezamenlijk voorzuivering i.e. 's, Workum

## Zuiveringstechnieken en rendementen

De toegepaste huidige zuiveringstechnieken zijn heel divers, waarbij overigens de carrousel het meest voorkomen:

- Oxydatiesloten
- Carrousel oppervlaktebeluchting
- Oxydatietanks oppervlaktebeluchting, alternerend
- BCFS reactor zeer laag belast
- Oxydatiebed / continu zandfilters
- Actief slibinstallatie met bellenbeluchting
- Actief slibinstallatie zeer laag belast deels met bellenbeluchting
- Carrousel met voordennitrificatie ultra laag belast
- Carrousel met oxische/anoxische reactor
- Carrousel bidenitro

De carrousel met oppervlakte beluchting zijn over het algemeen het robuust, maar energetisch het duurst. Daarom wordt er hier en daar gekozen voor bellenbeluchting, wat aanmerkelijk goedkoper is (30 %), maar wel weer duurder in onderhoud. De rendementen van de 28 rwzi's zijn voor 2013 in bijgevoegde tabel opgenomen. Al het gezuiverde afvalwater wordt geloosd op kanalen en de vaarten in zuidoost en noordwest Friesland, de Friese boezem en voor de Waddeneilanden rechtstreeks in de Waddenzee.

## Van slibafzet in de landbouw naar afvoer naar SOI

Toen in 1988 de centrale Slibontwateringsinstallatie (SOI) in Heerenveen in gebruik is genomen, is er (mede door het Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen, BOOM) direct gestopt met de slibafvoer naar de landbouw (vele agrariërs vonden dit jammer, want naast meststof was het hier en daar op schrale grond ook nog eens een bodemverbeteraar). Het overtollig zuiveringsslib van alle Friese rwzi's gaat naar de SOI en wordt daar ingedikt tot ca. 24 % droge stof, waarna het bij Swiss Comby verder thermisch gedroogd wordt. Op jaarbasis wordt er ca. 408.000 m<sup>3</sup> nat slib naar Heerenveen afgevoerd. Dat is grofweg iets minder dan 0,5 % van het op jaarbasis behandelde volume aan afvalwater. Hierna wordt het als brandstof afgezet naar de Encie-fabrieken in Limburg en eventueel in kolencentrales benut. Momenteel worden plannen ontwikkeld voor een energiefabriek in Leeuwarden, waar dan over enkele jaren het overtollig zuiveringsslib verwerkt zal worden. Als het zover is, zullen de deuren van de SOI te Heerenveen gesloten worden.

## Van afvalstof naar grondstof

Naast het eerder genoemde slib, wat weer als brandstof wordt gebruikt, staan op een viertal installaties gistingstanks waar het slib anaeroob wordt vergist en omgezet in biogas. Op dit biogas draaien gasmotoren met een generator om zo elektrische energie en warmte op te wekken. Dus productie van energie uit afvalwater. Met een restant aan warmte, afkomstig van de energieopwekking van de rwzi Leeuwarden, wordt vanaf 1987 een deel getransporteerd naar een nabij gelegen verzorgingstehuis. Op dit moment wordt er druk gewerkt aan een onderzoek en daarna het realiseren van een energiefabriek bij de rwzi Leeuwarden. De bedoeling is dan dat alle slib van de 28 rwzi's hier wordt vergist en daarna wordt ingedikt en gedroogd. De eerste schattingen zijn dat hiermee ca. 5 miljoen m<sup>3</sup> biogas kan worden opgewekt. Ook terugwinning van fosfaat hoort bij het onderzoek. Daarnaast wordt momenteel onderzoek op de demosite van de rwzi Leeuwarden uitgevoerd om bioplastics uit afvalwater te halen.

## Enkele speculaties voor de nabije toekomst

- Het aantal installaties daalt verder naar 25 rwzi's in 2020 en mogelijk naar 20 in 2030 of later.
- Het geproduceerde effluent zal voor een deel worden hergebruikt.
- De kwaliteitseisen van het effluent zijn afgestemd op de eisen in het IZP of moeten gaan voldoen aan de KRW-normen voor oppervlaktewater.
- Voor de 'nieuwe stoffen' (hormoonachtige stoffen, medicijnresten, ed.) worden nieuwe verwijderingstechnieken ontwikkeld.

## 12.3 Eutrofiëring: toestand en trends 1975-2012

**Roelof Veeningen**

(senior medewerker cluster Gegevensbeheer)

### Inleiding

Eutrofiëring, de verrijking van water met voedingsstoffen, is altijd beschouwd als het belangrijkste knelpunt bij de waterkwaliteit. Vanaf het begin van de reguliere waterkwaliteitsmonitoring zijn de nutriënten (stikstof en fosfaat) gemeten. Door de jaren heen zijn de doelen (normwaarden) en de toetsingsvoorschriften regelmatig veranderd. Er is een vijftal landelijke eutrofiëringsevenquêtes gehouden, waarbij trends werden berekend en causale relaties werden gezocht van de nutriëntenconcentraties met doorzicht en chlorofylgehalten. Immers naast deze nutriënten zijn het chlorofylgehalte en het doorzicht van het water belangrijke (respons)parameters. Met de invoering van de KRW in 2000 zijn de nutriënten opgenomen bij de zogenaamde 'ecologie-ondersteunende parameters'. De vijfde landelijke eutrofiëringsevenquête vond in de periode 2009-2010 plaats, daarbij is toen ook de KRW-beoordelingswijze meegenomen. Bovendien omvatte deze vijfde enquête ook de diepe plassen en vennen.

### Monitoring

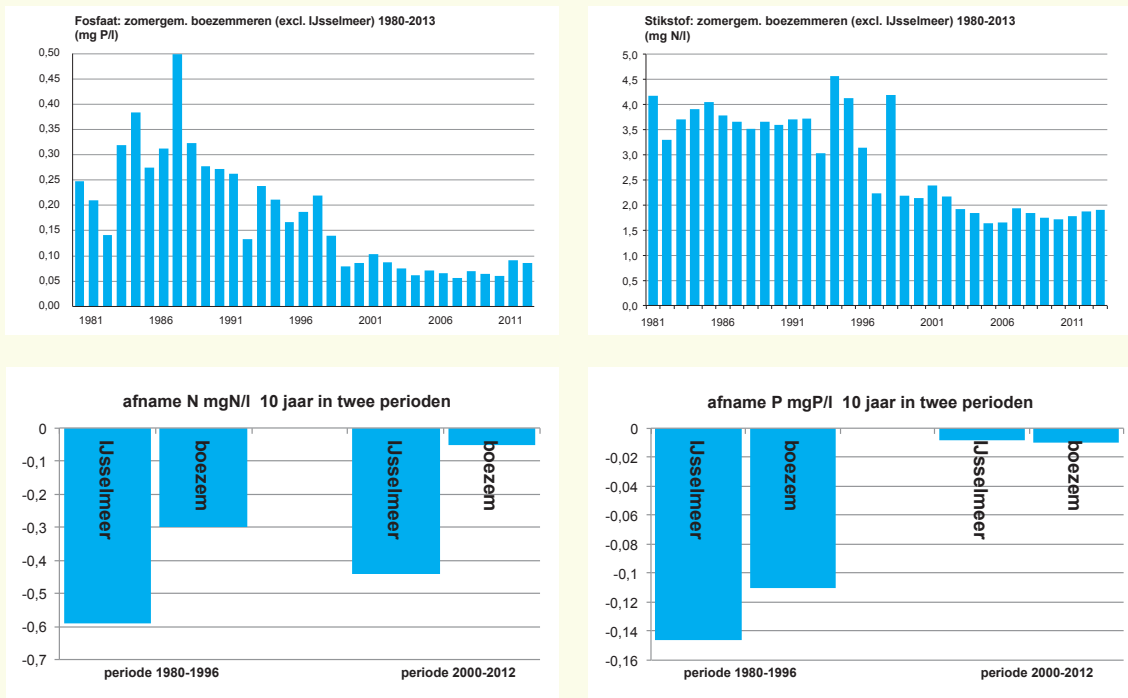
De monitoring is gestart in 1960. Het ging die eerste jaren om ca. 60 punten in de boezem, die vier keer per jaar werden bemonsterd. Vanaf 1984 werden ook meetpunten buiten de boezem bemonsterd en nam de bemonsteringsfrequentie toe. Anno 2013 worden de nutriëntenfracties van stikstof en fosfaat gemeten op 175 vaste punten. Bij stikstof gaat het om NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub>- en NO<sub>2</sub>- en Kjeldahl-N. Met ingang van 1999 is de Kjeldahl-N analyse vervallen. Daarvoor in de plaats kwam een totaal-N bepaling. Bij fosfaat gaat het om ortho-P (het ion) en de totaal-P bepaling. Ook de totaal-P bepaling is vanaf januari 1999 aangepast. In beide gevallen is de nieuwe totaal bepaling niet helemaal vergelijkbaar met de resultaten van vóór 1999. Naast de nutriënten werd vanaf het begin ook het doorzicht gemeten met de Secchi-schijf; andere methoden voor de bepaling van het lichtklimaat zijn wel beproefd, maar nooit doorgevoerd. Wat betreft biologische parameters is vooral gekeken naar de algenhoeveelheid. Die werd gemeten als het chlorofylgehalte in meren en plassen. In kleinere wateren werd ook de relatie gelegd met waterplanten. Met de invoering van het KRW monitoringprogramma vanaf 2005 werden de nutriënten integraal onderdeel van de zogenaamde ecologie ondersteunende parameters (doorzicht, temperatuur, pH, chloride en zuurstofverzadiging). De bemonsteringsfrequentie is doorgaans vierwkelijks, 13 keer per jaar. Bij het projectmatig waterkwaliteitsonderzoek geldt veelal een andere bemonsteringsfrequentie en kan ook het analysepakket anders zijn.

### Normen

Voor een zekere minimum waterkwaliteit ('basiskwaliteit') moeten de waarden voor de P, N en chlorofyl gehalten beneden en het doorzicht juist boven een gestelde waarde liggen. Deze normstelling is in de loop der tijd nogal eens aangepast. Na eerst landelijk uniforme normen (1975-t/m NW4) kwam er een sterke regionale differentiatie naar watertypen. In onderstaande chronologisch overzicht (tabel 1) is dat toegelicht. Net als bij de nutriënten zijn ook de normen voor chlorofyl en doorzicht in de loop der tijd gedifferentieerd naar watertype. Aanvankelijk gold een norm van 100 µg/l voor chlorofyl en 0,5 m voor doorzicht voor eutrofiëringsevoelige wateren; bij de KRW gelden per watertype gedifferentieerde doelen.

**Tabel 1. - Overzicht van de normstelling voor stikstof en fosfaat vanaf 1975 tot heden.**

Periode	Stikstof (mg/l)	Fosfaat (mg/l)
1 <sup>e</sup> IMP water met ingang van 1975	Voorlopige grenswaarden en streefwaarden Kjeldahl-N < 3,1 mg N/l NH <sub>4</sub> 2,0 en 0,5 mg N/l NO <sub>3</sub> < 4,2 mg N/l NO <sub>2</sub> < 1,0 mg N/l	Voorlopige grenswaarden en streefwaarden resp. totaal-P < 0,3 en < 0,05 mg P/l
2 <sup>e</sup> IMP Water	Totaal-N < 2 mg N/l	Totaal-P < 0,2 mg P/l
3 <sup>e</sup> IMP water 1985-1989 Basiskwaliteit aangevuld met functiegerichte en ecologische doelstellingen	Nitrat+ nitriet < 10 mg N/l  Natuurlijke trajecten per watertype gedifferentieerd: NO <sub>3</sub> -N max. 1 mg N/l	Totaal-P < 0,15 mg P/l (eutrofiëringsevoelige wateren)  Natuurlijke trajecten per watertype gedifferentieerd: Ortho-P max. 0,1 of 0,2 mg P/l
Gedifferentieerde basiskwaliteit (Claassen, 1987) Waterkwaliteitsplan 1989-1995	Voor 14 watertypen gedifferentieerd (zie tabel 3.1 en figuur 3.1 in hoofdstuk 3)	Voor 14 watertypen gedifferentieerd (zie tabel 3.1 en figuur 3.1 in hoofdstuk 3)
1,2,3,4 Nota waterhuishouding (Algemene Milieukwaliteit)	< 2,2 mg N/l zomergemiddelde voor stagnante wateren	< 0,15 mg P/l omergemiddelde voor stagnante wateren
KRW waterlichamen	Per watertype gedifferentieerd. Bijvoorbeeld: M14: < 1,3 mg N/l, R5: < 4 mg N/l	Per watertype gedifferentieerd. Bijvoorbeeld: M14: < 0,09 mg P/l, R5: < 0,14 mg P/l
KRW met ingang van toestandbepaling 2015	Aanpassing voor beken: R4/R5: < 2,3 mg N/l	Aanpassing voor beken R4/R5: < 0,11 mg P/l
Overige wateren	Per (KRW) watertype gedifferentieerd	Per (KRW) watertype gedifferentieerd



Figuur 1. - Boven het verloop van de zomer-gemiddelde totaal-stikstof- en totaal-fosfaatgehalten in de boezemmeren van 1980 tot en met 2013. Onder de berekende trends in de periode 1980-1996 en 2000-2012 voor het IJsselmeer en de boezemmeren. De lengte van de balkjes geeft de absolute afname in concentraties weer.

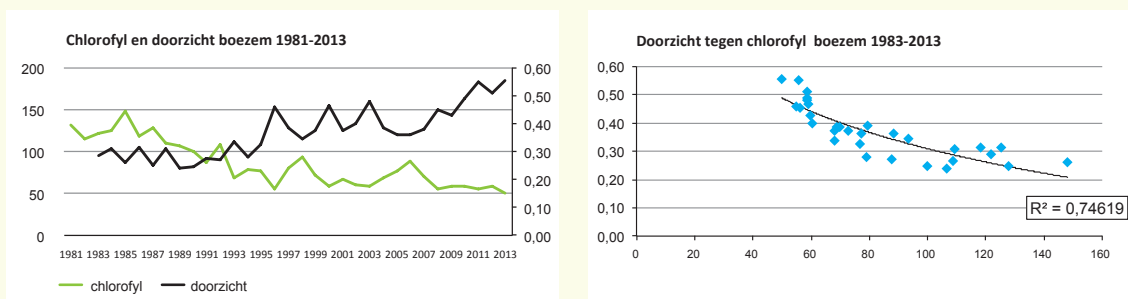
### Toestand en trends

De ontwikkeling van de ernst van de eutrofiëring werd vanaf 1980 beschouwd op basis van ‘toestand en trends’. De zogenaamde eutrofiëringquêtes hebben een grote betekenis gehad voor het op landelijk niveau onderling vergelijken van de toestand en ontwikkelingen van meren en plassen.

In algemene zin kan vastgesteld worden dat vanaf 1980 in Fryslân er een aanzienlijk verbetering heeft plaatsgevonden:

- bij stikstof en fosfaat is de afname in de periode 1980-1996 omvangrijk; in de periode 2000-2012 is de afname nog maar zeer beperkt;
- het IJsselmeer laat in diezelfde perioden dezelfde trends zien met dien verstande dat de afname van stikstof ook in de periode 2000-2012 nog aanzienlijk is;
- bij stikstof vermindert de concentratie tot ongeveer 2006; daarna blijven de concentraties stabiel; bij fosfaat is dat ook het geval, maar is er een lichte toename na 2006.

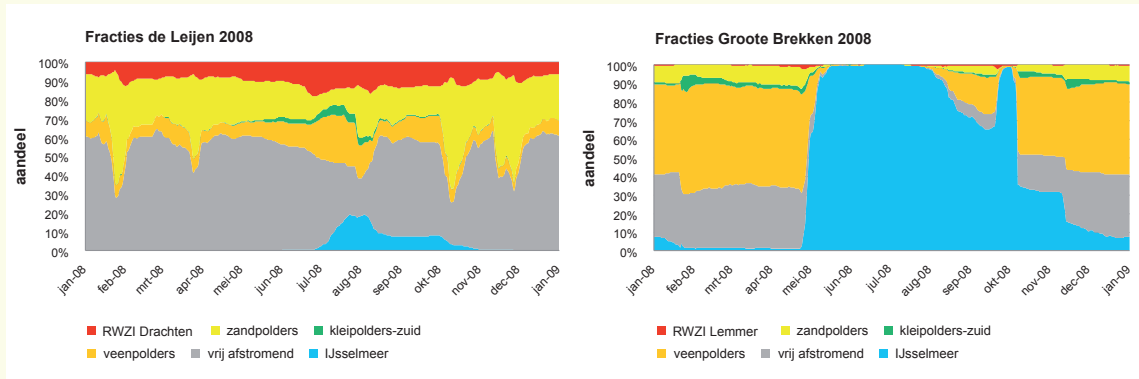
In de periode 1980-2013 is het chlorofylgehalte afgenomen en het doorzicht verbeterd. Er is een significant verband tussen het doorzicht en het chlorofyl-gehalte, zie figuur 2.



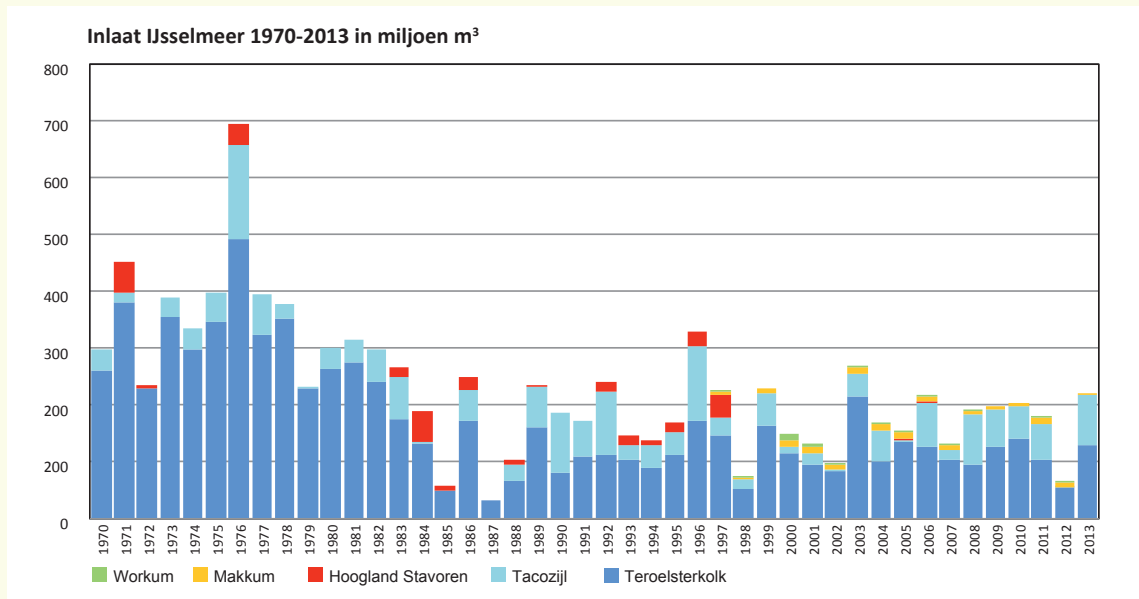
Figuur 2. - Links de zomergemiddelde chlorofylgehalten ( $\mu\text{g/l}$ ) en het zomergemiddelde doorzicht ( $\text{m}$ ) van alle boezemmeren in de periode 1981-2013. Rechts het doorzicht ( $y$ -as) uitgezet tegen het chlorofylgehalte ( $x$ -as) voor de periode 1983-2013.



Figuur 3.  
Het aandeel (in %) van de verschillende waterstromen in de boezem (de Grote Brekken nabij Lemmer en de Leijen). Afgebeeld is de situatie voor 2008.



Figuur 4.  
De jaarlijkse hoeveelheid ingelaten IJsselmeerwater in de periode 1970 tot en met 2013 (via vijf verschillende inlaatpunten).



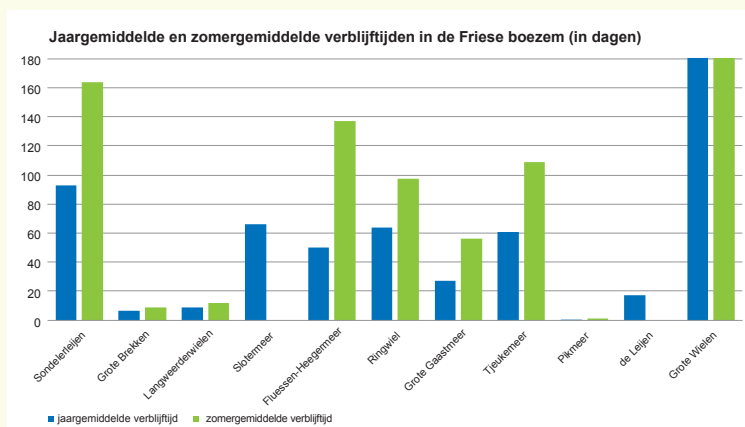
## IJsselmeer

Belangrijk voor de waterkwantiteit en de waterkwaliteit is de inlaat van grote hoeveelheden IJsselmeerwater in de zomer. Midden in de zomer bestaat een groot deel van de boezemwateren uit IJsselmeerwater. De gemiddelde jaarlijkse inlaat is ongeveer 240 miljoen m<sup>3</sup>; dat is ongeveer gelijk aan de inhoud van de boezem. Dat komt er op neer dat de boezem in de zomer helemaal ververscht wordt. De invloed van het IJsselmeer is in de zuidwestelijke meren eerder in de tijd en omvangrijker dan in de noordoostelijk gelegen meren (zie figuur 3).

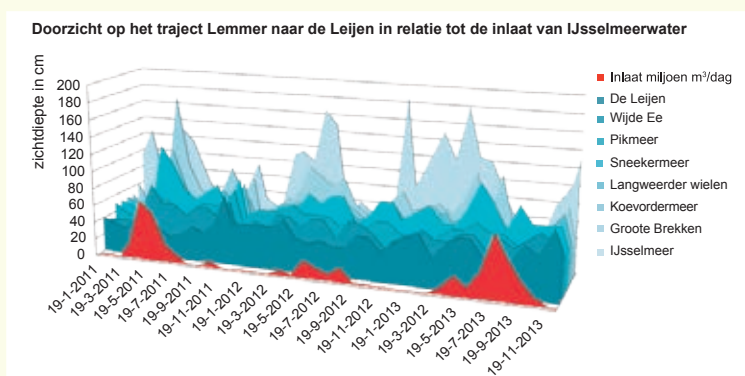
De hoeveelheid ingelaten IJsselmeerwater kan, afhankelijk van het weer, van jaar tot jaar nogal verschillen (zie figuur 4). De verblijftijd van het water in de boezemmeren in de zomer is desondanks aanzienlijk langer (zie figuur 5) dan het jaargemiddelde. 's Winters immers wordt al het overtollige water uit poldergebieden via het boezemsysteem afgevoerd. De verblijftijd wordt ook beïnvloed door de ligging t.o.v. de overheersende transportroute in de zomer. Zo wordt het gehele Pikmeer dagelijks compleet ververscht; het water in de Grote Wielen daarentegen verblijft er bijna een jaar. De consequenties van de verblijftijd op de ecologische toestand zijn niet eenvoudig terug te vinden in de actuele ecologische toestand en zijn ook (nog) niet te berekenen.

Zomers (het groeiseizoen) is dus de hoeveelheid en daarmee ook de kwaliteit van het IJsselmeerwater sterk van invloed op het Friese boezemwater. De effecten van de inlaat zijn de volgende:

- de concentraties van N en P in het IJsselmeer zijn sterk bepalend voor de concentraties in de zomer in de boezem. De N en P concentraties zijn in het IJsselmeer sinds 1980 sterk afgenomen en de laatste 5 jaar vrijwel stabiel (en lager dan in de boezem).
- als het doorzicht in het IJsselmeer groot is (en weinig fytoplankton en zwevende stof bevat) in de periode dat water wordt ingelaten heeft dat een groot effect op het doorzicht in de boezem. In 2011 was het doorzicht in het Sneekermeer als gevolg van de inlaat meer dan 1 m (zie figuur 6). In 2012 en 2013 is de inlaat zodanig dat de boezem (het doorzicht) veel minder wordt beïnvloed door helder IJsselmeerwater.
- in termen van belasting van de boezem zoals die worden gehanteerd in het modelinstrumentarium PCLake, wordt de actuele belasting van de boezemmeren in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid water. Dit leidt er toe dat (volgens het PCLake concept) ondanks de vrij lage N en P concentraties de actuele belasting toch veel hoger is dan de kritische belasting.
- daarnaast kan die inlaat invloed hebben op de inlaat van organismen (algen, macrofauna, vissen). Deze impact wordt veelal snel 'uitgedoofd' eenmaal binnen Friesland. Soms echter kunnen exoten wel grote gevolgen hebben, bv driehoeksmosselen. In Rijnland is het water helder door de Quagga-mossel. Deze exoot heeft tot 2013 geen invloed gehad op het doorzicht in Fryslân.



Figuur 5.  
Per meer de gemiddelde verblijftijd van het water voor het gehele jaar en voor de zomerperiode (Pikmeer resp. 0,7 en 0,9 dag; Grote Wielen, buiten het schaalbereik, resp. 301 en 427 dagen).



Figuur 6.  
Het doorzicht in 2011, 2012 en 2013 op het traject IJsselmeer (achterin) > Grote Brekken > Langweerder Wielen > Sneekermeer > Pikmeer > Wijde Ee > de Leijen (aan de voorkant) in relatie tot de hoeveelheid (in miljoen m<sup>3</sup>) ingelaten IJsselmeerwater (geheel vooraan, rood).

## Hoe met de KRW vanaf 2000 alles verandert

Formeel werd de KRW met ingang van 2000 van kracht. Het eerste StroomGebiedBeheerPlan (SGBP) werd opgesteld voor de periode 2010-2015. Een belangrijk gevolg van de invoering van de KRW is dat de systematiek van de monitoring en de beoordeling landelijk sterk werd geharmoniseerd. De veranderingen t.o.v. de WVO-periode daarvoor zijn in tabel 2 samengevat.

**Tabel 2. - Schematisch overzicht van de veranderingen in de systematiek van de waterkwaliteitsbeoordeling als gevolg van de KRW.**

Onderwerp	Hoe was het?	Met ingang van de KRW
De objecten	We hadden watersystemen: waterhuishoudkundig samenhangende systemen. Binnen die watersystemen waren wel allerlei watertypen onderscheiden (zie kaart 6 elders in dit boek).	Waterlichamen: 24 in Fryslân. Grote eenheden met een minimum wateroppervlakte: - onderscheiden naar type - onderscheid naar natuurlijk, sterk veranderd SV (ooit natuurlijk) en kunstmatige KM (door de mens aangelegd). - weinig samenhang met lokale waterhuishouding De oppervlaktewateren die niet zijn aangewezen, worden aangeduid als zgn. 'overige wateren'.
Monitoring	Meetpunten in alle watersystemen. Onderscheid naar type, functie, gebruik.	Operationele monitoring en Toestand en Trend monitoring: OM en T&T. Een meetpunt in elk waterlichaam en clustering van (deel) waterlichamen.
Toestand	Onderscheid: milieuvreemde stoffen fysisch chemische parameters ecologische parameters	Onderscheid: - chemische toestand: prioritaire stoffen - ecologische toestand Binnen de ecologische toestand drie onderdelen: 1. Chemische toestand ecologie: - specifiek verontreinigende stoffen (ook aangeduid met overige verontreinigende stoffen) 2. Fysische chemie: - nutriënten - temperatuur, pH, doorzicht - chloride en zuurstof (%) 3. Biologie: - fytoplankton (in sommige typen fyto benthos) - macrofauna - waterplanten (overige waterflora) - vissen
Beoordeling	STOWA ecologische beoordeling EBEO (voor verschillende watertypen) Ondersteund met software.	Ecologische toestand = biologie+ fysische chemie+ chemische toestand ecologie. Maatlatten voor elke biologische component. Voor elk watertype met een EKR als uitkomst. Voor de toetsing werd het programma QBWat ontwikkeld.
Doelen (normen)	Scores 1,2,3,4,5 en in vijf kleuren.	Uitgedrukt in EKR eenheden 0-1 (voor natuurlijke wateren) en 0-0,6 voor sterk veranderde (SV) en kunstmatige wateren (KM). Voor SV en KM wordt de toestand in vier kleuren weergegeven.
Doelafleiding (normafleiding)	In principe uniform volgens de landelijke EBEO beoordelingssystemen.	Landelijke voorstellen per watertype. Vervolgens heeft de waterbeheerder de vrijheid om daar van af te wijken ('haalbaar en betaalbaar').
Hiërarchie	N en P leidend; biologie is volgend.	Biologie is leidend; N en P zijn ondersteunend.
Presentatie	5 klassen	4 klassen voor SV en KM
Zeer goed		
Goed		Goed
Matig		Matig
Ontoereikend		Ontoereikend
Slecht		Slecht

## Toestand 2015

In Fryslân zijn 24 waterlichamen onderscheiden. Deze zijn afgebeeld in kaart 7 in paragraaf 4.5 en de actuele ecologische toestand (beoordeling) is hierna weergegeven in tabel 3. In het eerste SGBP van 2010-2015 en het Waterbeheerplan 2010-2015 is de eerdere toestand 2009 vastgelegd. Dit is als het ware de nul toestand voor de eerste KRW-planperiode 2010-2015. De gegevens over de nul toestand aangevuld met de maatregelen en motiveringen zijn per waterlichaam opgenomen in de zogenaamde factsheets KRW. In tabel 3 is voor ieder waterlichaam de actuele toestand 2015 opgenomen. Feitelijk heeft deze beoordeling betrekking op de jaren 2011-2013. Dit geldt als de uitgangssituatie voor het volgende SGBP 2016-2021, dat ingaat op 2016. Vandaar 2015. N.B. voor alle waterlichamen gelden verschillende doelen (normen) en wordt de toestand op verschillende manieren (met verschillende maatlatten) berekend. Ook ten behoeve van de volgende planperiode 2016-2021 worden nieuwe factsheets opgesteld waarin de toestand per waterlichaam (en per parameter) wordt vergeleken met de toestand in 2009 en waarin tevens een prognose wordt gegeven voor 2021. De vergelijkbaarheid van de toestand 2015 met die van 2009 wordt bemoeilijkt door het feit dat de maatlatten voor vis en voor waterplanten na 2009 zijn veranderd. Dit heeft vooral gevolgen gehad voor de beoordeling van de vis in de boezemmen en de beken. Het KRW-regime kent ten slotte nog een laatste planperiode 2022-2027. Dan moet in alle waterlichamen een 'goede toestand' zijn bereikt.



**Tabel 3. - De toestand van de 24 waterlichamen anno 2015.**

De resultaten zijn gebaseerd op de monitoring in de periode 2011-2013. Bij vis zijn de oordelen gebaseerd op de periode 2009-2012. Voor de codering van de waterlichamen wordt verwezen naar kaart 7 en voor de kleuren (EKR scores) naar de tabel 2.

Naam waterlichaam	Code	Watertype	Algen (EKR)	Waterplanten (EKR)	Macrofauna (EKR)	Vissen (EKR)	Fosfaat (mg/l)	Stikstof (mg/l)	Zuurstof (%)	Temperatuur (°C)	Doorzicht (m)	Chloride (mg/l)	Zuurgraad (pH)
Linde en Noordwoldervaart	NL02L1	R5	nvt	0,54	0,31	0,08	0,12	1	79	22	nvt	22	7,6
Tjonger bovenloop	NL02L2	R4	nvt	0,43	0,28	0,06	0,09	1,5	54	19	nvt	22	7,2
Tjonger middenloop	NL02L3	R5	nvt	0,53	0,33	0,09	0,10	1,5	71	21	nvt	27	7,4
Koningsdiep	NL02L4	R5	nvt	0,59	0,30	0,09	0,17	1,5	73	19	nvt	32	7,3
Lauwers	NL02L11	R6	nvt	0,44	0,38	0,02	0,12	2,2	82	22	nvt	104	7,7
Friese boezem- overige meren	NL02V1	M14	0,33	0,37	0,38	0,09	0,13	1,9	106	21	0,4	60	8,4
Sneekermeergebied e.o.	NL02V9	M14	0,39	0,17	0,38	0,06	0,06	1,8	99	20	0,7	98	8
Fluessen e.o.	NL02V10	M14	0,24	0,17	0,38	0,05	0,08	1,9	106	21	0,5	115	8,5
Alde Feanen	NL02V11	M14	0,35	0,29	0,38	0,16	0,09	2	100	22	0,5	84	7,9
Grote Wielen	NL02V12	M14	0,26	0,29	0,38	0,11	0,10	1,6	107	22	0,4	147	8,1
Friese boezem- grote ondiepe kanalen	NL02L9a	M6b	0,57	0,38	0,22	0,82	0,52	2,4	74	20	0,5	226	7,6
Friese boezem- grote diepe kanalen	NL02L9b	M7b	0,80	0,36	0,40	0,52	0,10	2,4	91	21	0,5	85	7,9
Friese boezem-regionale kanalen met scheepvaart	NL02L9c	M3	0,62	0,27	0,32	0,65	0,31	2	80	20	0,5	125	7,7
Friese boezem-regionale kanalen zonder scheepvaart	NL02L9d	M3	0,51	0,06	0,26	0,37	0,13	1,4	74	20	0,6	276	7,9
Laagveenplassen Friesland	NL02V4	M27	0,62	0,46	0,41	0,59	0,09	1,5	74	20	1,2	52	7,8
Nanneewijd	NL02V5a	M14	0,28	0,54	0,38	0,22	0,08	1,9	107	20	0,5	42	8,9
Kleine Wielen	NL02V5b	M14	0,33	0,17	0,38	0,18	0,09	1,5	104	22	0,5	94	8
Fries kleigebied- zoete polderkanalen	NL02L9	M3	0,54	0,39	0,46	0,52	0,48	2,1	69	19	0,7	251	7,7
Zuidoost Friesland- vaarten met recreatievaart	NL02L10a	M3	0,46	0,48	0,40	0,70	0,25	3	85	20	0,7	53	7,4
Zuidoost Friesland- vaarten zonder recreatievaart	NL02L10b	M3	0,57	0,69	0,46	0,94	0,12	2,2	59	20	0,7	34	7,4
Midden Friesland- polderveenvaarten	NL02L14	M10	0,55	0,51	0,48	0,69	0,06	2	80	23	1	70	7,6
Noordwestelijke Wouden- regionale zandkanalen	NL02L16	M3	0,52	0,27	0,28	0,61	0,14	1,5	56	21	0,5	25	7,3
Polder eilanden- zwak brakke sloten	NL02L12	M1b	nvt	0,54	0,30	0,53	0,84	2,8	nvt	19	nvt	124	8
Fries kleigebied- zwak brakke polderkanalen	NL02L13	M30	0,73	0,43	0,31	0,33	0,59	2	86	21	0,5	487	7,9

In het algemeen kan geconcludeerd worden dat de ecologie-ondersteunende factoren overwegend goed (groen) scoren. Bij de helft van de waterlichamen wordt voldaan aan de doelen voor N en P. Het doorzicht is in de boezem onvoldoende. Alleen bij het fytoplankton en waterplanten is er een aantal waterlichamen dat voldoet aan de doelen. Het merendeel van de waterlichamen scoort ontoereikend tot matig voor wat betreft fytoplankton, waterplanten en macrofauna. Bij vissen scoren de beken en de boezemmeren slecht vanwege respectievelijk het ontbreken van stromingminnende soorten en de dominantie van brasem.

#### Achterliggende processen: ecologische sleutelfactoren

De cruciale vraag binnen de KRW is of de gestelde doelen in 2027 behaald zullen worden. Ook in de factsheets moet een prognose worden ingevuld voor het jaar 2021. Het kunnen opstellen van een prognose vereist een analyse van het functioneren van de ecologie in de waterlichamen en van een kwantificering van de effecten van maatregelen. De STOWA heeft in 2013 het concept van de ecologische sleutelfactoren (ESF) geïntroduceerd. De verdienste van dit concept ligt in de systematiek, het stap voor stap bezien van de ESF van 1 tot en met 9. Iedere sleutelfactor -gesymboliseerd met een eigen icoon- zoomt in op een aspect van het aquatisch ecosysteem. Als alle waterlichamen geanalyseerd worden met dit concept (en ook alle waterschappen doen dat), zijn de analyses en oplossingen systematisch te vergelijken en zal dat leiden tot een beter begrip van het ecologisch functioneren van watersystemen.

ESF1: productiviteit water



- de afname van de N en P concentraties is overtuigend, maar sinds 2006 is er sprake van stagnatie en er is weinig perspectief op verdere verlaging;
- de vraag is nu of de concentraties voldoende laag zijn voor een omslag;
- de actuele belastingen van de boezemmeren zijn volgens het PCLake concept een factor 2-5 te hoog (Witteveen+Bos, 2013 en Arcadis, 2014);
- de hoeveelheid chlorofyl is afgenomen; de dominantie van blauwalgen is ook gereduceerd;
- met ingang van de KRW wordt vooral geïnvesteerd op inrichting;
- natuurvriendelijke oevers zullen vooreerst alleen in de randen scoren en weinig effect hebben op het open water.

ESF2: lichtklimaat



- het doorzicht is weliswaar afgenomen, maar nog onvoldoende om de groei van ondergedoken waterplanten mogelijk te maken;
- het doorzicht in de boezemmeren wordt meer bepaald door zwevende stof concentraties dan door chlorofyl (Bijkerk, 2013);
- het begrip van de omvang en dynamiek van de zwevende stof is nog onvoldoende.

ESF3: productiviteit bodem



- de nalevering van de waterbodem is in de boezemmeren van beperkte betekenis in vergelijking met de externe belasting (Baggernut, 2013).

ESF4: habitatgeschiktheid



Vissen

- de huidige milieumomstandigheden leiden tot de visgemeenschap zoals die nu aanwezig is (A&W en ATKB, 2009 en 2012);
- het is de vraag hoe de omstandigheden zodanig kunnen veranderen dat ook de visstand verbetert;
- nu vanwege KRW veel (boezem)meren op een gelijke wijze zijn onderzocht, is een onderlinge vergelijking van de visstand, de leeftijdsopbouw en de milieufactoren wellicht nuttig;
- daarbij kan de Habitat Geschiktheid Index van de OVB 1991 wellicht bruikbaar zijn;
- van belang is ook het inzicht in de ontwikkeling van de visstand in de natuurvriendelijke oevers.

Waterplanten

- in de boezemmeren is het doorzicht beperkend, maar overigens is de kennis van de ontwikkelingsmogelijkheden van waterplanten beperkt;
- het heeft zin te kijken naar de kansrijke locaties en de locaties waar nu al spaarzame vegetatie aanwezig is;
- verder is monitoring van belang op de locaties waar maatregelen genomen zijn en worden (ondiepe gedeelten en nvo's, immers het bestuur wil effecten zien van de investeringen).

ESF5: verspreiding



- verspreiding is feitelijk geen knelpunt in die zin dat de boezem een open systeem is;
- vraag is of een verbetering of een vermindering van de verspreiding kan leiden tot bijvoorbeeld een betere visstand in de boezem dan wel in de poldersystemen die door de boezem gevoed worden (A&W, 2012, 2013);
- in een open systeem kan een exoot, zoals de Quagga-mossel zich gemakkelijk verspreiden.

ESF6: verwijdering



Brasem

- wat betreft verwijdering is een pilot visstandbeheer (verwijderen brasem) opgenomen in het Waterbeheerplan;
- analyse van een groot aantal sleutelfactoren leidde tot de conclusie dat zo'n ingreep bij de actuele belasting te risicovol is (Witteveen+Bos, 2013).

Onderhoud en beheer

- het onderhoud en beheer in de boezemmeren beperkt zich tot de randen;
- baggeren wordt geïnitieerd vanwege de recreatie (Friese meren project);
- volgens de uitkomsten van Baggernut en de PCLake exercities is baggeren weinig van betekenis voor de waterkwaliteit (productiviteit) behalve in de Alde Feanen.

ESF7: organische belasting



- feitelijk wordt de organische belasting niet (meer) als een knelpunt beschouwd;
- er zijn geen zuurstofproblemen;
- het is niet uitgesloten dat de hoeveelheid zwevende stof wordt beïnvloed door een vorm van belasting door opwerveling onder invloed van b.v. scheepvaart.

ESF8: toxiciteit



- anno 2015 voldoen de boezemmeren (en alle waterlichamen) aan de normen voor de chemische kwaliteit en is dat dus geen belemmering meer voor het bereiken van een goede ecologische toestand (Ecofide, 2014);
- de ammoniak concentratie verdient nog aandacht: bij hoge temperaturen en een hoge pH (beïnvloed door algengroei) is er heel incidenteel een overschrijding;
- in het veld zijn de toxische effecten niet meetbaar;
- de overschrijdingen zijn alleen met zeer stringente emissiebeleid terug te dringen; een vermindering van de productiviteit met als gevolg een minder hoge pH is wellicht kansrijker.

ESF9: context



- naast de hydrologische en ecologische sleutelfactoren zijn er maatschappelijke omstandigheden die van invloed zijn op de ontwikkeling van de ecologie;
- de boezemmeren kennen een intensieve recreatievaart (gevolgen zijn opwerveling en lozingen);
- de sport- en beroepsvisserij zijn redelijk tevreden met de huidige visstand; er worden vraagtekens gezet bij forse ingrepen zoals visstandbeheer;
- bij de planning en uitvoering van maatregelen is er sprake van concurrentie tussen de KRW belangen en de belangen vanwege Natura 2000, vooral de terrestrische natuur;
- bovenstaande factoren maken het noodzakelijk het belang van een 'goede ecologische toestand' goed te onderbouwen en te verdedigen (ten opzichte van andere belangen).

## Doorkijk naar 2021 en 2027: waar staan we nu

Hier is het concept van de ecologische sleutelfactoren (STOWA, 2014) toegelicht en gehanteerd om te beschrijven waar we nu staan en wat de mogelijke ontwikkelingen zijn met betrekking tot de boezemmeren (KRW-type M14).

De forse vermindering van de N en P concentraties heeft nog niet tot een goede ecologische toestand geleid. Dit klopt met het principe dat wordt aangeduid met het 'hysterese-effect'. Om weer een stabiele, heldere situatie terug te krijgen moet de belasting fors gereduceerd zijn en door het nemen van inrichting- en beheermaatregelen kan deze omslag eerder bereikt worden. De meest gewenste ontwikkeling voor de toekomst is een langzame verbetering waarbij vooral de ontwikkeling van de waterplanten en de vermindering van de dominantie van de brasem tot stand gaat komen. Het is niet uitgesloten dat er een plotselinge omslag plaatsvindt: snel heel veel waterplanten van ongewenste soorten. Meestal is die toestand ook niet stabiel, moeilijk beheerbaar en geeft wellicht tijdelijk veel overlast. Tenslotte is ook niet uitgesloten dat een invasie van exoten zoals de Quagga-mossel en kreeften weliswaar leidt tot helder water, maar niet tot een gezonde en evenwichtige levensgemeenschap.

## Literatuur

- A&W ecologisch onderzoek en ATKB, 2013. Vistandopname Friese wateren 2012. A&W rapport 1886.
- Arcadis, 2011, Effecten van rwzi-effluenten op de waterkwaliteit: toepassing waterkwaliteitsmodel SOBEK Friese Boezem.
- Arcadis, 2014. Water- en stofbalansen Friese boezemmeren en PCLake.
- Deltares, 2013. Trends in stikstof- en fosforconcentraties in het beheergebied van Wetterskip Fryslân.
- Ecofide en A&W, 2014. De chemische toestand van de waterlichamen van Wetterskip Fryslân. Toetsing van de jaren 2011-2013.
- Pot, R. 2010: Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen. Onderzoeksrapport voor Rijkswaterstaat Waterdienst, Oosterhesselen
- STOWA, 2006. Handboek Nederlandse Ecologische Beoordelingsystemen (EBEO). Deel A: Filosofie en beschrijving van de 813 systemen. STOWA rapport 2006-04. 255pp. Auteurs: Franken, Peeters en Gardeniers.
- STOWA, 2012. Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten, overkoepelend rapport. STOWA rapport 2012-40 (incl. deelrapporten Slotmeer, Alde Feanen en de Leijen).
- STOWA, 2014. Ecologische sleutelfactoren. Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. STOWA rapport 2014-19.
- Wetterskip Fryslân, 2009. Basisdocument Kaderrichtlijn water (eindversie april 2009).
- Wetterskip Fryslân, 2009. Status, toestand, waterkwaliteitsdoelen en maatregelen KRW-waterlichamen ( de zogenaamde KRW Factsheets als bijlage bij het Waterhuishoudingsplan Provincie Fryslân en Waterbeheerplan van Wetterskip Fryslân).
- Wetterskip Fryslân, 2014. KRW factsheets opgemaakt in het waterkwaliteitsportaal, door het Algemeen Bestuur vastgesteld voor de inspraak in september 2014.
- Witteveen+Bos, 2006. Themaonderzoek eutrofiëring. Eindrapport. (trends over de periode 1984-2005).
- Witteveen+Bos, 2013. Beheervisserij Friese boezem: beoordeling potentiële locaties.



Uitlezen van datalogger van permanent opgestelde meetsonde, september 2004.



'Waterbodembemonstering' in De Deelen, mei 2009.



## 12.4 Vergunningverlening en handhaving: meer dan een papieren tijger

### Anton Pothaar en Bert van Kalsbeek

(Medewerkers cluster Vergunningverlening)

#### Wet verontreiniging oppervlaktewateren

Water heeft van nature een zelfreinigend en zelf herstellend vermogen om vervuiling en verontreiniging op kleine schaal op te heffen. In de loop van de geschiedenis kende Nederland een sterke toename van de bevolking en als gevolg van de ontwikkelingen tijdens de Industriële revolutie nam bovendien de industriële activiteit en de bedrijvigheid in Nederland sterk toe. Hiermee ging echter een toename van de verontreiniging van het oppervlaktewater gepaard, waarbij na verloop van tijd de grens voor het herstellend vermogen van het oppervlaktewater werd overschreden. Vooral na de Tweede Wereldoorlog, toen men vooral bezig was met de wederopbouw van het land en het economisch herstel en niet zo zeer met de milieukwaliteit, was de impact van verontreiniging op het oppervlaktewater zeer groot. Tussen 1960 en 1970 bereikte de waterkwaliteit in Nederland dan ook een dieptepunt. De vervuiling was in de jaren zestig van de vorige eeuw vaak zichtbaar in de vorm van schuimkragen, groene dikke drab of dode vissen. De Rijn stond toen ook wel bekend als 'het open riool van Europa'. Als gevolg hiervan werd uiteindelijk in 1970 de landelijke Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren van kracht met als doel een einde te maken aan de grootschalige vervuiling en verontreiniging van het Nederlandse oppervlaktewater.

Vanaf dat moment gold een relatief lozingsverbod, hetgeen betekent dat er sprake is van een verbod voor het lozen van afvalwater, tenzij men in het bezit is van een vergunning. Anderzijds werd het lozen van vuilwater belast onder het motto 'de vervuiler betaalt'.

In de jaren '70 werden in eerste instantie de rechtstreekse lozingen van zuurstofbindende stoffen vanuit gemeentelijke riolen en bedrijven op oppervlaktewater gesaneerd door het bouwen van rioolwaterzuiveringsinstallaties en het daarop aansluiten van afvalwaterlozingen. In de jaren '80 werden de lozingen van organische en anorganische microverontreinigingen aangepakt, die in Friesland veelal via gemeentelijke rioolstelsels werden geloosd. In de jaren '90 werd de werking van de rioolwaterzuiveringsinstallaties veilig gesteld door het stellen van voorwaarden in de lozingsvergunningen, zodat het functioneren van het zuiveringsproces in de rwzi's niet meer kon worden verstoord door extreme lozingen vanuit grote levensmiddelenbedrijven.

Doordat de puntlozingen in de loop der tijd middels het vergunningeninstrument werden gesaneerd, nam de negatieve invloed daarvan op de waterkwaliteit sterk af. De waterkwaliteit werd vanaf dat moment voornamelijk nog beïnvloed door zgn. diffuse lozingen.

In Friesland is in de negentiger jaren succesvol een einde gemaakt aan de diffuse emissie van koper, chroom, arseen en creosoot-olie (PAK's), die vanuit geïmpregneerd hout (gebruikt voor walbeschoeiingen) in het oppervlaktewater terecht kwamen. Dit gebeurde door te stellen dat het plaatsen van het hout vergunningplichtig is en tegelijk aan te geven dat er geen vergunningen voor aldus geïmpregneerd hout worden verleend.

De belangrijkste diffuse lozingen zijn nu nog:

- uit- en afspoeling vanuit de landbouwgronden van fosfaat, stikstof, metalen en gewasbeschermingsmiddelen;
- verontreinigingen uit industriële grondstoffen en producten die vanuit huishoudens via waterzuiveringsinstallaties in het oppervlaktewater terecht komen. Het gaat onder andere om weekmakers uit plastic, medicijnresten en koper uit drinkwaterleidingen.

De slechte beheersbaarheid van diffuse bronnen is er mede de oorzaak van dat in de loop der tijd de relatieve betekenis ervan is toegenomen en nog steeds een punt van zorg is.

Door de jaren heen heeft de Wet verontreiniging oppervlaktewateren ingrijpende veranderingen ondergaan. Dit gebeurde meestal doordat de wet aan andere richtlijnen of wetten aangepast diende te worden. Op 22 december 2009 is de WVO vervangen door de Waterwet, de strekking ten aanzien van afvalwaterlozingen is echter dezelfde gebleven. Wel is er in het kader van deregulering een duidelijke tendens om lozingen niet meer met vergunningen, maar met algemene regels te reguleren.

#### Reviza-project: Minder lozen, meer doen

In oktober 1995 is Waterschap Friesland gestart met het project Reviza. Reviza staat voor Reductie van Emissies via Inzameling en zuivering van Afvalwater. In het Reviza-project is beleid uitgewerkt voor vijf deelgebieden:

- het aansluiten van kleine woonkernen op rioolwaterzuiveringsinstallaties;
- aanpak van verspreide huishoudelijke lozingen in het buitengebied;
- sanering van niet op de riolering aangesloten percelen en woonboten binnen de bebouwde kom;
- riooloverstorten: betrokkenheid bij realisering emissiereductie uit gemeentelijke rioolstelsels, bijvoorbeeld door aanpassing van het stelsel, afkoppelen van hemelwater en de aanleg van bergbezinkbassins;
- verminderen van verdunningsproblematiek op de rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Het Reviza-project is in maart 1997 afgerond met de rapportage "Minder lozen, meer doen". Reviza heeft onder andere uitgangspunten opgeleverd voor de samenwerking met andere partijen in het Bestuurlijk Overleg Rioleringen (BOR-F).

### Aanpak Rioleringsproblematiek in Fryslân

In dat zelfde jaar 1995 is door de Vereniging Friese Gemeenten een bestuurlijk overleg over de rioleringsproblematiek op gang gebracht tussen de VFG, de provincie Fryslân en Waterschap Friesland, de Friese kwantiteitswaterschappen en de NV Waterleiding Friesland. Dit overleg kreeg de naam Bestuurlijk Overleg Rioleringen-Friesland (BOR-F). Het BOR-F heeft in september 1997 geresulteerd in een rapport met aanbevelingen: 'Aanpak rioleringsproblematiek in Fryslân' en een bestuursovereenkomst die in 1998 is ondertekend. De werkingsduur van de bestuursovereenkomst werd in 2004 verlengd tot in 2005.

In het eerdere Evaluatierapport BOR-F 2004 (mei 2005) werd bij afloop van de bestuursovereenkomst geconstateerd dat:

- vrijwel alle gemeenten over een actueel of geactualiseerd Gemeentelijk Rioleringsplan beschikken en dat alle gemeenten een plan van aanpak hebben opgesteld voor de aanpak van de ongezuiverde lozingen in het buitengebied. En 27 gemeenten hebben bij de provincie een aanvraag ingediend voor (gedeeltelijke) ontheffing van de zorgplicht. Deze zorgplicht houdt in dat de gemeenten, waar dat doelmatig is, riolering aanleggen. In het BOR-F zijn daarvoor de criteria overeengekomen. In niet kwetsbaar gebied gold een normbedrag per rioolaansluiting van f 14.000,-, voor kwetsbaar gebied f 25.000,- en voor zeer kwetsbaar gebied f 35.000,-. Een kaart met de niet kwetsbare en kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden is door GS van Fryslân vastgesteld. De vier Waddengemeenten hebben geen ontheffing aangevraagd;
- op grond van het ontheffingenbeleid 3500 percelen worden aangesloten op de riolering en 350 percelen in (zeer) kwetsbaar gebied worden aangesloten op een mini-zuivering (IBA);
- vrijwel alle percelen in de bebouwde kom voor 2006 worden aangesloten op de riolering;
- 50 % van de gemeenten vóór 1-1-2005 de basisinspanning voor rioolstelsels heeft gerealiseerd en dat 95 % van de gemeenten dit heeft gerealiseerd in 2008;
- Wetterskip Fryslân, in samenwerking met de gemeenten en NLTO, in 2001 alle ernstig risicovolle overstorten voor volks- en diergezondheid in kaart heeft gebracht (72 stuks) en dat door de gemeenten per 1-3-2005 bij al deze overstorten maatregelen zijn getroffen;
- Wetterskip Fryslân 45 kleine woonkernen met een vervuilingswaarde groter dan 50 vervuilingseenheden, en als er al een rioolstelsel aanwezig was zelfs met een nog kleinere vervuilingswaarde, heeft aangesloten op rioolwaterzuiveringsinstallaties.



Plaatsing regenwaterbenuttingstank bij school De Tike, oktober 2006  
(foto gemeente Smallingerland).



Afkoppelproject Nije Buorren Rottevalle, mei 2006  
(foto gemeente Smallingerland).

Nu, bijna 10 jaar later, is de aanpak van overstorten, het van de riolering afkoppelen van hemelwater en de afstemming van riool- en waterzuivering, onderdeel van het Nationaal Akkoord Waterketen én van het Fries Bestuursakkoord Waterketen. Daarbij ligt het accent op partnership, samenwerking en afstemming binnen de waterketen.

### **Gebiedsgericht beleid voor de sanering van huishoudelijke lozingen**

In 2005 heeft Wetterskip Fryslân invulling gegeven aan een aanvullende sanering van huishoudelijke lozingen in het buitengebied door een gebiedsgericht beleid voor te stellen. Kort gezegd hield dit in dat huishoudelijke lozingen met aansluiting op hoogwaardige voorzieningen, zoals riolering of een mini-zuivering, zouden worden gesaneerd in die gebieden waar dat het meest nodig was, namelijk de vrij afstromende gebieden. In de waterrijke niet vrij afstromende gebieden kon daardoor met minder vergaande voorzieningen worden geloozd, namelijk een voldoende gedimensioneerde septic-tank beerput voor het toiletwater en een bezinkput voor het overige huishoudelijk afvalwater.

Voor deze gebiedsgerichte sanering heeft Wetterskip Fryslân op 14 februari 2006 een bijdrageregeling in het leven geroepen: de *Verordening sanering huishoudelijke lozingen buitengebied Wetterskip Fryslân*. In het kader van het gebiedsgerichte beleid zijn door de gemeenten in het beheergebied 3120 percelen op de riolering of een mini-zuivering aangesloten. Door een extra inspanning van de gemeenten zijn daar boven nog eens 470 percelen geheel of zeer vergaand gesaneerd door de aanleg van riolering of mini-zuiveringen. Op dit moment komen er dan ook geen onbehandelde lozingen op het oppervlaktewater meer voor.

### **Ontwikkelingen**

Gesteld kan worden dat in een periode van 40 jaar (1970-2010) er een stap is gezet van de vloer naar de zolder; van vrijwel alleen ongezuiverde lozingen naar het oppervlaktewater naar geen enkele onbehandelde lozing naar het oppervlaktewater. Wel is de regelgeving inmiddels ingrijpend veranderd met de komst van het Activiteitenbesluit (2007), de Waterwet (2009) en het Besluit lozen buiten inrichtingen (2011). Daardoor hoeven voor nieuwe lozingen meestal geen vergunningen meer te worden verleend, maar moeten door het waterschap meldingen worden beoordeeld die zo nodig van maatwerkvoorschriften worden voorzien. Daarnaast is met de komst van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (2010) de vergunningverleningsbevoegdheid voor belangrijke lozingen via de gemeentelijke riolering op een rioolwaterzuiveringsinstallatie overgegaan van het waterschap naar de gemeenten. Dit betreft dus lozingen met impact op de rioolwaterzuiveringsinstallatie en het oppervlaktewater. Het waterschap heeft overigens een (bindend) adviesrecht ten aanzien van deze lozingen voor zowel het aspect vergunningverlening als handhaving. Deze adviestaak is door het bestuur van het waterschap ondergebracht in de Friese Uitvoeringsdienst Milieu en Omgeving (FUMO). De FUMO is een uitvoeringsdienst voor de vergunningverlening en handhaving van het omgevingsrecht, waarvoor provincie en gemeenten het bevoegd gezag zijn. Voor 2018 is de komst van de Omgevingswet voorzien. Daarmee wordt regelgeving op het gebied van het omgevingsrecht én het waterrecht nog verder geïntegreerd.

*IBA 'de Bever' op het  
Kameleon-eiland in de  
Terkaplesterpoelen,  
oktober 2010.*







## 12.5 Vijf interviews

In het hier voorafgaande gedeelte zijn vier taakvelden van Wetterskip Fryslân apart voor het voetlicht gebracht, te weten het laboratoriumonderzoek, zuiveringsbeheer, waterkwaliteitsbeoordeling en vergunningverlening. In 'Wetterblêd', het personeelsblad van Wetterskip Fryslân, is eerder een vijftal verslagen van interviews van de auteur dezes met een dijkbeheerder, rayonbeheerder, muskusrattenvanger, klaarmeester en handhaver opgenomen. Die verslagen uit 2008 en begin 2009 zijn hier samengevoegd en geven daarmee een op het hieraan voorafgaande in dit hoofdstuk een aanvullend (zei het iets gedateerd) beeld van deze meer of minder met het waterkwaliteitsbeheer samenhangende taakvelden van het waterschap. Zo is bijvoorbeeld het aantal gevangen muskusratten sindsdien verder afgenomen, als teken van een effectieve bestrijding.



# Tjitte Verbeek, seedyksman in hart en nieren

Wetterblêd 5 (4): 10-11; december 2008.

De afspraak van vanochtend vindt plaats bij de loods van het steunpunt Ferwert van het rayon met gelijke naam; adres: Zeedijk 13 te Ferwert. Vanaf de Ljouwerterdyk zijn er vele wegen naar de Zeedijk. Ik kies de Reinderslaan en rijd recht op de dijk af. 'Stiltegebied' geeft een bord aan de voet van de dijk aan. Stil is anders, althans vandaag. Grote bulkauto's van de firma Goorhuis van elders uit het land rijden af en aan met drijfmest die over de kale akkers wordt uitgereden. Iets verderop worden met groot materiaal de laatste bieten geroid. De waarschuwingsbordjes 'Modder' staan er niet voor niets. Buitendijks zijn verschillende boeren bezig vee bijeen te drijven om naar binnendijks verplaatst te worden. Het 'paardendrama' van twee jaar terug zit velen nog vers in het geheugen. In de SeedyksterToer is er een expositie aan gewijd. De media hebben het er nu ook weer over. Het ingeschaard vee in het terrein van It Fryske Gea moest voor 15 oktober uit Noord-Friesland Buitendijks weg zijn. Maar geldt die regel ook voor particuliere gronden? Moderne windturbines binnendijks produceren de nodige groene stroom. Ten slotte wordt de stilte doorbroken door grote zwermen vogels; ze maken zich of op voor de aftocht naar het zuiden of ze zijn zojuist gearriveerd uit het hoge noorden. Dat alles onder spectaculaire luchten met donkere wolken, waar zo af en toe de zon doorheen breekt.

Het gebied en uitzicht waar Tjitte Verbeek, voorman dijkwerker, dagelijks aan het werk is, kan beroerder. Menig kantoorpersoneel zou wel willen ruilen, zeker voor een tijdje. Ik wacht bij de loods aan de Zeedijk 13, maar geen man te bekennen. Hij moet dit adres toch kennen, heeft 22 jaar op nr. 13a gewoond, pal naast de loods. Dat huis is nu kantoor van Rijkswaterstaat; de huidige bezetting is minimaal: de landaanwinningswerken zijn gestopt, er wordt nog slechts wat onderhoud gedaan aan de rijshouten dammen. Het bord aan de muur op nr. 13 vermeldt:

*Wetterskip Fryslân, Sector Zeedefensie, District Waddenzee-kering*, toch de goede plek, dacht ik. Tegen de tijd dat we afgesproken hadden, bel ik hem maar op. "Oh ja, we hadden een afspraak. Vergeten. Ik kom eraan". Hij was dichtbij aan het maaien en had er al een klein uur opzitten. Tjitte is gewend om vroeg te beginnen. Binnen vijf minuten komt hij met zijn tractor aanrijden.

## Boerenzoon

Binnen wordt het werk van een dijkwerker toegelicht. Het werkgebied langs de waddenzeedijk is ingedeeld in vier rayons: Roptazijl, Sint Jacobiparochie, Ferwert en Ternaard. De IJsselmeerdijk kent twee rayons: Piaam en Lemmer. Jan Wolters stuurt, als teamcoördinator binnen de afdeling Beheer *Primaire Waterkeringen en Mura*, deze rayons aan. Per rayon moeten ze het werk met z'n tweeën klaren; alleen Ropta draait op één persoon. Tjitte werkt samen met onderhoudsmedewerker Jan Drost. Die voert op dit moment hekkelspecie af naar de stortplaats. Tjitte kent zijn gebied, gelegen tussen de pier van Holwerd en de Biltpollen, als geen ander. Dit stuk dijk kwam in 1991 op Deltahoogte; in 1993 werden de Friese deltawerken voltooid. Hier opgegroeid als boerenzoon werkt hij intussen al 31 jaar bij 'het waterschap'. In 1977 begon hij bij De Zeedijken van Ferwerderadeel. Daarna volgden na fusies in 1980 het zeewerend Waterschap Fryslân en per 1993 Wetterskip Fryslân.

De zeedijk is zijn werkterrein, waar hij mee om gaat als is het zijn eigen tuin. Die moet er prima en netjes bij liggen. Als groene dijk moet de grasmat kort en dicht zijn. Alleen bij Holwerd is de dijk deels bekleed met asfalt, maar verder is hier alles zo groen als gras. De dijk wordt 2 à 3 keer per jaar gebloot, de schapen doen de rest. Omdat dat bloten nogal precies komt, doen Tjitte en Jan dat altijd zelf. Tjitte kent alle boeren die dijksgrond pachten voor hun schapen bij naam.



Tegenwoordig zijn dat allemaal eenjarige pachtcontracten, zo hebben we als waterschap beter grip op deze zaak. Het beheer van de slaperdijken wordt nog wel uitbesteed, maar dat is toch niet meer dan zo'n 10 tot 20% van het werk.

Kort gras, stevige dichte zoden, *gjin stikels* en alles goed onderhouden, daar houdt Tjitte van. Zo is hij opgegroeid. "Niet te veel poespas met de Gedragscode van de Flora- en faunawet en met beschermde plantjes en beestjes". Nu komen die ook weinig tot niet voor op de zeedijk en *Zeedefensie* was een van de eerste afdelingen die rekening hield met kwetsbare flora en fauna.

#### **Vloedmerk**

Ander werk, dat bij tijd en wijlen grote drukte veroorzaakt, is het opruimen van het vloedmerk (feek). Dat spul, soms vele vrachtwagens vol, moet altijd snel verwijderd worden, anders gaat die troep rotten en het gras eronder dood. Vooral onder natte omstandigheden is dat lastig werk, omdat een gewone tractor al snel vastloopt in de vette kleigrond. Een paard biedt dan soms uitkomst. Verder moeten de afrasteringen goed onderhouden worden. Vooral door hoog water en bij vorst hebben die nogal te lijden. En langs de Zeedijk rijdt er zo nu en dan een auto of tractor een flinke deuk in. Ook de betonnen drinkbakken voor het vee vergen de nodige aandacht. De buitendijkse drinkdobben hebben wat dat betreft hun functie als veedrenkwater verloren. Ze worden door het vee nog wel gebruikt als hoogwatervluchtplaats.

Bij het hoog water van twee jaar terug bleek dat voor menig paard onvoldoende. Tjitte heeft toen, samen met Jan Drost, heel wat dode paarden uit het buitendijkse gebied mee moeten afvoeren. En naast de primaire waterkering zijn er nog enkele secundaire waterkeringen (slaperdijken) zoals de Koedijk, de Vijfhuisterdijk en de dijk van Dijkslotte naar Ternaard, die door het duo Tjitte Verbeek en Jan Drost onderhouden worden.

Spannende momenten breken aan bij hoogwater en dijkbewaking. Tjitte treedt dan op als hoofd dijkspost Ferwert, een van de vijf dijkposten. Een groepje dijkwachten staan hem daarbij bij en Tjitte heeft op zijn beurt weer contact met 'Leeuwarden'. Dijkbewaking slaat soms een winter over, maar het kan ook wel 2 à 3 keer per jaar zijn.

Het wordt tijd dat Tjitte weer op de tractor stapt. Ik mag een stukje meerijden. Als het binnentalud van de dijk gemaaid wordt, zit ik met dichtgeknepen billen naast Tjitte. Maar hij verzekert mij dat we heus niet omrollen. Vele jaren ervaring leert wat wel en wat niet kan. Het gras is nu nog redelijk droog, wat voldoende grip voor de banden geeft. Na een paar stroken heen en weer gemaaid te hebben zeggen we elkaar gedag. Ik ben gerustgesteld; de dijk is hoog en stevig genoeg, het beheer en onderhoud is in goede handen en al die verhalen over zeespiegelstijging en klimaatverandering is vooral bangmakerij, zo vindt Tjitte. Friesland kan vooralsnog rekenen op *feiligens* en *droege fuotten*.







# Rayonbeheerder Pier van der Molen, ambassadeur van WF

*Wetterbléd 5 (3): 8-9; oktober 2008.*

We staan aan de Gauwstersyl voor het J.S. Gerbrandy-gemaal en kijken naar een gat in de grond en modderspoor over de weg. Hier stond een paar dagen terug nog een bord met informatie over het waterschap en het gemaal (vernoemd naar de voorzitter destijds van het waterschap “De Sneeker Oudvaart”; een plaquette in het gebouw herinnert nog aan die vervlogen tijd). De prijs van staal is blijkbaar zo hoog, dat weinig meer veilig is. Overigens is dit een plekje, waar zelfs het museum Belvédère te Heerenveen niet aan kan tippen: uitzicht over het water naar drie kanten. Pier van der Molen heeft er zijn piepklein kantoortje. Dat neemt hij op de koop toe; zijn werkterrein ligt buiten. Trouwens: dat informatiebord komt er weer, zij het eerst provisorisch. Belangrijk in dit jaar van de waterschapsverkiezingen.

## Tijden veranderen

Pier begon 25 jaar terug met dit werk, eerst als opzichter, toen als peilbeheerder en nu als rayonbeheerder. Eerst bij waterschap Middelsékrite, toen bij Wetterskip Marne-Middelsee en nu bij Wetterskip Fryslân. Instituties lijken vergankelijker dan mensen. Bij de laatste reorganisatie kwam hij in dit rayon rondom de Sneeker Oudvaart te werken. Een prachtig gebied en een mooi beroep. “Een groot nadeel van dit vak is dat je nooit meer wat anders zoekt”, aldus Pier van der Molen. Hiervoor lag zijn gebied iets naar het oosten, globaal tussen Akkrum en Leeuwarden. Daar maakte hij de ruilverkaveling De Oude Jokse van begin tot einde mee.

De laatste 25 jaar is er veel veranderd in waterschapsland. Vroeger waren er geen peilbesluiten. Er werd ‘op gevoel’ gehandeld. Organisaties veranderden, mensen kregen andere wensen en mobiele telefoon en computer deden hun intrede. 's Ochtends gaat dan ook eerst de laptop aan,

draadloos verbonden met het Net. Het TMX-programma laat de werking van en peilen bij de grotere gemalen zien. Werkt alles nog? Ook de 10-daagse weersverwachting wordt even te voorschijn gehaald. Moet er ingelaten worden? Dit laatste is nog handwerk, of beter gezegd - na een blik in de lucht - mensenwerk. Het is tegenwoordig wel zaak ervoor te zorgen dat de peilen overeenkomstig zijn met de peilbesluiten. Bij klachten of schade zoekt men immers gauw naar zondebokken.

## Manusje-van-alles

Het werk van de rayonbeheerder is met de tijd veel diverser geworden. Pier somt enkele zaken op waarmee hij meer of minder regelmatig te maken heeft.

- Het nieuwe schouwbeleid heeft nogal wat voeten in aarde. Iedere rayonbeheerder moest eerst zelf de gewenste schouwsloten aangeven: hoogwatercircuits en sloten die belangrijk zijn voor water aan- en afvoer. Na definitieve vaststelling vallen tal van kleinere sloten niet meer onder de schouw.
- Kadeschouw in het vroege voorjaar is een jaarlijks terugkerende activiteit. Belangrijkste doel is te zien hoe de kade onderhouden wordt door de gebruiker.
- De peilenkaarten dienen zo actueel en accuraat mogelijk te zijn. Is de situatie in het veld in overeenstemming met wat op papier is vastgelegd? Inmeetfouten dienen gecorrigeerd te worden en wijzigingen te worden vastgelegd.
- Er komen nieuwe regels voor onderhoud van waterlopen en kunstwerken. Zo komen bijvoorbeeld onderhoudsdammen, die liggen op de scheiding van eigendommen bij het waterschap in onderhoud. Bij dammen in hoofdwatergangen komt het volledige onderhoud bij degene,

die deze dam het meeste gebruikt. Het schoon houden van de duiker blijft een taak van het waterschap. Deze nieuwe regels vereisen nog wel een goede uitleg naar de ingelanden; recent gehouden inspraakbijeenkomsten waren slecht bezocht.

- Sommige agrariërs willen tijdens droge zomers een net iets hoger peil dan het peilbesluit aangeeft. Dat kan alleen en in beperkte mate gehonoreerd worden als anderen er geen hinder van hebben. Dit punt leidt meteen tot discussie over het gewenste peilbeleid in het veenweidegebied. De grote drooglegging leidt tot een versnelde bodemdaling en daarmee tot een steeds complexer en duurder waterbeheer.
- Het zomerhekkelen is nu net achter de rug. De aannemers moesten gewezen worden op de werkwijze volgens de Gedragscode van de Flora- en faunawet en de man op de tractor heeft een geplastificeerde kaart met nadere instructies. Controle van de hekkelspecie leverde zo hier en daar modderkruipers op de kant, die eigenlijk teruggezet moeten worden.
- Overleg met It Fryske Gea en Staatsbosbeheer over het beheer van hun terreinen. Rondom Scharnegoutum heeft Staatsbosbeheer op twee locaties grond toegewezen gekregen bij de ruilverkaveling Wymbritseradeel. Daar is een flinke hoeveelheid grond vrijgekomen, die door ons prima gebruikt kan worden voor kadverbetering langs de Zwette. En er zijn twee mooie natuurgebiedjes bijgekomen, een in combinatie met een nieuwe ijsbaan. Zo hier en daar heeft de gemeente wel overdreven grote, hardhouten beschoeiingen aangebracht, dat had volgens Pier wel wat bescheidener, milieuvriendelijker gekund.
- En dan de dagelijkse zaken, zoals toezicht op de Keur en het wakend oor en oog in het veld. Hij houdt nauwkeurig een lijstje bij met zaken die nog afgehandeld moeten worden: telefoontjes, tekenwerk, aanpassingen bij werk in uitvoering (is die nieuwe stuw wel ARBO-proef?), etc. Al met al zaken, die het ambassadeurschap meer dan rechtvaardigen. Pier hanteert daarbij wel enkele wijze principes, zoals 'lytse saken lyts halden'.

### Het Pottengebied

Stedelijk waterbeheer en overleg met de gemeenten spelen steeds vaker. Momenteel is een groot project van de gemeente Sneek in de afrondende fase: Vaaras Sneek en Zicht op de Meer. Er is een nieuwe kanoroute aangelegd en de natuurgebieden Galgen lân, Potschar-Sûd en Pottenpolder krijgen een ander peilregime, waarbij het kadewerk nogal wat aanpassingen van de waterhuishouding vereiste.

“Wetterskip Fryslân moet breed denken, maar wel opkomen voor haar eigen belangen”, is de insteek van Pier. Voor ons waterschap levert het mogelijk een noodbergingsgebied op. Een ritje over de Griene Dyk naar Sneek laat de omvang van dit werk zien: grote boezemkaden (Pier gebruikt ‘polderdyk’, eigenlijk veel mooier), grote kanoduikers, enkele huizen als apartje poldertjes omsloten door de boezem en de nodige kunstwerken. Hij gaat langs in de keet van de gemeente en aannemers op De Potten om met de projectleider nog wat zaken te bespreken, zoals kosten voor extra werk, afwerking van duikers en nog ontbrekende peilschalen bij nieuwe duikers. In de nabije toekomst heeft Sneek nog grote uitbreidingsplannen aan de oostkant van de rondweg; in dat plan Harinxmastate zal de hele waterhuishouding aangepast moeten worden. Opnieuw werk aan de winkel.

### Een serieus spel

Het rayon van Pier is ingedeeld in de regio zuidwest, samen zes rayons, met Joure als basis. Deze week heeft hij wachtdienst en kan dus bij weer en ontij opgeroepen worden. “Juist als het erop aan komt, moeten we ons bewijzen”, aldus Pier. Vele mensen hebben nog een vertekend beeld van het werk van een rayonbeheerder. Bij mooi weer denken ze al snel dat je niets te doen hebt, bij nat weer zul je het wel druk hebben. Op feestjes en verjaardagen wordt wel eens gevraagd: Wat doe je nu eigenlijk? In plaats van dit hele verhaal uit te leggen komt het, aldus Pier, kortweg gezegd neer op: “Wy boartsje mei wetter”.





# De muskusrattenvanger: mooi, maar zwaar beroep

*Wetterbléd 5 (1): 8-10; april 2008.*

*Tevens opgenomen in 'Wetterskip' 4 (1): 14-15, juni 2008.*

Het is meteen raak; in de eerste de beste fuik die gelicht wordt zit een dode muskusrat. Deze fuik van grof gaas past precies in een in de oever ingegraven PVC buis, een zogenaamde schijnduiker. Het is begin februari, rustig weer, ideaal om de talrijke schijnduikers rond de Leijen, Bergumermeer en Lits te controleren. Voor Johan Zeinstra en Oeds Veenstra is dit hier de eerste ronde met de boot dit jaar. Nadat de hele oever met zo'n kleine 60 'PVC's' is gecontroleerd, is de oogst acht dode ratten, merendeels vers, een enkele stinkt al behoorlijk. Johan kent zijn vanggebied als geen ander. In een van zijn 'toppertjes' zitten twee ratten. Aan de ingang van de Leijen ligt een oude bouw, de oever is behoorlijk aangegetast en vers plantenmateriaal verradert de aanwezigheid van ratten. Hier zal hij binnenkort klemmen zetten voor een gerichte jacht. Verderop wees een stempelplek met verse keutels op de aanwezigheid van ratten.

Afgelopen periode zijn ze vooral in en om het Lauwersmeer aan het werk geweest, nog steeds een hotspot van muskusratten. De afgelopen paar jaar zijn daar tussen 0,50 en 0,75 ratten per uur speurwerk gevangen. Te veel om van een gecontroleerde populatie te kunnen spreken. Dat is pas het geval als er minder dan 0,25 ratten per uur worden buit gemaakt. Ook met de oogst van vandaag zal Niek Bosma, hoofd rattenbestrijding, niet blij zijn. Het lukt de 52 muskusrattenvangers maar niet om de Friese populatie de kop voldoende in te drukken.

## Hoe is het zo(ve) gekomen

In 1974 arriveerde de muskusrat in Friesland, een waar paradijs voor dit watergebonden beestje. Ze fokken als konijnen. Een koppel kan wel drie keer per jaar jongen werpen. Met 5 à 6 jongen per nest gaat het dan hard. Gerelateerd aan de theorie van 'een populatie onder controle bij minder dan 0,25 gevangen beesten per uur' was de inzet van vangers

tot 2000 ver beneden de maat. Zelfs nu ligt dat getal nog boven 0,40. Ofwel de ratten lachen nog steeds in hun vuistjes, zij het minder hard dat 15 jaar geleden. Van 1992 tot 1996 lag het aantal gevangen beesten rond de 100.000 per jaar, de laatste paar jaar beneden de 30.000. Johan Zeinstra: "Heb geen illusie dat je de laatste ratten zult vangen". Al zijn ze van de menukaart verdwenen, ze blijven goed voor de werkgelegenheid.

## Romantisch

Het aantrekkelijke van het beroep van vanger is het buitenleven; dat geldt ook voor Johan. Hij werd in 1992 vanger. De tijd van de premievangers was ten einde; het aantal beroepsvangers werd toen uitgebreid van 30 naar 40. Hij was, als natuurman met een jachtvergunning, een van weinige uitverkorenen uit de honderden sollicitanten.

Nu de voorjaars trek aanstaande is, is het tijd om zo veel mogelijk beesten met de kooien te vangen. Later in het jaar is het extra lastig en tijdrovend om die beesten en hun kroost met klemmen te pakken zien te krijgen, aldus Johan Zeinstra. In de herfst is er dan weer een trekperiode, opnieuw de tijd om volop met kooien in de weer te zijn. Mocht het 's winters al wat rustiger zijn, dan is het zaak een nieuwe voorraad vangkooien te maken.

Door de steeds meer aangepaste vangapparatuur zijn bijvangsten minimaal. De overige score van vandaag was - naast de acht dode ratten - een leuke voetbal, een blankvoorn en een zeelt. Verder nog gespot een zilverreiger, roerdomp, visarend, vos en vier reeën. Deze laatste liepen in het Zwartveen ten zuiden van de Leijen. Bovendien was het mooi weer, zonnetje erbij, maar desondanks behoorlijk koud in de open ijzeren boot. De medaille heeft ook een keerzijde. Diverse fuiken zaten vol slib en plantenresten. Dat was



regelmatig met z'n tweeën sjourren om de kooi uit de schijn-duiker te krijgen. En dan leeg schudden, nauwelijks ARBO-proof werk. Een PVC-buis was door de storm weggeslagen, die moet weer opnieuw ingegraven worden. En het is niet altijd mooi weer. Ook bij storm en tegenwind moeten ze erop uit, soms wel 20 kilometer op een dag door de polder sjouwen. In drassig land geen pretje. Sloot in, sloot uit. En een aantrekkelijk seniorenbeleid van de rattenvangers is er (nog) niet. Intussen is de relatief jonge ploeg van destijds aan het vergrijzen. De helft van de vangers is reeds 50+, over een aantal jaren is dat 60 %. Logischerwijs gaat dat ten koste van het werk. Een lastig dilemma. De boodschap van Johan, ook niet meer een van de jongste, was dan ook: maak het stukje niet te romantisch.

#### Is er een alternatief

Bestrijding vindt plaats vanwege de schade die de ratten aanrichten. Als fanatieke gravers ondermijnen ze de boezemkaden. In de loop der jaren wordt een bouw in de kade steeds groter en wordt die ondermijnd. Het risico van verzakking, doorgraving en overstroming is dan reëel. Vee kan zijn poten breken in de onzichtbare kuilen, tractoren kunnen wegzakken of zelfs kantelen. Uitgaande van de theorie dat er minder dan 0,25 ratten per uur werk gevangen mogen worden, wil sprake zijn van een populatie onder controle, dan moeten er eigenlijk nog meer vangers bij. Friesland kent namelijk een groot gebied, ongeveer de helft van de provincie, waar het aantal tussen 0,25 en 0,50 vangsten per uur blijft steken. In een kwart van het gebied worden zelfs meer ratten gevangen. De tendens is de goede kant op, echter de genadeklap nog niet gegeven.

Kritische vragen over de bestrijding zijn gemakkelijk te stellen. Hoe groot is de rattenpopulatie (de vangsten zijn slechts een indirecte maat daarvoor)? Is het dweilen met de kraan open? Hoe zielig is de verdrinkingsdood? Hierover vergaderde het Europese Parlement in juni 2005. Wetterskip Fryslân was blij met het Europese besluit dat een voorstel om de verdrinkingsfuiken te verbieden werd verworpen. Immers ruim tweederde van de ratten wordt in fuiken gevangen, en alleen toegewezen te zijn op klemmen zou het dubbele aantal vangers vereisen. Nog rigouzeuzer zijn voorstellen van de provincie Groningen om in een groot gebied van het Westerkwartier een proef te doen met het staken van de bestrijding. Niet alleen lijkt het gebied ongelukkig gekozen, de uitkomsten lijken volgens Johan voor de hand te liggen. In een aantal jaren zal de populatie zo gegroeid zijn dat uitzwermen onvermijdelijk is. En ook hier geldt dan dat de weg terug (alsnog bestrijden)

lastiger is als de weg heen (nu maar even niet vangen). “Wij moeten dat nieuwerwets gedoe niet aanhangen”, aldus dijkgraaf P. van Erkelens. Verantwoordelijk DB-lid H. Kingma is nog stelliger in zijn reactie op de Groninger plannen: “Het is een onverantwoord risico. Stel je voor dat door toedoen van de muskusratten een dijk doorbreekt. Daar moet je met het complexe watersysteem in Friesland niet aan denken”. Waagt Groningen deze zet?

#### De toekomst

Niek Bosma ziet de rattenbestrijding als een (te betalen) verzekeringspremie. Bij de huidige populatie kost de bestrijding € 3,5 miljoen op jaarbasis. Dat bedrag weegt ruimschoots op tegen de schade, die de dieren (kunnen) veroorzaken. Zo is een kadedoorbraak bij Heerenveen becijferd op een schadepost van € 250 miljoen.

Gehoord de stem van de Partij voor de Dieren, Fauna-bescherming, Bont voor Dieren en de Dierenbescherming, zal het de bestrijders voortdurend aandacht vragen om uit te leggen waarom bestrijding nodig is. Ze moeten aantonen dat ze het efficiënt en op een diervriendelijke wijze doen. Bovendien zal het een kwestie zijn van lange adem. Meer natte natuur, natuurvriendelijke oevers en klimaatverandering (met zachtere winters) spelen bovendien de ratten in de kaart. Daarenboven wordt de vis duur betaald, iedere gevangen rat kost steeds meer. Was dat enkele jaren geleden nog € 25 per rat, nu ligt dat al op € 122 en op een verdere prijsstijging wordt gehoopt. Rattenvanger, een mooi maar zwaar beroep, geboren uit noodzaak. Een harde les wat het kan betekenen als exoten de kans krijgen die hen geboden wordt. Wat staat ons nog meer te wachten, denkend aan de grote waternevel, de waterteunisbloem, de wolhandkrab, de rivierkreeft en de beverrat?





# Klaarmeester Gaele Hoekstra, gedreven door schoon water

Wetterblêd 5 (2): 6-7; juni 2008.

Tevens opgenomen in 'Wetterskip' 4 (2): 14-15, oktober 2008.

Rijdend op de Lauwersseewei is er geen misverstand mogelijk. Op een groot spandoek aan de noordkant van de weg staat te lezen: "Hier zuivert Wetterskip Fryslân 12 miljoen liter afvalwater per dag." Even verderop rijd ik het Dokkumer grootdiep over, waar al dat gezuiverde water in geloosd wordt en sla af naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Dokkum. Het toegangshek is dicht, doch voordat ik de bel te pakken heb, schuift het hek opzij. Gaele Hoekstra laat zien wat er zich achter dat spandoek en dat hek afspeelt. Het werk(terrein) van een klaarmeester.

## Van St. Annaparochie naar Dokkum

Gaele heeft al een lange staat van dienst en hoe verder de ochtend verstrijkt hoe meer zijn kennis van het zuiveringsproces blijkt. Hij begon dit werk in 1974 op de rwzi St. Annaparochie. Toen echter in 1979 de nieuwe zuivering in Dokkum gebouwd werd, kwam hij daar als klaarmeester te werken. Helaas verkoos de Koningin het bij de gelijktijdige opening van ook de zuiveringen in Wolvega en Gorredijk alleen die van Wolvega te bezoeken. Veel is er sindsdien op de rwzi in Dokkum niet veranderd. De omgeving wel. Lag de zuivering bijna 30 jaar geleden in *the middle of nowhere*, nu ligt hij ingeklemd in de nieuwbouw.

Vòòr 1979 ging in Dokkum en omstreken (alleen Holwerd had een eigen Pasveersloot) dus alles rechtstreeks de plomp in. Die 'goeie ouwe tijd' is gelukkig voorbij en dat valt ook af te lezen aan de sterk verbeterde kwaliteit van het oppervlaktewater. Dokkum zuivert nu al het afvalwater van noordoost Fryslân. Kilometers persleidingen brengen al het gemeentelijke rioolwater naar deze elfde Friese stedenstad. De meer dan 20 verspreid liggende rioolgemalen stuwen dat afvalwater die leidingen in. Storingen daarin betekent ook werk voor de klaarmeester, soms bij nacht en ontij. Gelukkig zijn deze gemalen sinds kort vrijwel allemaal geauto-

matiseerd. De meeste problemen kunnen nu vanaf achter het beeldscherm in Dokkum opgelost worden.

## Van influent naar effluent

Vier grote leidingen brengen het afvalwater binnen, de namen van de dorpen staan bij iedere buis vermeld. Grof vuil, vooral de swifterdoekjes zijn berucht, wordt eruit gezeefd voordat het zuiveringsproces begint. Dit afvalwater, het influent, wordt meteen gemengd met het 'actief slib', bacteriën, die het werk moeten doen. Gemiddeld komt er ruim 12.000 m<sup>3</sup> afvalwater per dag binnen, maar de variatie is groot. In droge perioden is dat ongeveer eenderde daarvan en bij veel regen meer dan drie keer zoveel.

Het hart van de zuivering is de carrousel, een groot ovaal betonnen circuit van ruim 3 m diep, waarin het afvalwater in minder dan anderhalve dag wordt gezuiverd. Grote propellers houden, twee aan twee, het afvalwater in beweging en pompen het rond. Afwisselend draaien de twee nabij het wateroppervlak hangende beluchters en de twee geheel onder water bevestigde voortstuwers. De beluchters brengen zuurstof in het water en maken het de aerobe bacteriën naar hun zin. Zij breken organische afvalstoffen af en ammoniumstikstof wordt omgezet in nitraatstikstof. Hebben zij hun werk gedaan, dan gaan de beluchters uit en de voortstuwers aan. Nu is het de tijd voor de anaerobe bacteriën. Nitraat wordt omgezet in stikstofgas, dat verdwijnt naar de lucht. Het is de kunst van de klaarmeester dit spel te spelen met afwisselend aerobe nitrificatie en anaerobe denitrificatie om het optimale zuiveringsresultaat te krijgen. In Dokkum zijn die resultaten al jaren prima en laboratoriumanalyses bevestigen dat.

Per jaar wordt het afvalwater 24 keer op willekeurige dagen bemonsterd voor onderzoek door ons laboratorium in

Leeuwarden. Tussentijds doet Gaele zo'n drie keer per week, zo ook vandaag, zijn eigen testen. Het influent, het actief slib systeem en het effluent worden daarbij onderzocht. Steeds wordt daarbij een literfles gevuld en in eigen 'keuken' doorgemeten. Voor het effluent leverde dat voor vandaag de volgende cijfers: fosfaat 1,10 mg/l, ammonium 0,12 mg/l en nitraat 2,41 mg/l. Het ammoniumgehalte in het influent bedroeg 37,1 mg/l. Bovendien worden andere factoren, zoals zuurstofgehalte en redoxpotentiaal permanent gemeten en gevolgd van achter het computerscherm. Ook alle waterstromen en (actieve) pompen zijn daarop mooi te zien. Zolang alles goed draait, lijkt het een fluitje van een cent.

Voordat het gezuiverde afvalwater geloosd kan worden op het buitenwater, moet het ontdaan worden van de actief slib bacteriën. Het ziet er immers nog vies, zwart en 'dik' uit. In twee grote trechtervormige nabezinktanks gebeurt dat eigenlijk razendsnel. Het slib zakt uit naar de bodem en het schone water komt letterlijk boven water. Een simpele test in de 'keuken' laat dat zien: na twee minuten was de scheiding water-slib 1:3, na vijf minuten 1:1 en na dertig minuten 3:1. Via een overlooprand wordt het schone water afgevoerd en geloosd.

### Van goed naar beter

Ondanks het miezerige weer van vandaag lijkt alles goed te gaan. Toch zijn er tal van probleempjes en uitdagingen tot optimalisatie, waarmee een klaarmeester zoal van doen heeft. Voor een ervan heeft Gaele zijn eigen oplossing bedacht: de spinselvanger. In het actief slib circuit treedt regelmatig klontering van materiaal op rondom stukjes plastic, haarballen of wat dies meer zij. Die spinsels klitten samen en doen het zuiveringsproces geen goed. Via een uiteindelijk simpele rooster-constructie wordt dat spinsel achter gehouden en kan zo regelmatig verwijderd worden. En het werkt: veel troep en zelfs enkele dode vogels worden opgevisst. De kruiwagen was zo vol. Die vogels verstrikken en verstikken mogelijk in het drijvend lichtslib op het circuit. Vooral bij de kentering van de seizoenen is dat regelmatig een hinderlijk probleem.

Verder valt in Dokkum op dat de hoeveelheid wateraanvoer per inwoner nogal groot is, aanzienlijk meer dan elders in Fryslân en in den lande. Wordt er daar zoveel gedouched, gebadderd en gewassen? Waarschijnlijke oorzaak is het te open rioolstelsel in die regio: een klus voor de gemeente om aan te pakken. Dun water zuivert nu eenmaal slechter dan dik water.

Twee meer algemene zorgpunten en kostenposten van de Afdeling Waterzuivering zijn het overtollig slib en het energieverbruik van de rwzi's. De zuiveringsbacteriën groeien en vermenigvuldigen zich en uiteindelijk is daar veel te veel van. Nu de afzet van dat slib in de landbouw (boeren waren er altijd blij mee) al langer verleden tijd is, moet dat worden afgevoerd. Voor de zuivering van Dokkum alleen al betekent dat gemiddeld iedere dag meer dan een tankauto vol, richting Heerenveen. Daar wordt het ontwaterd en gedroogd en verder verwerkt. Afvalwater zuiveren kost veel geld. De twee beluchters in het circuit zijn daarbij de grote schrokkenbrokken: zij verbruiken 70 % van alle kWh van de installatie. Kan iets minder beluchten zonder de effluentkwaliteit en daarmee het oppervlaktewater schade te doen? Wat wordt de bedrijfsfilosofie: zo schoon mogelijk effluent of zo min mogelijk kosten?

### Dagtoerist op Schier

Bij team Noord, waaronder de rwzi in Dokkum valt, behoren ook de vier Waddeneilanden. Terschelling en Ameland hebben ieder een eigen klaarmeester. Voor de rwzi's op Vlieland en Schiermonnikoog verricht Vitens hand- en spantdiensten. Voor het benodigde oog van de meester reist Gaele iedere woensdag af naar Schiermonnikoog. Vanwege de winterrust en de zomerdrukke op het eiland zijn daar twee zuiverings-eenheden. Medio april is daar de tweede eenheid weer bijgeschakeld. Het duurt dan enkele weken voordat die weer goed werkt, dat wordt nu gevolgd en bijgeregeld. Gaele: "Maar als het dan zover is, dan ben je tevreden; dat is het mooie van dit vak".







# De handhaver: voor de puntjes op de i van het werk van WF

*Wetterbléd 6 (1): 12-13; februari/maart 2009.*

*Tevens opgenomen in 'Wetterskip' 5 (1): 14-15, maart/april 2009.*

We zijn op weg naar Tijnje als Jan Lobstein terug belt. Piet de Jong neemt de telefoon op, uiteraard handsfree, en het gesprek gaat over twee dode reeën bij een gemaal te Smalle Ee. Waarschijnlijk zijn ze door te dun ijs gezakt en ter plekke verdrongen. Wie regelt de afvoer van deze kadavers naar Rendac? In de buurt blijkt geen kadaverbak te staan, dus geconcludeerd wordt dat rayonbeheerder Eit Bijlsma dit moet afhandelen: een telefoontje naar aannemer Jelle Bijlsma en laten ophalen en afvoeren. Later op de dag een vergelijkbaar geval in het rayon van Jurjen van der Velde met een dood schaap. Het oormerk is verdwenen, dus ook hier draait het waterschap op voor de kosten. Het afgelopen jaar beliep dat zo'n € 10.000,-.

## **Calamiteit**

Piet de Jong werkt als Wvo-handhaver bij de afdeling Handhaving. De agrarische bedrijven vormen zijn specialiteit en samen met collega Johan Elting controleert hij zuidoost Friesland. Intussen rijden we langs de Nieuwe Vaart ten noorden van Tijnje en zien een kraanmachinist al bezig zijn met het verwijderen van drijfmest uit een sloot. Eergisteravond is een mestzak geschuurd en liep er ca. 300 m<sup>3</sup> drijfmest de sloot in. Door snel optreden kon de sloot afgedamd worden om verdere verspreiding in de polder te voorkomen. Nu is het zaak om de boel zo goed mogelijk op te ruimen. De drijfmest wordt zoveel als mogelijk is verwijderd en op de kant gezet. Omdat het nog net geen 1 februari is, mag de mest nog niet over het land uitgereden worden. De Mestwet verbiedt dat en de AID zit daar boven op. Daar komt bij dat de grond nu bevroren is, dus uitrijden mag sowieso niet. Piet maakt een praatje met de machinist, controleert de sloot en gaat bij de boer langs. Hij had het ongeluk direct gemeld en draait uiteraard voor de schoonmaakkosten op. Pech, de mestzak was vrij nieuw en nu voor de eerste keer gebruikt.

## **Erfafspoeling**

Verder staan er vandaag inspecties van agrarische bedrijven op de agenda. Deze bezoeken staan overigens niet in de agenda van de agrariërs, immers deze bezoeken zijn 'onaangekondigd'. Formeel gaat het over de controle van Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Piet heeft een lijstje met namen en adressen uit de Intwis database gehaald, maar zien hoever we komen. Bij het eerste adres is niemand thuis en blijft dus op het lijstje staan. Wel is duidelijk dat de begroeiing langs het talud van de bermsloot is doodgespoten. Deze overtreding is een zaak voor de AID. Overigens zullen de waterschappen binnenkort aangewezen worden als toezichthouder voor de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Op het volgende adres is de zaak goed in orde. Wel wordt een Wijzigingsformulier achtergelaten, immers het bedrijf is kortgeleden van eigenaar veranderd. Dat formulier moet binnen twee weken worden teruggestuurd. Bij de controle wordt systematisch, volgens een standaard procedurevoorschrift (SPV), te werk gegaan. Ter plekke wordt een checklist afgehandeld en een onderkend controlerapport Lozingenbesluit open teelt en veehouderij ingevuld. Een doorslag van beide formulieren wordt ter plekke achtergelaten. Deze procedure werkt snel, is duidelijk en bespaart een hoop briefschrijverij achteraf.

Bij nummer drie vandaag is het minder schoon en netjes dan zou moeten. Een brandton staat vrijwel op de rand van een sloot; die moet verplaatst worden. Een bult aardappelvezels (eiwitrijk diervoer) is niet afgedekt, waar percolaatwater uit sijpelt. Achter in het weiland ligt een oude gastank, nu gebruikt voor opslag van drijfmest. Dat moet gemeld worden bij de gemeente. Ondanks alle voorlichting rondom erfafspoeling, die heeft plaats gevonden, lijkt deze man niet alle regels te kennen. Piet gebruikt deze inspectiebezoeken ook om de algemene spelregels nog eens uit te leggen.

In dit geval ook nuttige tips over het dempen van sloten. Om voldoende berging te houden, mag dat zomaar niet. De rayonbeheerder is de eerste die dat beoordeelt. We schudden handen na aangekondigd te hebben dat op korte termijn een hercontrole plaatsvindt.

Tot zover geen problemen, beter gezegd geen moeilijkheden. Dat werd anders bij ons volgende bezoek. Dat werd, eufemistisch gesproken, niet erg op prijs gesteld. Met het smoesje dat hij geen tijd had en op het punt stond om weg te gaan, werd er heftig op los gevloekt en hadden we er niets te zoeken. Het percolaatwater bij de kuilopslag, hoewel behoorlijk bruin gekleurd, is toch schoon! Dat zie je toch zelf wel! Het is dan de kunst om kalm te blijven, tactisch doch doortastend op te treden; stressbestendigheid is hier noodzakelijk. Ook hier werd een hercontrole aangekondigd. Het werk van een handhaver is niet altijd leuk. Het is belangrijk om dan rugdekking vanuit de organisatie te hebben.

In deze tijd van het jaar is het vooral de veehouderij die gecontroleerd wordt op het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. In het voor- en najaar komen daar de bollenboeren (hier vooral lelies) bij. Binnenkort volgt de controle van niet op de riolering aangesloten huishoudens in het vrij afstromende buitengebied; hoe staat het daar met de aanleg en functioneren van IBA's en afkoppeling van regenwater, dat alles volgens het Besluit huishoudelijk afvalwater en gemaakte afspraken met de gemeenten. 's Zomers is het vooral het akkerbouwgebied, waar de controles worden uitgevoerd.

### **De sterke arm met twee bazen**

Als BOA (bijzondere opsporingsambtenaar) kunnen Piet en zijn naaste collega's bij ernstige overtredingen van de Wvo of bij niet nagekomen afspraken bij een herhalingsbezoek ter plekke processen verbaal uitschrijven en boetes opleggen. Bij blijvende nalatigheid kan het middel van bestuursrecht worden ingezet: namens Wetterskip Fryslân vindt bijvoorbeeld sanering plaats, waarbij de rekening naar het betreffende bedrijf gaat. Zo'n dwangsom moet wel in verhouding staan tot de ernst van de overtreding, vindt Piet. Ook kan het gebeuren, dat het middel van strafrecht wordt toegepast. Dan is het de officier van justitie, die de boete oplegt en de hoogte ervan bepaalt. In deze gevallen is de officier bevoegd gezag en in feite de directe baas van de milieu-inspecteur. Meestal is dit een boetebedrag, maar andere sancties, tot aan gevangenisstraf toe, zijn mogelijk. Voor een aantal kleine overtredingen zijn de boetebedragen

gestandaardiseerd en mag de BOA deze zelf opleggen. Daarnaast kan bestuursrechtelijk worden opgetreden. Namens Wetterskip Fryslân vindt bijvoorbeeld sanering plaats, waarbij de rekening naar het overtreedende bedrijf gaat.

### **Ervaring, deskundig en stressbestendigheid**

Piet is als sinds 1987 betrokken bij het waterbeheer: eerst als muskusrattenvanger en vanaf 2000 als handhaver. Een mooie baan, niet in de laatste plaats door het gebied waar hij werkzaam is. Een tomtom heeft hij daar niet nodig. Met enige regelmaat uit Piet zijn zorgen over de aantasting van boomsingels, houtwallen, oude bomen en bosjes; gemeenten en provincie laten dat te veel verslonzen. Overigens kent hij het hele beheergebied wel goed. Eens in de acht weken heeft hij piketdienst: een week lang 24 uur per dag oproepbaar voor calamiteiten. Dan kan het gaan om olie- of mestlozingen, vissterfte, gedumpt bouw- of sloopafval, ed. Dat vergt wel wat van de mens. En het werk, mede gezien de steeds veranderende wet- en regelgeving wordt er niet eenvoudiger op. Hij heeft net een informatiebijeenkomst gehad over de WaBo (wet algemene bepalingen omgevingswet). Eind dit jaar treedt de Waterwet in werking. De Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden komt naar het waterschap, ga zo maar door. De handhaver is nog steeds nodig om alle inzet en werk van het waterschap ook daadwerkelijk effectief te laten zijn. Hoewel niet negatief bedoeld: een noodzakelijk kwaad.



## World of the river

You start from the sky, crystal clear water,  
Dropping down from the misty dawn.  
Leaping drops of water.  
Are you a fun ride for fairies?  
Splash, splash, throwing nets of water into the sky,  
Dissolving into individual drops,  
Hanging momentarily.

Water is mind,  
It wanders everywhere  
But always ends up as magic sparkles in the sea.

“Wisha, wisha” says the wind to the rivers,  
As it hurries the river on,  
“Don’t be late, don’t be late  
With the ocean you have a date.”

The incarnation of the river proceeds;  
Ascending back to the sky,  
In the arms of angels.

*Adha Pathel, 2003. Magic! Life's experiences.  
Life Foundation Publications, North Wales, UK.*



## HOOFDSTUK 13

# Eerdere literatuuroverzichten

Voorafgaand aan deze uitgave zijn al eerder beperktere literatuuroverzichten van in Friesland verrichte waterkwaliteitsonderzoeken gemaakt, soms als (deel)overzicht als zodanig, soms als onderdeel van een thematische of van een gebiedsgerichte rapportage. Een aantal daarvan wordt hier kort genoemd.

Drie eerder gemaakte literatuuroverzichten van waterkwaliteitsonderzoeken voor Friesland betroffen de periode tot medio 1979 (Claassen, 1979b), de periode tot en met 1983 (Claassen, 1986a) en de periode 1984 tot en met 1995 (Claassen et al., 1996). Deze overzichten werden aangevuld met een vierde overzicht tot 2005 (overigens niet met een uitputtende literatuurlijst), waarbij een beschouwing over hydrobiologie en hydrobiologen in en uit Friesland is gegeven (Claassen, 2006b, d). Het eerste enigszins beperkt overzicht (228 referenties) was gemaakt bij de start van het hydrobiologisch onderzoek: "Bij het streven naar (normen voor) biologisch gezond oppervlaktewater en/of een goede waterkwaliteit, is het zinvol inzicht te hebben in oudere waterkwaliteitsgegevens. Dat materiaal kan mogelijk dienen als referentie voor bijv. biologisch gezond oppervlaktewater en bij vergelijking van de huidige gegevens is verandering (in kwaliteit) te constateren". Het tweede overzichtsboekje met ruim 400 referenties bevat 16 kaarten met de ligging en nummering van de meetpunten van evenzevele rapporten van 1956 tot en met 1983. Voor de periode 1984-1995 werden ca. 1000 referenties genoteerd, ruim twee maal meer dan in de gehele daaraan voorafgaande periode. Van alle jaren 1984 tot en met 1995 is een kaartje toegevoegd met de ligging van de vaste bemonsteringspunten met daarbij het globale analysepakket (standaard onderzoek, + macroïonen, + microverontreinigende stoffen). Het derde algemene overzicht (Claassen, 2006b, d) bevat een uitgebreide gebiedsbeschrijving met per deelgebied (de meest) relevante hydrobiologische inventarisaties en onderzoeken. Ondercheiden werden toen de Friese boezem, de hogere zandgronden, het laagveengebied, het zeekleigebied, de Waddeneilanden, afgesloten zeearmen (Ijsselmeer en Lauwersmeer) en de Waddenzee.



*Gesneden mattenbies  
in de Boornbergumer  
Petten, juli 1983.*

**Tabel 13.1. - Enkele eerder verschenen publicaties met daarin overzichten of opsommingen van literatuur(verwijzingen) of anderszins historisch spuurwerk.**

<b>Auteurs</b>	<b>Rapportage (algemeen, thema's of gebieden)</b>
<b>Algemene overzichten</b>	
Claassen, 1979	Archiefgegevens en literatuuroverzicht t/m 1979
Claassen, 1986	Literatuuroverzicht limnologisch onderzoek in Friesland t/m 1983
Claassen, Borst & Kamphuis, 1996	Literatuur over waterkwaliteitsonderzoek in Friesland 1984-1995
Claassen, 2006b	Hydrobiologisch onderzoek in Friesland in de 20 <sup>e</sup> eeuw
<b>Deeloverzichten</b>	
Golterman, 1974; De Haan & Voerman, 1983; Van Huet 1991	Tjeukemeer ecosysteemonderzoek
Beattie et al., 1978; Smittenberg & Roukema, 1979; Wetterskip Fryslân, 2010b; Schalk, 2013	Boezemeren oevervegetatie, peilbeheer en visstand
Wanders et al., 1980; Koops, 1981	Bergumermeer koelwaterlozing
Van Straten, 1981b; Doeglas, 1999; De Vries-Van Balen, 1999; Berg, 2002	Brakke gebieden en zoet-zoutovergangen
Hoekstra, 1991	Inventarisatie voorkomen van waterriet
Grontmij, 1992	Inventarisatie dobben en pingoruïnes
Heidemij en LB&P, 1992; Klooker & Van Zanten, 1994	Verdroging van natuurgebieden
Van Hattum et al., 1992; Smit et al., 1994	Bioaccumulatie van zware metalen en PCB's
Bolier & Van der Veer, 1993	Algengroei-potentietoetsen, bioassays
Iwaco, 1993	Inventarisatie diepe plassen
Olivier, 1993	Vroegere vegetatie in aantal boezemeren
Borst, 1995; Rintjema et al., 2001; Van Belle et al., 2014	Literatuuroverzicht over de Alde Feanen
Hessels, 1995	Referentiebeelden laagveenmoerasgebieden
Brans-van Megen, 1996; Willems, 2012	Visstandgegevens en vismigratie
Knevel, 1996	Waterkwaliteit in Friesland voor 1970
Wymenga, 1996; Wymenga & Aerts, 1999	Inventarisatie natuurgebieden
Thannhauser-Douwma, 1998	Rottige Meente en Brandemeer
Wymenga & Aerts, 1999	Inventarisatie natuurgebieden voor waterberging
Claassen, 2002	Remote sensing
Claassen & Thannhauser, 2004a; Van Herpen et al., 2013	De Deelen
Veeningen, 1997; Tydeman, 2005	Nannewiid
Wessels et al., 2006; 2011	De Leijen
Iwaco, 1993c; 1994b; Claassen & De Vries-van Balen, 2008	Diepe plassen
Maas & Espeldoorn, 2005; Foekema et al., 2012; Van der Boomen et al. 2014	Bioassayproeven van effluënten met algen, watervlooien en vissen
Claassen, 2008a; Wetterskip Fryslân, 2010a; 2010b	Ecologische aspecten van het peilbeheer van de Friese boezem

Daarnaast zijn in diverse rapportages deeloverzichten van voor die rapportages relevante literatuur en/of gebeurtenissen verzameld en gebundeld. Een aantal daarvan (de begrenzing van een literatuur-overzichtsrapport is niet altijd even scherp) wordt hier genoemd. In eerste instantie wordt verwezen naar de eerder besproken ecologische beheersprogramma's en visecologische beheersprogramma's (zie paragraaf 5.2) en de themarapportages (zie paragraaf 6.5). Die series rapporten geven voor het betreffende thema of gebied ook een overzicht van wat daarover zoal bekend is en eerder onderzocht en beschreven was.

### Referentiebeelden

Hoekstra (1991) inventariseerde met (oude) luchtfoto's waterrietbegroeiingen langs de randen van de boezemeren en zocht naar relaties tussen de omvang van dat areaal en de grootte van de otterpopulatie. Lourens Olivier (1993) interviewde oudere terreinbeheerders en beroepsvissers om te achterhalen waar voorheen nog een aanzienlijke water- en oevervegetatie aanwezig was. Ook noteerde hij verkregen informatie over otters, vissen en enkele moerasvogels. Hij koos daarvoor de volgende boezemeren: Grote Wielen, Bergumermeer en de Leijen, Alde Feanen, Slotermeer, Tjeukemeer en de Fluessen. Dat leverde interessante informatie op, soms indirecte aanwijzingen voor vroegere begroeiingen, zoals werkzame mattenbiessnijders. Meest opmerkelijk resultaat betrof grote velden fonteinkruiden in het Bergumermeer en de Leijen. Edmelia Hessels (1995) onderzocht referentiebeelden van vier Nederlandse laagveenmoerasgebieden, waaronder de Alde Feanen in Friesland. Zij legt daarbij de nadruk op spuurwerk naar de helderheid van het water en het voorkomen van water- en oeverplanten en vissen. Er zijn vooral anekdotische aanwijzingen dat vooral de aquatische vegetatie (sterk) is achteruitgegaan. Zij citeert onder meer Dijkstra (in: Zandstra, 1948), die gewag maakt van optredende verlanding van open water, met vooral met drijfbladplanten en fonteinkruiden begroeide petgaten, plassen met rijk begroeide oevers, trilvenen en elzenbroekbos. "Zo'n trilveengebied is geen land en ook geen water en dit amphibisch karakter brengt mee, dat ge soms een vrij stevig houvast verkrijgt voor de ene voet, terwijl de andere wegzinkt in een modderbrei, die zich behalve in een bruine drabberige massa meteen verradert door een zeer onaangename lucht van het opborrelende moeras-

gas”. Net als in tal van andere meren en plassen kwamen hier toen ook velden fonteinkruiden voor: “Bij alle genoemde plassen zien wij aan de westoeveren een flinke plantengroei; daar profiteren aanzienlijke velden fonteinkruiden en wateranankels van de luwte, die deze oevers bieden. Toch zoeken wij het fonteinkruidengebied niet uitsluitend in de beschutte delen. Zo liggen in de Greate Krite b.v. ieder jaar grote velden van deze drijvende waterplant midden op de plas, vrijwel open voor alle winden”, aldus Dijkstra. Toen in de Alde Feanen aangetroffen fonteinkruiden waren *Potamogeton compressus*, *P. crispus*, *P. lucens*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* en *P. praelongus*. De visstand was van het snoek-zeelt type. Harry Hosper maakt in zijn proefschrift (1997) gebruik van dit rapport. Irma Knevel (1996) had als vraagstelling voor haar onderzoek: Hoe was de waterkwaliteit in Friesland voor 1970? Zij behandelt een groot aantal wateren op het vaste land en noemt de daarin gevonden waterplanten en vissoorten en soms ook planktonorganismen. Een van haar conclusies luidt: “Het water in Friesland was voor 1940 over het algemeen helder (niet vervuild), voedselrijk en rijkelijk begroeid met waterplanten. Waarschijnlijk hebben de meren en plassen tussen 1850 en 1940 wel perioden van lokale vervuiling gekend, maar herstel van de wateren door biologische zelfreiniging was toen nog mogelijk”.

## Natuurgebieden

Vanuit de verdrogingsproblematiek verschenen in opdracht van de provincie begin jaren '90 enkele uitgebreide inventarisatierapporten, waaronder Heidemij en LB&P (1992) van tien gebieden en Klooker & Van Zanten (1994) van 36 gebieden. Eddy Wymenga (1996) maakte een inventariserende verkenning van mogelijke inrichtingsmaatregelen voor herstel en ontwikkeling van natuurgebieden in Friesland. Daarbij zijn ook vele wateren en waterrijke gebieden beschouwd, vooral inrichtingsmaatregelen ter verbetering van de ecologische kwaliteit en het ecologisch functioneren zijn opgesomd. Waar voor handen zijn per gebied, naast de projectbeschrijving, status, begroting, instrumenten en betrokkenen, referenties (literatuurverwijzingen) genoemd. Naast een groot aantal behandelde afzonderlijke gebieden worden aanvullend negen zogenaamde koepelprojecten benoemd, projecten gericht op een thema (bijvoorbeeld de aanleg van vispassages) of een groter samenhangend gebied (bijvoorbeeld de ontwikkeling van meeroevers en duurzame oeververdediging). In hun omvangrijke rapportage over ‘Speciale beschermingszones en beschermde soorten in Fryslân’ geven Eddy Wymenga et al. (2006) een uitgebreid inventariserend overzicht van beschermde soorten en gebieden met daarbij ecologische achtergronden. De gebieden zijn gegroepeerd in Wadden en kustzone, duinen, afgesloten zeearmen, grote meren, laagveenmoerassen en beekdalen en heide- en hoogveengebieden. Van de zwaar beschermde soorten zijn verspreidingskaartjes opgenomen. Effecten van onder meer vermessing, verdroging, versnippering en verstoring zijn benoemd. Het geheel is gestaafd met uitgebreide literatuurverwijzingen, onder meer over (inventarisatie)gegevens van libellen, vogels, vegetatie en (kleine) zoogdieren in de betreffende gebieden. In 2008 verscheen het rapport ‘Better Wetter’ van Marion Brongers en Jan van Belle. Daarbij beschreven zij hoe natuurgebieden, die in potentie meer of minder geschikt zijn voor tijdelijke waterberging, aan de Friese boezem gekoppeld kunnen worden. Een uitgebreide inventarisatie van natuurgebieden was daarvoor in 1999 al uitgevoerd Wymenga & Aerts.

Met ups en downs stonden brakke (natuur)gebieden en zoet-zoutovergangen in de belangstelling. Vanaf begin jaren '90 werden enkele brakke wateren nader onderzocht (Grontmij, 1993b; De Vries-Van Balen, 1999b), nadat Henk van Straten (1981b) alle (potentiele) gebieden had geïnventariseerd. Rond de eeuwwisseling was er veel aandacht voor (herstel van) zoet-zoutovergangen. Gertrud Berg (2002) maakte een uitgebreide literatuurinventarisatie, gerubriceerd naar gebieden en thema's. Vismigratie werd daarna goed opgepakt.

## Visstandgegevens

Met de aanwijzing in het Waterkwaliteitsplan 1989-1995 van de functie ‘water voor karperachtigen’ aan 17 wateren en met de aanpak van de eutrofiëringsbestrijding van meren en plassen, waarbij visstandbeheer een (mogelijke) maatregel is, startte de bemoeienis van de regionale waterbeheerder met de visstand. Witteveen+Bos (1995a) werkte die functie-toekenning uit in een Beheersprogramma, waarin doelen, normen en maatregelen waren opgenomen. Ook het verrichte waterkwaliteitsonderzoek in deze 17 wateren werd gedocumenteerd; van 1994 door Minke van Balen (1995) en van 1995 tot en met 1998 door dezelfde (☺) Minke de Vries-van Balen (2000). Voorheen waren vissen het exclusieve terrein van sport- en beroepsvissers en van wetenschappers (het Limnologisch Instituut te Oosterzee had een sterke onderzoekspoot in de secundaire voedselproductie van ondiepe meren). De bemoeienis van de waterkwaliteitsbeheerder groeide daarna echter sterk en vissen vormen momenteel een belangrijk speerpunt van het waterkwaliteitsbeleid en -beheer. Eind jaren '80 kwamen landelijk ABB- en beheervisserijprojecten van de grond, waarna vanaf 1990 enkele van dergelijke projecten ook in Friesland werden uitgevoerd. Birgitta Brans-van Megen legde in 1996 alle tot dan toe bekende onderzoeken en rapporten vast in het technisch document ‘Vis(stand)gegevens in Friesland’. Dat betrof onder meer de Visserijkundige waarnemingen vanuit het ministerie van LNV in de jaren 1977 tot en met 1984, de beheervisserij van Sport en Beroep in de jaren 1989-1994, het al genoemde onderzoek van het LI, en de knelpuntennota's van de sportvisserij. Willems (2012) zocht monitoringgegevens van vissen bijeen bij opgeloste knelpunten voor vismigratie en Schalk (2013) bundelde de gegevens van de visstanopnamen in de meren vanaf 1977. In de in 2013 verschenen Friese Visatlas zijn alle verspreidingsgegevens opgenomen.





### Mattenbiessnijder.

In het begin van de twintigste eeuw was Earnewâld nog een centrum van mattenbiesvlechters. De mannen trokken het veld in om de biezen te snijden, de vrouwen en oudere kinderen zaten thuis te vlechten. De matten werden voornamelijk gebruikt voor zittingen van stoelen. Het was een belangrijke vorm van huisnijverheid die pas rond 1960 ten einde kwam. De vraag naar biezenproducten nam toen af en bovendien verdween de mattenbies geleidelijk uit de Alde Feanen door de verslechterende waterkwaliteit.

### Laagveenmoerasgebieden

Marianne Thannhauser-Douwma (1998) vat alle waterkwaliteitsgegevens samen van de Rottige Meente en Brandemeer tot dan toe verzameld. Ook de maatregelen in de Regiwa projecten fase 1 (1992-1993) en fase 2 (1994) worden benoemd. Over geen enkel gebied in Friesland is waarschijnlijk zoveel gemonitord en onderzocht als de Alde Feanen. Ook het eerste gebiedsgerichte herstelproject (integrale eutrofiëringsbestrijding) vond hier plaats. De grote interesse voor het belang van dit gebied, mede vanwege de later verkregen status van Nationaal Park, leidde in 1995 tot de oprichting van het Onderzoekplatform Alde Feanen (OPAF). Dit samenwerkingsverband tussen It Fryske Gea, Wetterskip Fryslân, het Van Hall Instituut, de provincie (het provinciaal Bureau voor Natuurmonitoring), aanvankelijk ook de Stichting Otterstation Nederland en later ook de Dienst Landelijk Gebied functioneerde tot 2005. Belangrijkste activiteit was het aansturen en coördineren van onderzoek en monitoring. Er verschenen jaarlijkse onderzoeksplannen met uitgevoerd, lopend en gepland onderzoek. Het eerste OPAF-rapport was dat van Marja Borst (1995). Zij maakte een zo compleet mogelijk overzicht van waterkwaliteits-, natuur- en beleidsonderzoeken in de Alde Feanen. In chronologische volgorde begint die lijst in 1934 (een naamlijst over vogels uit 1884 daargelaten) en eindigt eind 1994. Nadien zullen nog ca. 20 OPAF studentenrapporten verschijnen. Het boek *De Alde Feanen*, schets van een laagveenmoeras (Rintjema et al., 2001), als opvolger van *Het Prinsenhof* uit 1948, vormt een onmisbaar standaardwerk over dit gebied. Mensen, planten, dieren, beleid en onderzoek komen uitgebreid aan bod. Begin 2014 verscheen voor dit gebied het nieuwe beheerplan van It Fryske Gea (Van Belle et al., 2014). In het overzichtsrapport over de waterkwaliteit in De Deelen geven Claassen & Thannhauser (2004a) ook een chronologische opsomming van het ontstaan van en van allerlei ingrepen, maatregelen en onderzoeken in dit gebied. De Deelen was en is een ideaal onderzoeksgebied vanwege de eenduidige hydrologie en inwendige petgatenstructuur, waarin (experimentele) maatregelen in meervoud en met referentielocaties kunnen worden uitgevoerd. Dit gebied is ook vanuit het OBN programma laagveenmoerassen onderzocht. Het in 2013 verschenen rapport van RHDHV sluit aan op dit eerdere overzichtsrapport uit 2004.

### Diepe plassen

Friesland kent ca. 70 diepe plassen, meest betrekkelijk recent door zandwinning ontstaan. Alle inventariserende studies en het verrichte waterkwaliteitsonderzoek zijn door Claassen & De Vries-van Balen (2008) samenvattend gebundeld. De ligging en kenmerken van de plassen zijn aangegeven. Van een aantal plassen zijn diepteprofielen van enkele waterkwaliteitsparameters gegeven en is de waterkwaliteit beoordeeld aan GMK-normen, aan de ecologische en vis-ecologische streefbeeld en aan de STOWA beoordelingsmethode. Kenmerkend is de zomerse stratificatie met in het hypolimnion lagere temperaturen en zuurstofgehalten. De basisinventarisatie van alle diepe plassen werd door Iwaco (1993c, 1994b) uitgevoerd, als voorbereiding op de (vis)ecologische functietoekenning en de uitwerking daarvan in beheersprogramma's (Iwaco, 1994b; Witteveen+Bos, 1995b). Ze staan nu buiten de KRW-waterlichamen, samen met onder meer de vennen en duinplassen, te boek als 'overige wateren'.

## Boezemmeren en polderplassen

Veruit het langst onderzocht zijn de Friese boezemmeren. Dat onderzoek begon al in de eerste helft van de vorige eeuw met zoutmetingen, midden jaren '50 gevolgd met planktonwaarnemingen vanuit het RIVON. Voor een algemeen overzicht van de meren wordt verwezen naar Smittenberg & Roukema (1979), die de oeervegetatie documenteerden, het ecologisch beheersprogramma (Grontmij, 1995a) en het onderzoek naar mogelijkheden voor een meer natuurlijk waterstandsverloop (Wetterskip Fryslân, 2010b). Alle relevante literatuur of verwijzingen daaraan gerelateerd zijn daarin te vinden. Het uiteindelijke politiek-bestuurlijke besluit, opgenomen in het Waterhuishoudingsplan 2010-2015 en het Waterbeheerplan 2010-2015, is dat wordt afgezien van een meer natuurlijke peilfluctuatie en alles bij het oude blijft. Enkele malen zijn trendanalyses uitgevoerd voor het verloop van de fosfaat- en stikstofgehalten. Recent is -in het kader van haalbaarheidsonderzoek voor visstandbeheer en van het BaggerNut-project- meer inzicht verkregen in de nutriëntenbelasting van de meren. Het Tjeukemeer is door het Limnologisch Instituut van 1967 tot 1991 tot in alle details onderzocht (Golterman, 1974a, 1974b; De Haan & Voerman, 1983). Van Huet (1991a) betrok in zijn eutrofiëringsonderzoek om de omliggende boezemwateren. Daarna volgen het Bergumermeer (Wanders et al., 1980; Koops, 1981) en de Leijen (Wessels et al., 2006, 2011). Van de polderplassen zijn het Nanneviid (Veeningen, 1997; Tydeman, 2005) en de Kleine Wielen (Folmer & Van Herpen, 2010) het meest onderzocht en ook zijn daarin omvangrijke herstelmaatregelen uitgevoerd.

## Bijzondere onderzoeken

Het standaard fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek geschiedt aan de hand van op vastgelegde meetpunten genomen water- of waterbodemmonsters. Ook het hydrobiologisch onderzoek kent vaste bemonsteringslocaties of (voor de vegetatie en visstand) opnameplekken of trajecten. De wijze waarop aldus bemonsterd en vervolgens geanalyseerd wordt, is strikt omschreven en is de basis voor de waterkwaliteitsbeoordeling. Aanvullend op deze standaard monitoring kan andersoortig waterkwaliteitsonderzoek plaats vinden. Hier worden enkele van die toegepaste methoden genoemd.

Eind jaren '80, toen de otter op uitsterven stond, was er veel aandacht voor de vervuiling van milieu en organismen met stoffen als zware metalen en PCB's. De gehalten in (de lever van) otters bleek dermate hoog, dat reproductie stagneerde (Broekhuizen, 1986). De SON en de WOF (De Haan & Hoesper, 1988; Winter, 2000) initieerden onderzoek in de belangrijkste laagveenmoerasgebieden (Alde Feanen, De Deelen en de Rottige Meente). Het Instituut voor Milieuvraagstukken (Van Hattum et al., 1992; Smit et al., 1994) onderzocht bioaccumulatie van die stoffen in het voedselweb en vatte de vanaf 1987 verrichte onderzoeken samen.

Remote sensing, het van afstand met speciale camera's waarnemen van het reflectiespectrum van (oppervlakte)water, biedt gebiedsdekkende kaartbeelden van met licht interfererende parameters. Zo kunnen er met satellieten (space borne), vliegtuigen (air borne) en zelfs met videocamera's (ground source) beelden worden gemaakt van bijvoorbeeld het doorzicht, chlorofylgehalten, zwevende stof concentraties en van de watertemperatuur. In de jaren 1988-1989 zijn er in Friesland vijf remote sensing projecten uitgevoerd. Opvallende zaken waren de verschillen in kleurpatronen tussen en binnen meren en plassen. Claassen (2002) vatte die onderzoeken samen.

Als derde categorie van afwijkend onderzoek kunnen bioassayproeven worden genoemd. Onder geconditioneerde omstandigheden kunnen in het laboratorium (microcosm-schaal) of in het veld (mesocosm-schaal) proeven met organismen worden gedaan. Bolier & Van der Veer (1993) voerden algengroei-potentietoetsen uit met water en waterbodem uit deelgebieden van de Alde Feanen. Het al dan niet toedienen van (extra) P en/of N geeft dan aan welk nutriënt in welke mate algengroei beperkend is. Ook zijn effluënten van rwzi's onderworpen aan bioassayproeven met bacteriën en algen in het laboratorium (Foekema et al., 2003; Maas & Espelidoorn, 2005). Bij het LOES-onderzoek (Vethaak et al., 2002) zijn zowel effluënten als oppervlaktewateren onderzocht om daarmee een eventueel toxisch effect te bepalen. In Aqualân bij rwzi Grou zijn proeven uitgevoerd met zoöplankton in een mesocosm opstelling in het veld (Kampf et al., 2014) en met vissen (Foekema et al., 2012). Bij het KRW-innovatieproject 'tijdelijke droogval' (STOWA, 2012c) zijn mesocosm-proeven met waterbodems en waterplanten uitgevoerd.





## Wijze boeken

als ik die dikke boeken zie van de geleerden  
vol wijze dingen die zij allemaal beweerden  
en ik zie de wereld om mij heen, dan moet ik vrezen  
dat niemand ooit die wijze boeken heeft gelezen

*Toon Hermans, 1979. Fluiten naar de overkant.  
Elsevier, Amsterdam.*



## HOOFDSTUK 14

# Bibliografie over waterkwaliteit in Friesland

Navolgende foto's bij de letters van het alfabet zijn van het Laboratorium WF voor de A, B, C, D, E, F, I, J, K, L, O, Q, R, S, T en Z en van Wil Leurs voor de G, H, M, N, P en U.

A

*Argyroneta aquatica* (waterspin)



- Aalbers C. & Jonkhof J., 2003. Morrapark Drachten voorbeeldproject. p 31-41 in: Plannen met Principes. S2N de Strategie van de Twee Netwerken revisited.
- Aalderen R.A.A., 2006. Rapport visserijkundig onderzoek Merriedobbe en Natuurplas te Leeuwarden. Sportvisserij Nederland, Bilthoven rapportnr. PB2006009.
- Aalders J., 1988. Waterverontreiniging in drie Friese otterhabitats. Leeuwarden, SON, Provincie Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.
- Aalders J., 1992a. De zuivering van IJsselmeerwater met behulp van Dynasandfilter. Leeuwarden, Provincie Friesland (i.s.m. Astraco en Grontmij).
- Aalders J., 1992b. Basaal archief waterbodem Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland, versie december 1992.
- Abrahamse J., 1999. De Kroon's Polders op Vlieland. Noorderbreedte 23 (4): 24-25.
- Abrahamse J. & Heukels P., 1979. De Lauwers, meer dan een grensrivier. Noorderbreedte 3 (1): 12-17.
- Abrahamse J. & Koppen H., 1983. Dokkumer Ee. Noorderbreedte 7 (1): 3-11.
- Adema E., 1994. Ecologische effecten van het schoonmaken van een aantal dobben in Opsterland. Van Hall Instituut Groningen, projectnr. 94TB08.
- Aerssen G.H.F.M. van, 1979. Vertikale verdeling van ingezogen vis bij de inlaat van de Centrale Bergum (1977-1978). KEMA-rapport 4 4779-79 MO-B.
- Aerssen G.H.F.M. van, 1981. Overleving van met koelwater meegezogen paling bij de Centrale Bergum. KEMA memo 7 81-46 MO-B.
- Altenburg W., 1982. Het Koevordermeer; een studie naar bodemgesteldheid, flora, avifauna en mogelijke bedreigingen. F.F.F.-rapport nr. 15. Fryske Marrenproject meidieling nu 2.
- Altenburg W., 1984. Beheersvisie natuurreservaat Van Oordt's Mersken. Staatsbosbeheer.
- Altenburg W., 1986. De Witte en Zwarte Brekken. Leeuwarden, FFF-rapport nr. 21. Fryske Marrenproject nu 3.
- Altenburg W., 1987. 10 Jaar Meeroeverproject. Leeuwarden, FFF, 10 jaar veldbiologisch onderzoek in Friesland, 55-73 pp.
- Altenburg W., 1995. Natuurwaarden in het Swette-gebied. Ecologisch onderzoek in de herinrichting 'Swette-De Burd'. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 112.
- Altenburg W., 2001. De Blaugerzen van Eagmaryp: verkenning naar mogelijkheden voor herstel van blauwgraslandvegetaties. A&W-rapport 269 i.o.v. provincie Fryslân.
- Altenburg W. & Brongres M., 1999. De Deelen en Slushoeke: beheersdoelen voor de periode 1999-2009. A&W-rapport 172 i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Altenburg W. & Griffioen R., 1995a. Proefproject verdroging Duurswouderheide. Monitoring indicatorsoorten 1994. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 103.
- Altenburg W. & Griffioen R., 1995b. Landschapsecologie van het Swette-gebied. Ecologisch onderzoek in de herinrichting 'Swette-De Burd'. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 107.
- Altenburg W. & Jepma J., 2007. Natte graslanden in het Friese merengebied; knelpunten en mogelijke oplossingen. A&W-rapport 915 i.s.m. Noordtj, Leeuwarden.
- Altenburg W. & Kolkman S., 1995. De vegetatie van het natuurreservaat de Stoenckherne in 1994. A&W-rapport 111, Veenvouden.
- Altenburg W. & Mes R.G., 1985. Beheersplan De Wite en Swarte Brekken, periode 1985-1995. Leeuwarden, Bureau Ecoland.
- Altenburg W. & Wee L. van, 2003. Inrichtingsplan Waterhuishouding Koningsdiep. A&W-rapport 382 i.s.m. Witteveen+Bos i.o.v. Waterschap Sevenwolden.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1986. Beheersplan Van Oordt's Mersken. Utrecht/Leeuwarden, Staatsbosbeheer, Bureau Ecoland.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1988. Ganzemest, een probleem? Vanellus 41 (1): 9-12.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1989a. Beheersplan de Rottige Meente 1989-1999. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 89.06.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1989b. Beheersvisie Grutte Brekken. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 89.07.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1990a. Beheersvisie De Samenvoeging. Veenvouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 90.01.

- Altenburg W. & Wymenga E., 1990b. Voorstel voor een monitoring-programma voor het natuureservaat de Rottige Meente. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 90.04.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1990c. Beheersvisie Lytse Marren. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek i.o.v. Staatsbosbeheer, A & W-rapport 90.05.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1991a. Beheersvisie Brandemeer. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 16.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1991b. Van Brijpot tot Frjemdlan. Een visie op het toekomstig beheer van de Staatsbosbeheer-eigendommen in het centrale merengebied van Friesland. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek i.o.v. Staatsbosbeheer, A & W-rapport 24.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1991c. Beheersplan Terkaplesterpuollen. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 25.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1992a. Aanzet tot een monitoring-programma voor de natuurterreinen van Staatsbosbeheer in de regio Friesland-Zuid. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek i.o.v. Staatsbosbeheer, A & W-rapport 32.
- Altenburg W. & Wymenga E., 1992b. Beheersplan voor het natuureservaat It Nylân. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek i.o.v. Staatsbosbeheer, A & W-rapport 39.
- Altenburg W., Bakker N. & Wymenga E., 1989. De vegetatie van een viertal natuureservaten in de regio Friesland-Zuid (Brandemeer, Gouden Bodem, Stellingwouden, Terkaplesterpoelen). Veewouden/Assen, Altenburg & Wymenga en Buro Bakker i.o.v. Staatsbosbeheer, A & W-rapport 89.08.
- Altenburg W., Bakker N.J. & Moolenaar W.J., 1991. De vegetatie van een zestal natuureservaten in de regio Friesland-Zuid. Duurswouderheide, It Swin, De Samenvoeging, Haanmeer, Workumer Nieuwland, Hegewiersterfjild. Veewouden/Assen, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Buro Bakker, A & W-rapport 20.
- Altenburg W., Beemster K., Dijk K. van, Esselink P., Prop D. & Visser H., 1986. Ontwikkeling van de broedvogelbevolking van het Lauwersmeer in 1978-83. *Limosa* 58: 149-161.
- Altenburg W., Brongers M., Veen W.S. van der & Wymenga E., 1991. Vegetatie en broedvogels in het natuureservaat 'De Marren' in 1990. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer) A & W-rapport 21.
- Altenburg W., Hullenaar J.W. van 't & Oosterveld E.B., 2002. Verdrogingsbestrijding in de Houtwiel. A&W-rapport 296.
- Altenburg W., Jansen H. & Veen W.S. van der, 1993. Vegetatieontwikkeling in het Fochteloërveen van de jaren '60 tot 1992. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. NBLF), A & W-rapport 52.
- Altenburg W., Streefkerk J. & Schievink G., 1997. Mogelijkheden voor verdrogingsbestrijding in het natuureservaat Van Oordt's Mersken en omgeving. A&W-rapport 130 i.s.m. Staatsbosbeheer.
- Altenburg W., Veen W.S. van der & Wymenga E., 1992. Een verkennend onderzoek naar de betekenis van Friese binnenwateren voor pleisterende watervogels. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 38.
- Altenburg W., Wymenga E. & Schut J., 2008. Varen in het Polderhoofdkanaal? Verkenning van alternatieven voor mitigatie en compensatie. A&W-rapport 1066 i.o.v. gemeente Opsterland.
- Angenendt R., Boer E., Dieren W van & Nijhof R., 2014. Adviesrapport Building with Nature Wite en Swarte Brekken. Hogeschool Van Hall Larenstein Velp i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Anonymus, 1901. Verslag van de Staatscommissie ingesteld bij Koninklijk Besluit van 18 oktober 1897, no. 32 tot voorbereiding van maatregelen tegen verontreiniging van openbare wateren. Uitgegeven op last der regering. Gebr. Belinfante, Den Haag.
- Anonymus, 1949. Onderzoek naar de mate van verontreiniging van de oppervlaktewateren in Nederland. Deel 3: Friesland 1942-1943. Nederlandsche Vereeniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging.
- Anonymus, 1959. Verziltingsonderzoek in de provincie Friesland. Rijkswaterstaat, dienst voor de waterhuishouding.
- Anonymus, 1964. Grote meerval in de Kleine Wielen. *Natura* 61 (1): 14.
- Anonymus, 1966a. Vissen uit het Sneekermeer. *Vanellus* 19 (7/8): 159-162.
- Anonymus, 1966b. Ondanks dreigende gevaren situatie visstand in Friesland nog goed. Staatsbosbeheer. Onze zoetwatervisserij.
- Anonymus, 1974. Inventarisatie van de oevers langs de boezemwateren in Friesland. Werkgroep voor onderzoek problematiek recreatief gebruik van oevers en vaarten, Leeuwarden.
- Anonymus, 1975a. Biologische betekenis van buitendijkse gronden onder Ferwerderadeel en de biologische gevolgen van inpoldering van deze terreinen. RIN-rapport.
- Anonymus, 1975b. Financiering van het onderhoud en herstel van de oevers van meren en boezemvaarten. Werkgroep voor onderzoek problematiek recreatief gebruik van oevers en vaarten, Leeuwarden.
- Anonymus, 1977a. Een globale berekening van de kwel en infiltratie in Noord-Holland, Friesland en Groningen. Nota WH-77.20. Rijkswaterstaat, directie waterhuishouding en waterbeweging.
- Anonymus, 1977b. Catalogus waterkwaliteit Noord. Rijkswaterstaat, directie waterhuishouding en waterbeweging.
- Anonymus, 1980. Het Tjeukemeer, een beschrijving van de geschiedenis, bodemprofiel, flora, (avi)fauna en bedreigingen. Fryske Foriening foar Fjildbiology.
- Anonymus, 1983. Dobben in Opsterland. Culturele Raad van Opsterland, Beetsterzwaag.
- Anonymus, 1989. Ruimtelijke visie m.b.t. het Tjeukemeer en zijn oevers. Gemeente Lemsterland, Gemeente Skarsterlân.
- Anonymus, 1991a. Fosfaat en de Friese boezem: modellen, bestrijding en beheer. *H2O* 24 (1): 34-36.
- Anonymus, 1991b. Geavanceerd beheer kan Fries laagveenmoeras redden. *Advies en techniek* 3 (8): 18-20.
- Anonymus, 1992a. Waterbeheer voor hoogveenherstel: couveuse of plastische chirurgie? *Landinrichting* 32 (5): 10-14.
- Anonymus, 1992b. Openluchtlaboratorium De Deelen. *De Water* 7: 4-5.
- Anonymus, 1993. Integraal waterbeheer, een praktische uitdaging voor Friesland. Verslag studiemiddagen. Bakkeveen, Allardsoog-Hunneschans.
- Anonymus, 1994. Rietaanplant Nanneviid groot succes. *Het Waterschap* 79 (13): 591-592.
- Anonymus, 2000. Meer en beter water voor de Rottige Meente. OBN nieuwsbrief in Vakblad Natuurbeheer 39 (9): 3-4.
- Anonymus, 2001a. De vennen kunnen van het infaus af. OBN nieuwsbrief in Vakblad Natuurbeheer 40 (2): 1-2.
- Anonymus, 2001b. Zwemwateronderzoek provincie Fryslân. *Het Waterschap* 86 (11): 541.
- Anonymus, 2011. Proeflocatie bij rzwi Leeuwarden moet doorbraken opleveren. *H2O* 44 (18): 10-11.
- Antheunisse M., 2007. Sleutelprocessen en knelpunten in natuurbeheer, beleid en-ontwikkeling in het Nederlandse laagveen- en zeekleilandschap. Werkdocument workshops preadvies O+BN, 14 november 2007 Leeuwarden.
- Arcadis, 1997. Integraal Restauratieplan Fochteloërveen. Arcadus Heidemij Advies i.o.v. provincies Fryslân en Drenthe.

- Arcadis, 2002. Parkwijk “De Singels” te Drachten watersysteem en zwemwaterkwaliteit. Arcadis Assen i.o.v. Wetterskip Fryslân en Woningbouwvereniging Smallingerland.
- Arcadis, 2003. Waterkwaliteitsmodel Lauwersmeer Watervisie Lauwersmeer. Arcadis i.o.v. projectgroep Lauwersmeer.
- Arcadis, 2005. Onderzoek sluis Stavoren onderdeel ecologie. Rapport i.o.v. provincie Fryslân 110313/NAS/1X6.
- Arcadis, 2006a. Eerste analyse KRW-doelen, maatregelen en kosten voor de waterlichamen in Rijn-Noord en Nedereems. Arcadis Apeldoorn i.o.v. provincies Fryslân, Groningen en Drenthe en waterschappen Hunze en Aa's, Noorderzijlvest en Fryslân.
- Arcadis, 2006b. De Flora- en faunawet ingevoerd; toelichting op de werkinstructie voor het seizoen 2006. Arcadis i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arcadis, 2008a. Uitvoeringsplan nazuivering effluent RWZI Ameland. Arcadis, Assen 110315/NA8/094/000157/001 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arcadis, 2008b. Inrichting Slenk Ameland. Arcadis i.o.v. Wetterskip Fryslân 110315/NA8/095/000157/001.
- Arcadis, 2008c. Verdieping Langweerder Wielen. Arcadis i.o.v. Gemeente Skarsterlan en projectbureau Friese Meren.
- Arcadis, 2012a. Vrije vismigratie tussen Boven- en Middenloop van de Tjonger. Arcadis i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arcadis, 2012b. Baggernut watersysteemanalyse Sloterveer i.o.v. Wetterskip Fryslân. Arcadis 076300524:B, 13 juli 2012.
- Arcadis, 2012c. Baggernut watersysteemanalyse Alde Feanen i.o.v. Wetterskip Fryslân. Arcadis 076311807:C, 29 oktober 2012.
- Arcadis, 2012d. Baggernut, watersysteemanalyse & slibdiagnose voor de Leijen i.o.v. Wetterskip Fryslân. Arcadis 076432584:A, 15 november 2012.
- Arcadis, 2012e. Waterbodemkwaliteit en waterplantenonderzoek Alde Feanen. Arcadis & B-ware 076499782:0.5 i.o.v. Dienst Landelijk Gebied.
- Arcadis, 2012f. Water- en stofbalansen Friese Boezemeren. Arcadis, Apeldoorn. Projectnr. C01012.100102.0420 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arcadis, 2013. Gewenste effluentkwaliteit rwzi Drachten voor KRW-doelrealisatie de Leijen. Arcadis Den Bosch i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arcadis & B-Ware, 2012. Waterbodemkwaliteit en waterplantenonderzoek Alde Feanen. Arcadis & B-Ware i.o.v. Dienst Landelijk Gebied.
- Arcadis Heidemij Advies, 1999. Saneringsonderzoek waterbodembodem Lemster Rien/Scheepswerf Poppen. Arcadis Heidemij Advies Assen i.o.v. Wetterskip Fryslân (FR/081/006 en FR/081/401).
- Argeloo M., 1990. Fourageermogelijkheden voor lepelaars in de ruilverkaveling “Wonseradeel-Zuid”. Amsterdam, SBNO-rapport.
- Arntz J. & Kroes M., 2010. Verbetering vismigratie Dongeradeel. Tauw, Assen projectnr. 4596432 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Arts G.H.P., Leuven R.S.E.W., Roelofs J.G.M., Schuurkens J.A.A.R., Smits H.A. & Tromp V.A., 1986. Verzuring en waterplantengemeenschappen: een historisch perspectief. 103-115 in: Leuven, Arts en Schuurkens (eds.) Waterverzuring in Nederland en België. Oorzaken, effecten en beleid. Proceedings studiedag Waterverzuring. KU Nijmegen.
- Assen P.W.E., 1984. Toelichting op de maatregelen ten behoeve van verbetering van de waterhuishouding in het Fochteloërveen. De Bilt, Grontmij.
- Atelier Fryslân, 2009. Klimaatverandering en ruimtelijke kwaliteit kansen voor het Friese kustlandschap. Atelier Fryslân i.o.v. provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân en IFG.
- Atelier Fryslân, 2012. werkatelier It Fryske Gea; kansen voor een otterlandschap. werkatelier Fryslân, Leeuwarden m.m.v. IFG, SBB, NM, WF & SON.
- Atsma P.J. & Leenstra C.N., 1990. Spontane afwatering in het Katlijker Schar. Leeuwarden, It Fryske Gea, stageverslag AHof.
- Aukes P. & Voo E.E. van der, 1966. Het Claerkamper Mar. De vegetatie met betrekking tot de voorgeschiedenis, het gebruik en het behoud. D.L.N. 69: 271-276.

**B**

*Butomus umbellatus* (Zwanenbloem)



- Backx G.H.J.M., 1984. Populatiestructuur, verspreiding en voedsel van de pos in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1983-6.
- Badsha K.S. & Goldspink C.R., 1988. Heavy metal levels in three species of fish in Tjeukemeer, a Dutch polder lake. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Chemosphere 17 (2): 459-463.
- Baerends B., 2000. Evaluatie grondwaterbeleid: de doorwerking van het rijksbeleid in de provincie Groningen, Fryslân en Drenthe. Ministerie van Verkeer en Waterstaat DNN.
- Bakel P.J.T. van & Kruijff J.A.M. de, 1993. Waterkwantiteitbeheersplan Waterschap Tjonger-Compagnonsvaarten. Deventer, Tauw, projectnummer: 32011.63.
- Bakker B. & Boele S., 2006. De aal terug in de Rottige Meente? Onderzoek naar de vergrijzing onder de aalpopulatie. Van Hall Instituut i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Bakker H., 1982. Populatieopbouw en groei van de snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) in het Tjeukemeer in 1980. Studentenverslag nr. 1982-10 2, Oosterzee.
- Bakker J.J. & Haartsen A.J., 1984. Tussen Bergum en de zee. Noorderbreedte 8 (5): 139-146.
- Bakker L.E.S. & Boele S.J., 2007. Verhelderend of Vertoebelend? Gevolgen van een vernatuurlijkte waterhuishouding in Friesland op het kwaliteitselement vis. Van Hall Larenstein, RIGO 2005.
- Bakker M. & Houten M. van, 2001. Veerkracht op de rand. Onderzoek Integraal Waterbeheer (randzone) Fochteloërveen. Iwaco i.o.v. Waterschap Sevenwolden, projectnr. 25272.
- Bakker M. & Rintjema S., 2002. Beheerplan Fluezen, periode 2002-2007. Iwaco / It Fryske Gea Olterterp.
- Bakker M., Besten J. den, Kuiper A., Veeningen R., Palle B., Hahn P., Lauesen S., Aert M. van & Schulz E., 2008. No Regret; avoid water shortage. Experiences. No Regret working group in behalf of the province of Groningen.
- Bakker N.J., Blok D. & Dungen M. van den, 1994. Beheersplan Nanneviid 1994-2004. Assen, Buro Bakker (i.o.v. Staatsbosbeheer).
- Bakker R.J., 1984. Energie-opslag en -verbruik bij de snoekbaars in het Tjeukemeer, december 1982-maart 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1983-17.
- Balen M.E.M. van, 1994. Technisch document “Vennen”. Verslag van chemisch en biologisch onderzoek in de vennen van Friesland 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern verslag.
- Balen M.E.M. van, 1995a. Technisch document Water voor karperachtigen. Verslag van onderzoeksresultaten in water voor karperachtigen 1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern verslag.



- Balen M.E.M. van, 1995b. Technisch document Koningsdiep; verslag van chemisch en biologisch wateronderzoek in het Koningsdiep 1992-1995. Waterschap Friesland, afdeling Laboratorium.
- Balen M.E.M. van, 1996. Technisch document Remote sensing. Verslag van het remote sensing onderzoek van enkele Friese wateren op 18 augustus 1995. Waterschap Friesland, Leeuwarden.
- Bams F.G., 1997. Vergelijking van de analyse van totaal stikstof en totaal fosfaat via de UV-methode en de klassieke NEN-methode. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland.
- Bams F.G., 1999. De bepaling van het gehalte aan totaal-stikstof en totaal-fosfaat via on-line UV-destructie. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland.
- Bastiaansen C.A. & Verhoeven H.J., 1959. Zwarte Gat. Excursie-rapport 15 juli 1959 Rivon.
- Bax F. & Swart B., 2006. MKBA Rijn-Noord en Noorder-Eems; een quick-scan voor Noord-Nederland. Grontmij, Assen i.o.v. deelstroomgebied Rijn-Noord en Noorder-Eems.
- Beattie D.M., 1969. Chironomid investigations in the "open-water" of Tjeukemeer. Contactbl. v. Oecol. 5 (3): 36-39.
- Beattie D.M., 1971. Chironomids in the "open-water" bottom. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (2): 85-86.
- Beattie D.M., 1972. Limnological studies on Tjeukemeer - a typical Dutch "polder reservoir". Proc. IBP-UNESCO Symp. On "Productivity problems of freshwaters", Kazimierz Dolny, 6-12 May, 1970, pp. 421-446.
- Beattie D.M., 1978a. Life-cycle and changes in carbohydrates, proteins and lipids of *Pentapedilum uncinatum* Groet. (Diptera; Chironomidae). Freshwat. Biol. 8: 109-113.
- Beattie D.M., 1978b. Chironomid populations in Tjeukemeer. Proefschrift, RU Leiden.
- Beattie D.M., 1982. Distribution and production of the larval chironomid populations in Tjeukemeer. Hydrobiologia 95: 287-306.
- Beattie D.M. & Kruijff H. de, 1978. Population dynamics and biomass of *Neomysis integer* (Leach) in the Bergumermeer. Verh. Int. Ver. Limnol. 20: 2566-2571.
- Beattie D.M., Golterman H.L. & Vijverberg J., 1978. An introduction to the limnology of the Frisian lakes. Hydrobiologia 58 (1): 49-64.
- Beekman J., 2005. Visstandbeheerplan Friese boezem 2005-2015. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVV) i.o.v. VBC Fryslân, Grou.
- Beemster N. & Bijkerk W., 2009a. Nulmeting natuur-indicatoren Nationaal Park De Alde Feanen. A&W-rapport 880 i.o.v. Nationaal Park De Alde Feanen.
- Beemster N. & Bijkerk W., 2009b. Streefwaarden voor natuurindicatoren in Nationaal Park de Alde Feanen. A&W-rapport 1266 i.o.v. Nationaal Park De Alde Feanen.
- Beemster N. & Hut R.M.G. van der, 2007. Huidige natuurwaarden en kansen voor nieuwe natuur in de Tjalleberterkrite e.o. A&W-rapport 927 i.o.v. gemeente Heerenveen.
- Beers M.C., 1992. Het otterstation bij de Grootte en de Kleine Wielen: de achtergrondbelasting van de Kleine en Grootte Wielen met microverontreiniging en een monitoringonderzoek voor het otterpark AquaLutra. Leeuwarden, Provincie Friesland, SON, stageverslag Van Hall Instituut Groningen.
- Beintema A.J. & Timmerman A. Azn., 1976. De tureluur als zoutliefhebber. Het Vogeljaar 1976 17-21; RIB-bericht 67.
- Bekker L. & Ravesteijn M.P., 2013. MER verdieping van de Langwarder Wielen. Voor een dieper, schoner en mooier meer. Tauw Deventer i.o.v. provincie Fryslân. Projectnr. 4827164.
- Belle J. van & Bijkerk W., 2013. Evaluatie waterbeheersingsproject Skarlannen. A&W-rapport 1876 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Belle J. van & Oosterveld E., 2009. Bagger op de Grutte Griene: doen of niet doen? A&W, Veenwouden.
- Belle J. van & Postma J., 2014. Eindevaluatie enclosureproeven de Leijen, Resultaten over 2004 t/m 2013. A&W-rapport 2025. Altenburg & Wymenga, Feanwâlden /Ecofide, Weesp i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Belle J. van, Brongers M., Bijkerk, W. & Rintjema S., 2014. Beheervisie Alde Feanen 2014-2039. Altenburg & Wymenga rapport 1829 i.o.v. en i.s.m. IFG.
- Belle J. van, Minnema N. & Brongers M., 2012. Verdrogingsbestrijding in de Sippenfennen; hydro-ecologische analyse en inrichtingsplan. A&W-rapport 1709 i.o.v. provincie Fryslân.
- Belle J. van, Postma J., Keijzers R., Bijkerk W. & Brongers M. m.m.v. Pot R., 2011. Maatlatten en toetsing Friese waterlichamen 2006-2010. A&W-rapport 1696 i.o.v. Wetterskip Fryslân. Hoofdrapport en Bijlagenrapport.
- Belle J. van, Wymenga E. & Hoekema F., 2013. Programma van eisen Kanaalzone Burgum; ecologie, landschap en recreatie. A&W-rapport 1834 i.o.v. provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân en gemeente Tytsjerksteradiel.
- Bellemakers M.J.S., Maessen M., Cals M.J.R. & Roelofs J.G.M., 1993. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren; eindrapport monitoringprogramma eerste fase. K.U. Nijmegen, eindrapport i.o.v. Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna van het ministerie van LNV.
- Beltman B., Broek T. van den & Vergeer P., 2005. Het beperkte succes van laagveenrestauratie. Landschap 22 (4): 173-179.
- Benders G., Hoekstra U. & Schrale G., 1988. Inventarisatie van de Brekkenpolder t.b.v. het Fosfriproject. Leeuwarden, Afstudeerrapport AHoF.
- Bentham-Jutting W.S.S. van, 1956. Land- en zoetwatermollusken van Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. Basteria 20 (2/3): 41-61.
- Berg G.J., 2002. Literatuuroverzicht zoet-zout overgangen in het Waddengebied. Koeman en Bijkerk i.o.v. het RIKZ.
- Berg H., Groot D. de & Hoogveld J.G.E., 1989. Veenhoop. Landschap 6, extra nummer: 23-42.
- Bergen T. van, Kessel H. van & Meer W. van der, 2004. Evaluatie Actieprogramma diffuse bronnen provincie Fryslân. NovioConsult Nijmegen i.o.v. provincie Fryslân.
- Berger C., 1984. Consistent blooming of *Oscillatoria agardhii* Gom. in shallow hypertrophic lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 910-916.
- Berger C., 1987. Habitat en ecologie van *Oscillatoria agardhii* gomont. Lelystad, RIJP.
- Berger C., 1988. *Oscillatoria*-meren, een eindfase van eutrofiëring: ontstaan, kenmerken en sanering. De Levende Natuur 88 (4): 112-120.
- Berger C. & Bij de Vaate A., 1974. Chemische, bacteriologische en biologische kenmerken van het water in de Lauwersmeer van 1969 t/m 1972. H2O 7 (8): 144-151.
- Berger C. & Sweers H.E., 1988. The IJsselmeer and its phytoplankton - with special attention to the suitability of the lake as a habitat for *Oscillatoria agardhii* Gom. Journal of Plankton Research 10 (4): 579-599.
- Bergs J. van den, 2009. Vissen volgens de KRW. Beleid visstandbeheer Wetterskip Fryslân.
- Bergs J. van den & Boonstra H., 2001. Aanvullend onderzoek rond het ATF-terrein te Drachten. Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân projectcode 300-E244.

- Bergs J. van den, Claassen T.H.L., Thannhauser M. & Vries M. de, 2001. Waterkwaliteitsonderzoek natuurgebied "De Houtwiel". Wetterskip Fryslân.
- Bergs J. van den, Sollie P. & Grijpstra F., 2002. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 2001. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Bergsma B.P. & Leeuw T. de, 1995. Natuurontwikkeling 't Oude Bos; ontwikkeling schraallandvegetaties in het dal van het Koningsdiep. Heerenveen, Staatsbosbeheer, stageverslag.
- Berkel C.J.M. van & Steinhauer I.A., 1988. Drinkpoelen en sloten in het boerenland. Utrecht, Stichting LONL.
- Besseling E. & Hein L., 2011. Mogelijke oorzaken van afname witvis in Nederlandse binnenwateren. H2O 44 (17): 37-39.
- Bestuurlijk Overleg REGIWA, 1995. Procesmatige evaluatie REGIWA-regeling; Proeve(n) van bekwaamheid. Bestuurlijk Overleg REGIWA.
- Bethe F., 1984. Slooppeilverandering. De landbouw aan lager wal? Leeuwarden, SFM.
- Beuzekom A.A. & Vree H.A.G.M. de, 1984. De Kleine Wielen 1981-1982. Nieuwegein, OVB.
- Bezuijen C., 1996. Evaluatie van het Regiwa-project Nanneewijd. Van Hall Instituut Groningen & afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.
- Bierma A.G. & Jong R. de, 1997. De driehoeksmossel in Friesland; ecologie en voorkomen. Waterschap Friesland & Van Hall Instituut, Leeuwarden.
- Bierman S.M., Tien N., Wolfshaar K.E. van de, Winter H.V. & Graaf M. de, 2012. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2009-2011. Imares Wageningen UR i.o.v. Ministerie van EL&I.
- Biezenaar P., 2007. Ecologische beoordeling noordelijke vaarroute. A&W-rapport 894 i.o.v. Stuurgroep Elfstdevaarroute.
- Biezenaar P., 2008. Vervolgonderzoek revitalisering watersysteem 'Sneeker Oudvaart'. A&W-rapport 1199 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Biezenaar P., Ecologische beoordeling herinrichting 'Over de Wiel'. A&W-rapport 1173 Veenwouden i.o.v. Dienst Landelijk Gebied regio Noord.
- Bij H. van der & Veenstra H., 1975. Pingo's, puollen en planten. Fryske Akademy, Leeuwarden. Dr. Botke-rige 5.
- Bijkerk R. & Herk M.J. van, 2011. Fytoplankton in enkele Friese en Groningse plassen onder invloed van tijdelijke droogval in 2011. Rapport 2011-101. Koeman en Bijkerk bv, Haren i.o.v. STOWA watermozaiek.
- Bijkerk R. & Herk M.J. van, 2012. Fytoplankton in enkele Friese en Groningse plassen onder invloed van tijdelijke droogval in 2011 en 2012. Eindrapport. Rapport 2012-087. Koeman en Bijkerk bv, Haren i.o.v. STOWA watermozaiek.
- Bijkerk R., Bulstra C.A. & Herk M.J. van, 2013. Fytoplankton in enkele Friese en Groningse plassen onder invloed van tijdelijke droogval in 2011-2013. Koeman en Bijkerk rapport 2013-083 i.o.v. STOWA.
- Bijkerk W., 2004. Vegetatiemonitoring plagplaatsen Kooisplek Vlieland: 1996-2004. A&W rapport 570.
- Bijkerk W. & Altenburg W., 2005. Beheersvisie Easterskar 2005-2013. A&W-rapportnr. 478 i.o.v. IFG.
- Bijkerk W. & Hullenaar J.W. van 't, 2003. Verdrogingsbestrijding in Hege Mieden en Bancopolder. A&W-rapport 433 i.s.m. Bell Hullenaar ecohydrologisch adviesbureau.
- Bijkerk W., Altenburg W. & Claassen T.H.L., 2004. Water- en oeverplanten in de Leijen; inventarisatie van macrofyten in 2003. A&W-rapport 436 i.o.v. provincie Fryslân.
- Bijkerk W., Everts F.H., Hartog P.S. & Vries N.P.J. de, 1992. Vegetatiekartering Tsjukemar, Sondeler Leijen en andere reservaten in ZW-Friesland. Groningen/Driebergen, Bureau Everts & De Vries (i.o.v. Staatsbosbeheer), Rapport nr. EV 92/4.
- Bijlmakers L. & Nijland G., 1995. De macrofauna van Friese zandwinplassen.
- Bijlsma H., 1980. Bodem- en vegetatieonderzoek in het C.R.M.-reservaat 'De Blauwgraslanden van Akmarijp'. Bijzondere Hogere Landbouwschool Leeuwarden i.o.v. SBB Friesland.
- Bijlsma R. & Leeuw Y. de, 2007. Onderhoud op maat - evaluatierapport. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Blaauw J.H.E., 1986. De invloed van de herziene Meststoffenwet en de nieuwe Wet Bodembescherming op de fosfaatbelasting van Friesland door dierlijke mest. RHLS Groningen en Hoofdgroep Waterstataen Milieu van de provincie Friesland.
- Blaeij A. de, Geertsema W. & Heide M. van der, 2008. Ecologie en economie in het Friese merengebied. Een Ruimtelijke, Interactieve en Transdisciplinaire Afwegingsmethode (RITAM). LEI-rapport 2008-012 Den Haag, Alterra-rapport 1660 Wageningen.
- Blankensteijn I., 2007. Opwarmend water: stress en kansen: klimaatverandering en waterkwaliteit. Het Waterschap (12): 8-10.
- Bleumink H., 2001. Herstel van boezemblauwgraslanden door wateraanvoer. Landwerk 6-2001.
- Bliekendaal D. & Meester C., 1990. Natuurwaarden-onderzoek in de Tjongerdellen Zuid. Leeuwarden, stage-onderzoek AHoF.
- Blind M.W. & Aalderink R.H., 1994. Analyse en optimalisatie van het routinematig meetnet van Waterschap Friesland. Wageningen, STOWA en L.U. Wageningen (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Blind M.W., Aalderink R.H. & Maasdam R., 1995. Design of a trend detection network for water authority Friesland; Monitoring Tailor-made; an international workshop on monitoring and assessment in water management. Lelystad, RIZA. Proceedings of the International Workshop 'Monitoring Tailor-Made': 313-317.
- Bloem J. & Moed J.R., 1985. Density gradient centrifugation (DGC) in Percoll for isolation and characterization of *Oscillatoria* spp. from Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology 15 (2): 197-205.
- Bloem J. & Vijverberg J., 1984. Some observations on the diet and food selection of *Daphnia hyalina* (Cladocera) in an eutrophic lake. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiological Bulletin 18 (1): 39-45.
- Bloemerts M., 2010. Fecale verontreiniging bij Lytse Jerden. cluster Gegevensbeheer Wetterskip Fryslân.
- Bloemerts M. & Boland S., 2011. Effecten van rwzi-effluënten op de waterkwaliteit; toepassing waterkwaliteitsmodel Friese boezem. Arcadis Arnhem i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Blok D. & Bakker N.J., 1989. Zes ecologische proefvlakken in Friesland. Assen, Buro Bakker (i.o.v. Provincie Friesland).
- Blok F. & Fokkema H., 1993. Meetplan waterkwaliteit Vierhuis-Boarnferd. AHoF (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Blok J.W. de, Gaast S.J. van der, Manuels M.W. & Postma H., 1970. Hydrochemische waarnemingen in de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (2): 58-69.
- Blom A., 1985. Herpetofauna en zoogdierfauna van "De Oude Venen". Olterterp, It Fryske Gea.
- Blom B.N., 1974. Onderzoek naar de verschillen in de samenstelling van de vegetatie en van de bodemwieren in hoogtegadiënten en een oost-west transect in de strandvlakte van het eiland Schiermonnikoog. Doctoraal verslag Amsterdam, 1-20.
- Blom G., Paulissen M., Geertsema W. & Agricola H., 2009. Klimaatverandering in drie casestudiegebieden. Integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur. Wageningen UR rapport 255.
- Boed B.J. de & Flootman G.E., 2005. Monitoringprogramma voor de oostkant van NP de Alde Feanen behorende bij LIFE project habitatverbetering van Noordse woelmuis. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 354308.
- Boekel E.M.P.M., Massop H.T.L., Mulder H.M., Renaud L.V., Walvoort D.J.J. & Bolt F.J.E. van der, 2008. Ex-ante evaluatie landbouw en KRW; basisgegevens voor Wetterskip Fryslân. Alterra, Wageningen; werkdocument.
- Boekschoten M., 1975. Lijst van publikaties over het Waddengebied. RIN-rapport Leersum.

- Boenne E.N.A., 1976. Voorlopige proeven met *Bithynia tentaculata* (diepslakje) in het laboratorium. KEMA.
- Boenne E.N.A., 1979. Verandering van de vislarvendichtheid bij de centrale Bergum ten gevolge van recirculatie van het koelwater. KEMA-memo 7 79-81 MO-B.
- Boer A.K. de, 1988. Praktijkervaringen met fosfaatverwijdering op acht installaties in de zuidwesthoek van Friesland. H2O 21 (9): 220-223.
- Boer A.K. de, 1993. Vergaande afvalwaterzuivering en slibverwerking bij het Waterschap Friesland. Waterschap Friesland, Voordracht symposium 27-5-1993.
- Boer C.N. de, 1997. Grondwatermodellering voor het waterbeheer van het natuurgebied De Deelen. Landbouwniversiteit Wageningen i.o.v. Waterschap Friesland.
- Boer E.P. de, 2006. De Groene glazenmaker en de Krabbescheerlevensgemeenschap in Friesland; verspreiding, ecologie, beheer en bescherming. Landschapsbeheer Friesland, Beetsterzwaag i.o.v. provincie Fryslân.
- Boer E.P. de, 2007a. De Oostelijke witsnuitlibel in Friesland 2005-2006. Landschapsbeheer Friesland, Beetsterzwaag & It Fryske Gea, Olterterp.
- Boer E.P. de, 2007b. De Gestreepte waterroofkever *Graphoderus bilineatus* in en rond het Polderhoofd kanaal. Landschapsbeheer Friesland i.o.v. provincie Fryslân.
- Boer E.P. de, 2007c. De Groene glazenmaker *Aeshna viridis* in Fryslân; jaarverslag 3<sup>e</sup> fase 2006. Landschapsbeheer Friesland i.o.v. Landelijke coordinator Groene glazenmaker, provincie Utrecht.
- Boer E.P. de, 2009. Fauna van de Meulereed 2009. Bureau FaunaX.
- Boer E.P. de & Jansen H., 2007. Gedifferentieerd beheer- en onderhoud ten behoeve van Groene glazenmaker en Krabbescheer in Fryslân. Landschapsbeheer Friesland, Beetsterzwaag projectnr. EL 2620 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Boer E.P. de & Wasscher M.T., 2006. Oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*) herontdekt in Nederland. Brachytron 9 (1&2): 14-20.
- Boer H. de, 2013. Waterkwaliteit Polderhoofd kanaal; ontwikkeling, huidige situatie, effecten en monitoring. Van Hall Larenstein i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Boer K. de & Wolff W.J., 1996. Tussen zilt en zoet. Voorstudie naar de betekenis van estuariene gradiënten in het Waddengebied. Vakgroep Mariene Biologie Rijksuniversiteit Groningen i.o.v. RWS-DNN.
- Boer S.M. de, 1996. Beheersaspecten van waterinlaat in het Nanneviid. Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer en Aquatische Oecologie Landbouwniversiteit Wageningen i.o.v. Waterschap Friesland.
- Boer T. de, 1984a. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1984-2.
- Boer T. de, 1984b. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1984. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1984-3.
- Boer T. de, 1986a. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1985. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern rapport 1986-3.
- Boer T. de, 1986b. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer; verslag van de resultaten over 1968-1972. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern rapport 1986-15.
- Boer T. de & Jethoe S., 1981a. Hydrologisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving, verslag van de resultaten over het jaar 1976. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1981-9.
- Boer T. de & Jethoe S., 1981b. Hydrologisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving, verslag van de resultaten over het jaar 1977. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1981-8.
- Boer T. de & Jethoe S., 1981c. Hydrologisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving, verslag van de resultaten over het jaar 1978. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1981-7.
- Boer T. de & Jethoe S., 1981d. Hydrologisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving, verslag van de resultaten over het jaar 1979. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1981-4.
- Boer T. de & Jethoe S., 1981e. Hydrologisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving, verslag van de resultaten over het jaar 1980. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1981-6.
- Boer T. de, Ebert J., Hoogveld H., Kramer H. & Voerman J., 1991. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek Tjeukemeer, Tjeukemeer - punt 11, Tjonger, Echten-Bantega, Loosrechtse plassen en Gooimeer (open water en tussen riet). Basisgegevens 1990. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1991-6.
- Boer T. de, Hoogveld H. & Kramer H., 1990. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek Tjeukemeer, Tjeukemeer - punt 11, Tjonger, Echten-Bantega, Loosrechtse plassen. Basisgegevens 1989. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1990-3.
- Boer T. de, Hoogveld H., Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1985. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1984. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1985-6.
- Boer T. de, Hoogveld H., Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1986. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1985. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1986-3.
- Boer T. de, Kramer H. & Voerman J., 1990. Dynamiek en speciatie van "opgelost" organisch koolstof, "opgeloste" nutriënten en sporelementen in het Tjeukemeer, polderwater Echten-Bantega en twee petgaten bij "De Alde Feanen" bij Earnewald (Friesland) in 1987 en 1988. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1990-2.
- Boer T. de, Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1985. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in twee petgaten in "De Alde Feanen" bij Earnewoude (Friesland), verslag van de resultaten over 1984. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1985-2.
- Boer T. de, Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1986. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in twee petgaten in "De Alde Feanen" bij Earnewoude (Friesland), verslag van de resultaten over 1985. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1986-4.
- Boer T. de, Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1987a. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1986. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1987-5.
- Boer T. de, Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1987b. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in twee petgaten in "De Alde Feanen" bij Earnewoude (Friesland), verslag van de resultaten over 1986. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1987-3.
- Boer T. de, Kramer H., Schrotenboer J. & Voerman J., 1988a. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in twee petgaten in "De Alde Feanen" bij Earnewoude (Friesland), verslag van de resultaten over 1987. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1988-4.



- Boer T. de, Kramer H., Schrottenboer J. & Voerman J., 1988b. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1987. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1988-5.
- Boer T. de, Kramer H., Schrottenboer J. & Voerman J., 1989a. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in twee petgaten in "De Alde Feanen" bij Eernewoude (Friesland), verslag van de resultaten over 1988. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1989-3.
- Boer T. de, Kramer H., Schrottenboer J. & Voerman J., 1989b. Hydrologisch, fysisch en chemisch onderzoek in het Tjeukemeer en omgeving; verslag van de resultaten over 1988. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1989-6.
- Boer T.W. de & Boer J. de, 1978. Zoetwaterslakken uit de sloten rond Leeuwarden. Veld en Vitrine 63: 611.
- Boer W. de, 1999. Vismigratie tussen Terschelling en de Waddenzee. p 79-80 in: Schutte H. & Boer T. den (eds.) Lang leve de Lepelaar. Vogelbescherming Nederland.
- Boer W. de, 2010. Waterkwaliteit en waterbeheer van de Rottige Meente. Van Hall Larenstein & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Boersma M., 1994a. On the seasonal dynamics of *Daphnia* species in a shallow eutrophic lake. Amsterdam, Limnologisch Instituut, Dissertatie Universiteit van Amsterdam.
- Boersma M., 1994b. Effect of food, predation and temperature on the population dynamics and life-history of *Daphnia* spp. In Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut.
- Boersma M. & Vijverberg J., 1994. Seasonal variations in the condition of two *Daphnia* species and their hybrid in a eutrophic lake: evidence for food limitation. Journal of Plankton Research 16 (12): 1793-1809.
- Boersma M., Densen W.L.T. van & Vijverberg J., 1991. The effect of predation by smelt (*Osmerus eperlanus*) on *Daphnia hyalina* in a shallow eutrophic lake. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh. Internat. Verein. Limnol. 24 (4): 2438-2442.
- Boersma S.F.J. & Voogt E.I.B.V., 1993. Landschapsbeleidsplan Kollumerland c.a. Boskoop, I.A.H.L.
- Bogert H. van den, 1989. Watersalamanders in Friesland. Vanellus 42 (3): 70-76.
- Bogert H. van den, 2002. Geef de ringslang in Fryslân een kans; Actie 'help de ringslang'. H. van den Bogert, Elsloo i.o.v. provincie Fryslân.
- Bohemen H.D. van, 1974. Bodemalgenvegetatie in de strandvlakte van Schiermonnikoog. Doctoraal verslag Amsterdam, 1-9.
- Boiten W., Dommerholt A. & Dijkhuis L.J.J., 1991. Hydrologisch meetplan Waterschap Lits en Lauwers. Wageningen, L.U. Wageningen (i.o.v. Waterschap Lits en Lauwers), rapport 18.
- Bolier G., 1994. Criteria used to assess nutrient of algae by bioassays. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 1917-1921.
- Bolier G., 1995. Effect van beheersmaatregelen op het algengroeiëbepalend nutriënt in enkele watersystemen in het gebied "De Oude Venen". Delft, T.U. Delft, tussenrapportage.
- Bolier G., 1996. Verschuiving van het algengroeiëbepalend nutriënt in enkele watersystemen in het gebied de 'Oude Venen'. TU Delft, sectie Hydrologie en Ecologie rapport 96-01.
- Bolier G. & Claassen T.H.L., 2000. Limiting nutrients for algal growth before and after lake restoration in a Frisian wetland area (The Netherlands). Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 567-573.
- Bolier G. & Veer B. van der, 1991. Algengroeiëbepalend nutriënt in enkele watersystemen in het gebied "de Oude Venen". TU Delft vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersinfo rapport 91-01.
- Bolier G. & Veer B. van der, 1993. Algengroeiëbepalend nutriënt in enkele watersystemen in het gebied "De Oude Venen". Eindrapportage. Delft, T.U. Delft, nr. 93-01.
- Bolier G., Veer B. van der & Claassen T.H.L., 1993. Bioassays, toegepast in het proefproject integrale eutrofiëringbestrijding De Oude Venen, Friesland. Delft/Leeuwarden, T.U. Delft, Provincie Friesland. H2O 26 (19): 555-561.
- Bonhof G.H., Spier J.L. & Waardenburg H.W., 2007. Visstandbeheer en -monitoring in de Leijen. Bureau Waardenburg, Culemborg rapport nr. 07-037 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Bonhof G.H., Waardenburg H.W. & Burger K., 2004. Visstandbeheerproeven in natuurgebied De Deelen; tussenrapportage. Bureau Waardenburg rapport nr. 04-122 i.o.v. SBB regio Fryslân.
- Bonhof G.H., Waardenburg H.W. & Burger K., 2006. Visstandbeheerproeven in natuurgebied De Deelen; eindrapport. Bureau Waardenburg rapport nr. 04-122.
- Bonnema F.D., 1982. Water- en chloridebalans van het bemalingsgebied Zwarte Haan (WS Noordlik Westergoa). Doctoraalonderzoek Wageningen.
- Bonnema F.D., 2000. Evaluatie Waterwinning Schiermonnikoog 1999. afdeling R&D Nuon Water.
- Bonnema F.D. (ed.), 1994. Vlielands water in balans. Stuurgroep Project Integraal waterbeheer Vlieland.
- Boogaard F., Sollie P., Koops K. & Grondsma R., 2006. Vuiluitwerp rioolstelsel heeft weinig effect op zuurstofhuishouding oppervlaktewater. H2O 39 (14/15): 42-44.
- Boogholt W. & Tjoelker W., 2003. Herintroductie Spiegelkarper in de Friese boezem; periode 2003-2007. Karperstudiegroep Nederland.
- Boois I.de, Slingerland T. & Meijer M.L. (eds.), 1997. Actief Biologisch Beheer in Nederland; projecten 1987-1996. RIZA nota 97.084; Platform EHM nota 98.01.
- Booma T.J.K. van, 2013. Vismigratie in Fryslân: opzet van een gestructureerde datavoorziening van migratiekelpunten bij Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Booma T.J.K. van & Bouwmans L., 2013. Onderzoek naar de in- en doortrek van Driedoornige stekelbaars en glasaal en het foeragegedrag van lepelaars bij Roptazijl en Zwarte Haan. Van Hall Larenstein en Altenburg & Wymenga.
- Boomen R.M. van den, 1995. REGIWA-project Haalbaarheid AMK in stedelijk water van Leeuwarden; Fase II Uitvoering voorbeeldproject. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland, Gemeente Leeuwarden), projectcode Lw.26.7.
- Boomen R.M. van den & Kampf R., 2012a. Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen. STOWA rapport 2012-10; hoofd rapport.
- Boomen R.M. van den & Kampf R., 2012b. Waterharmonica's in Nederland 1996-2011: van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater. STOWA-rapport 2012-12.
- Boomen R.M. van den & Kampf R., 2013. De toekomst van de Waterharmonica in Friesland; verkenning mogelijkheden 2012-2027. Witteveen+Bos & Rekel/water projectcode LW289-47.
- Boomen R.M. van den, Claassen T.H.L. & Kampf R., 2013. Vijf jaar monitoring Waterharmonica Aqualân Grou. H2O-Online 16 juli 2013, jrg 46.
- Boomen R.M. van den, Kampf R. & Claassen T.H.L., 2012a. Waterharmonica Aqualân Grou; vijf jaar monitoring. Witteveen+Bos, VU Amsterdam en Wetterskip Fryslân.
- Boomen R.M. van den, Kampf R. & Claassen T.H.L., 2012b. Waterharmonica, de natuurlijke overgang van waterketen naar watersysteem. in Bohemen H. van (ed.) Eco-engineering, een symbiose van harde en zachte systemen: 99-106. Delft.
- Boomen R.M. van der, Uijterlinde C. & Foekema E., 2012. Waterschappen klaar voor de 'Waterharmonica'. H2O 45 (10): 4-5.

- Boomen R.M. van den & Roos C., 1993. Haalbaarheid algemene milieukwaliteit oppervlaktewater en waterbodem in Leeuwarden, deel II: water- en stofbalansen. Deventer, Witteveen + Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw.26.3.
- Boomen, R.M. van den, Kampf R. & Mulling B.T.M., 2012c. Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen. STOWA rapport 2012-10 hoofdrapport; 2012-11 deelstudierapport.
- Boomsma J.J., 1974. Een oriënterend onderzoek naar het voorkomen van gelaagdheid in de diatomeeën-flora in de bodem van de strandvlakte van Schiermonnikoog. Doctoraal verslag Amsterdam.
- Boon T., 2004. Emissiebeheerplan Waddenzeegebied 2004-2008. RWS directie Noord-Nederland.
- Boonman A.P.H., 1970. Enige chemische en fysische bepalingen in de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (2): 70-76.
- Boonstra F., 1987. Microscopische bepaling van de kritische druk van abundant cyanobacteriën, geïsoleerd uit het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1986-2.
- Boonstra H., 2001. Bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater van Friesland, 1991-2000. Van Hall Instituut en afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân projectcode 300-T243.
- Boorsma J.S. & Koopal M., 1991. Met zoute kwel in de knel. De kwalificering en kwantificering van de zoute kwel in het gebied tussen Arum en Kimsward en de invloed daarvan op het grondgebruik. Leeuwarden, Afstudeerrapport AHoF.
- Borgts H.E.M., 1978. Vergelijkend onderzoek aan Dipteralarven van het in- en uitlaatgebied van de Bergumermeercentrale gedurende 3 jaar (1973, 1974 en 1976). KEMA.
- Borsje W.J., 1965. Onderzoek naar de samenstelling en ontwikkeling van de "Aufwuchs"-gemeenschap op bladeren van *Zostera marina* L. in de monding van de 2<sup>e</sup> kreek, gelegen in de Oosterkwelder te Schiermonnikoog. Doctoraal verslag Amsterdam.
- Borst M., 1995. Overzicht onderzoek Alde Feanen. Inventarisatie van natuur- en beleidsonderzoeken in de Oude Venen (Friesland), 1934-1994. Groningen, OPAF, rapportnr. 95.01.
- Borst M. & Oosting K., 1993. Evaluatie van de ecologische beheersprogramma's van Friesland. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Afstudeerverslag Van Hall Instituut.
- Bos B. & Vries J. de, 1996. De praktische toepasbaarheid van remote sensing voor het beheer van binnenwateren. Van Hall Instituut Groningen i.o.v. Waterschap Friesland.
- Bos E., 2013. Eindrapportage optimalisatiestudies afvalwatersystemen (OAS); aanpak, resultaten en afspraken over optimaliseren van het functioneren van zuiveringskringen. Wetterskip Fryslân (onderdeel Fries Bestuursakkoord Water).
- Bos J. van den, 1992. Biologisch meetnet Friesland; rapportage 1991. Documentatiesysteem voor natuurterreinen in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.
- Bos M., 1987. Onderzoek naar de hydroxamaatproductie van *Scenedesmus quadricauda* en *Oscillatoria agardhii* uit het Tjeukemeer in ijzerbeperkte chemostaten. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenrapport 1987-15.
- Bosch H. van den, 1983. Friese meren worden nooit meer wat ze geweest zijn. Friesland Post 10 (111): 4-6.
- Boschinga W. van, 2004. Associatie van Sterkranswier (*Nitellopsidatum obtusae*); fascinerende onderwaterflora. Inzicht in natuur 16 (2): 12-13.
- Bosma H. & Krol M., 2012. Otter definitief terug in Fryslân? Twirre 22 (2): 18-21.
- Bosma M.A., 2011. Basisrapport Waterkwaliteit KRW-innovatieproject Flexibel peilbeheer in Fryslân. Van Hall Larenstein & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Boswijk M., 1994. Proef rietinplant REGIWA-project Nanneviid. Leeuwarden, Waterschap Friesland.
- Bots W.C.P.M. & Gijzen M.E.A. van, 1978. Relatie tussen het fysisch-chemisch en het biologisch wateronderzoek in het Noorden des Lands. Deelrapport 3 Relatie tussen het fysisch-chemisch en het biologisch wateronderzoek. ISP milieuonderzoek, Wageningen-Leersum.
- Bots W.C.P.M., Jansen P.C. & Noordewier G.J., 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het Noorden des lands. Deelrapport 1. ICW Wageningen.
- Bouvier G. & Meijer A., 2010. Behoud legakker- en petgatenstructuur in lagveengebieden 'de Deelen' en de 'Rottige Meente'. Van Hall Larenstein i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Bouma E., Van der Meulen J.D., Smedes H. & Zijlstra D.A., 1997. Waterkwaliteitsontwikkeling in de Alde Feanen. Evaluatie van herstelmaatregelen. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 97.04.
- Bouta M., 2008. Rietinventarisatie 2008. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Bouwuis H. & Linders J., 2004. Waterkwaliteits- en -kwaliteitsontwikkelingen in de Friese meetgebieden in de periode 1995-2000. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân projectnr. 14792-141162.
- Bouwuis J.S., Dijkstra S. & Kroes S.A., 2003. Inrichtingsplan Oude Potmarge. Oranjewoud Heerenveen projectnr. 14792-135575.
- Braaksma S., 1959. De Rottige Meente bij Nijetrijne, een van de belangrijkste natuurreservaten in Nederland. DLN 62: 136-138.
- Braaksma S.D., 1984. Vegetatiekartering van een aantal petgaten binnen de Rottige Meente. Staatsbosbeheer Friesland, dienstvak natuurbehoud, Leeuwarden.
- Braaksma S.D., 1988. Inventarisatie van het natuurreservaat het Nanneviid. Staatsbosbeheer.
- Braaksma S.D., 1989. Inventarisatie van het object de Mieden. Leeuwarden, Staatsbosbeheer.
- Braat L.C., Amstel A. van, Nieuwhof E., Runhaar J. & Vos J.B., 1987. Verdroging in Nederland. Probleemverkenning. Instituut voor Milieuvraagstukken, Centrum voor Milieukunde, Ministeries van V&W en VROM.
- Bralts J., Vries J.de, Terwisscha van Scheltinga W., Ploeg E.van der, Postma J. & Benning H., 2003. Projectverslag Monitoring en effectvoorspelling Potmarge. Van Hall Instituut i.o.v. Wetterskip Fryslân en gemeente Leeuwarden.
- Brandsma O.H., 1991. Natuurbeleidsvisie zuidwest-Friesland. Leeuwarden, SFM.
- Brans K. & Pater H., 1986. Toepassingsmogelijkheden van remote sensing bij de opsporing van oppervlaktewatervervuiling. Leeuwarden, PWS van Friesland, Projectverslag BHLS.
- Brans-van Megen B.C., 1995. Technisch document; "Pingo's 1993", Verslag van chemisch en biologisch onderzoek in de pingo's van Friesland 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Intern rapport.
- Brans-van Megen B.C., 1996. Technisch document 'vis(stand)gegevens in Friesland'; verslag van visonderzoek in Friesland. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Brans-van Megen B.C., 1998a. Technisch document 'De Veenhoop' verslag onderzoek in petgaten 1996-1997. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 300-T033.
- Brans-van Megen B.C., 1998b. Technisch document 'Pingo-ruïnes 1996'. Waterschap Friesland afdeling laboratorium rapportnr. 300-T031.
- Brans-van Megen B.C., 1999. Technisch document "AQUALUTRA". Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 300-T042.
- Brans-van Megen B.C. & Claassen T.H.L., 2003. Technisch document 'Pinguoruïnes 1993-2000'. Wetterskip Fryslân afdeling Watersystemen.

- Brantjes N.B.M & Higler L.W.G., 1970. Een numerieke vergelijking van de macrofauna in *Stratiotes*-verlandingen. Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging 4: 87-92.
- Brantjes N.B.M., 1972. Methodiek voor Waterbeoordeling. Met fytoplankton-waarnemingen verkregen evaluatiecriteria voor natuurgebieden. RIN-rapport Leersum; rapport Geobotanie KU Nijmegen.
- Bree B. van & Raaij J. van, 2006. Vergroten gemaalcapaciteit Friese boezem: gemaal Vijfhuizen. Ontwerp van een nieuw vizelgemaal om in Noard-Fryslân Butendyks een zoet-zout gradiënt te realiseren. Tauw i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Breeuwsma, 1984. De fosfaathuishouding van zandgronden in relatie tot de waterkwaliteit. Wageningen, Stiboka, nr. 1840.
- Bremer P., 1980. De populatiedynamiek en voedselocologie van *Neomysis integer* in het Slotermeer. Verslag Limnologisch Instituut 1980-20.
- Bremer P. & Vijverberg J., 1982. Production, populationbiology and the diet of *Neomysis integer* (Leach) in a shallow Frisian lake. *Hydrobiologia* 93: 41-51.
- Brenninkmeijer A., 2013. Vismigratie in Noordwest Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Brenninkmeijer A. & Dulleman D. van, 2004. Monitoring vispassages Roptazijl met achterland en Terschelling in 2003. A&W-rapport 462.
- Brenninkmeijer A. & Dulleman D. van, 2006. Vismonitoring van de aangepaste DeWitpassage bij Wier in 2006. A&W-rapport 844 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Brenninkmeijer A. & Dulleman D. van, 2007. Glasaalaanbod bij gemaal Zwarte Haan in 2007. A&W-rapport 966 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Brenninkmeijer A. & Kuiken K., 2014. Vismigratie bij Roptazijl 2002-2014. *Twirre* 25 (8).
- Brenninkmeijer A. & Weyde C. van der, 2011. Monitoring stroomopwaartse vismigratie visvriendelijk gemaal Offerhaus in voorjaar 2011. A&W-rapport 1664 i.o.v. Tauw.
- Brenninkmeijer A. & Wymenga E., 2007. Verbetering visintrek Friese kust; projectvoorstel. A&W-rapport 959 i.o.v. Friese Bond van Binnenvissers.
- Brenninkmeijer A., & Dulleman D. van, 2006. Vismonitoring van de aangepaste DeWitpassage bij Wier in 2006. A&W-rapport 844.
- Brenninkmeijer A., Dulleman D. van, Burg Y. van der & Vonk J., 2003. Monitoring vispassages Roptazijl met achterland en Terschelling in 2003. A&W-rapport 462.
- Brenninkmeijer A., Heide Y. van der & Dulleman D. van, 2003. Monitoring vispassages Roptazijl en Terschelling in 2002. A&W-rapport 333 i.o.v. Wetterskip De Waadkant en Wetterskip Fryslân.
- Brenninkmeijer A., Hut R. van der & Koopmans M., 2008. Verspreiding van beschermde vissoorten in Fryslân. A&W-rapport 1029 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Brenninkmeijer A., Wymenga E. & Dulleman D. van, 2005. Monitoring vispassages Roptazijl en Terschelling 2002-2004 Eindrapportage. A&W-rapport 553 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Breukel R.M.A., Phernambucq A.J.W., Wilting A., Teunissen-Ordeman H.G.K. & Geenen J.P.W., 1996. Sporen in water, zes jaar speuren. Evaluatie van het I-lijst onderzoek; verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland in de periode 1990-1995. RIZA-notanr. 96.075, Rapport RIKZ 96.036.
- Breukink N. & Pander A., 1988. Functie-analyse voor oppervlaktwater. Leeuwarden, Provincie Friesland, Afstudeerscriptie Van Hall Instituut.
- Brinkhuizen D.C., 1992. Het dieet van de otter (*Lutra lutra*) in De Deelen en de Oude Venen (Friesland) bepaald door middel van analyse van spraints. Groningen, SON, Groningse Stichting voor Archaeozoologisch Onderzoek.
- Brinkman A.G., 1987. Biotisch modelonderzoek in het Zuid-west Friese merengebied, in het kader van het FosFri-project. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT87/018/133.
- Brinkman A.G., 1989a. Tmsim, een integraal waterkwaliteitsmodel voor simulatie van eutrofiëringsprocessen in ondiepe meren. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT89/047/133.
- Brinkman A.G., 1989b. Waterbewegingen in het boezemgebied van Friesland bij een aantal mogelijke beheersmaatregelen. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT89/043/133.
- Brinkman A.G. & Smeitink D.J.W., 1989. Berekeningen van waterstromingen in het boezemgebied van Friesland met het stationaire stromingsmodel Friflow. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT89/032/133.
- Brinkman A.G. & Straten G. van, 1989. Friflow, een computerprogramma ter berekening van stationaire stromingen in een kanalen-knooppuntensysteem. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT89/009/133.
- Brinkman A.G., Huet H.J.W.J. van & Straten G. van, 1989. Fosfauteutrofiëringsonderzoek FosFri; verslag van veld-laboratorium en modelonderzoek in het Zuid-west Friese merengebied gedurende de periode 1984-1989. Eindrapport. T.U. Twente Enschede, Limnologisch Instituut Oosterzee.
- Brinkman A.G., Smeitink W., Sturing J. & Visscher D.A., 1988a. Sediment en bodem-water uitwisselingsprocessen in het Zuid-West Friese boezemgebied. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT088/132/133.
- Brinkman J.J., Griffioen P.S., Groot S. & Los F.J., 1987. A water quantity and quality model for the evaluation of water management strategies in the Netherlands - Application to the province of Friesland -. Delft, WL, Delft Hydraulics Communication no. 380. Proceedings symposium Advances in water pollution control London 30 June-2 July 1987.
- Brinkman J.J., Groot S., Los F.J. & Griffioen P., 1988b. An integrated water quality- and water quantity model as a tool for water management. Application to the province of Friesland, the Netherlands. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23 (3): 1488-1494.
- Brinkman J.J., Mooij W.M. & Sprengers C.J., 1990. Waterinlaatscenario's voor de provincie Friesland. Delft, WL (i.o.v. Grontmij).
- Brocades Zaalberg P., 1988. Het buitendijkse land rond het IJsselmeer: Friesland. *IJsselmeerberichten*, nr. 63: 8-11.
- Broekhuizen S., 1986. Een otter *Lutra lutra* (L. 1758) uit het natuurreservaat De Rottige Meenthe met niersteen, lever tumor en PCB's. *Arnhem, Lutra*, vol 29: 298-302.
- Broekhuizen S. & Ruiter-Dijkman E.M. de, 1988. Otters *Lutra lutra* met PCB's: de zeehondjes van het zoete water? *Lutra* 31: 68-78.
- Broers H.P., 1986. Detailonderzoek Kwel en Wegzijing ZW-Friesland. Leeuwarden/Oosterzee, Provincie Friesland, Limnologisch Instituut.
- Broers H.P., 1987. Grondwaterstromingsstelsels in Zuid Friesland: toepassing van regionale hydrologische systeemanalyse ten behoeve van het eutrofiëringsonderzoek van de Friese boezem. Leeuwarden, V.U. Amsterdam, Limnologisch Instituut (i.o.v. Provincie Friesland).
- Broers H.P., 1988. Modelstudie Grondwaterstromingsstelsels in Zuid Friesland. Delft, V.U. Amsterdam, TNO (i.o.v. Provincie Friesland).
- Bromley H.J., 1970. The Cladocera of Tjeukemeer. Mr. Sc. Thesis, Liverpool.
- Bromley H.J. & Vijverberg J., 1970. Zooplankton. *Meded. Hydrobiol.* Ver. 5 (2): 80-84.
- Brongers K. & Twisk A.A., 1984. Vegetatiekundige en oecologische inventarisatie en kartering van een deel van het Fochteloërveen. Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, Hugo de Vries-Laboratorium, intern rapport.
- Brongers M., 2003. Monitoring Vlieland 2003 plagplaatsen Kooisplek en graslandjes langs Postweg. A&W-rapport 463 i.o.v. Vitens.
- Brongers M. & Altenburg W., 1993. Beheersplan voor het natuurreservaat It Heidenskip. Veewouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 46.



- Brongers M. & Altenburg W., 2010. Mitigatie Friese Merenproject Zuidwest Fryslân. Waterhuishouding, beheer en rustgebieden in bestaande natuur. A&W-rapport 1529 i.o.v. provincie Fryslân.
- Brongers M. & Belle J. van, 2008. Better Wetter: peildynamiek voor een vitale Friese boezem. A&W-rapport 1144 i.o.v. SBB, IFG en Wetterskip Fryslân.
- Brongers M. & Belle J. van, 2010. Wat kan variabel peilbeheer in de Friese boezem opleveren aan natuur? Een korte verkenning. A&W-rapport 1512 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Brongers M. & Oosterveld E.B., 2007. Verbeterplannen voor 5 kleine natuurterreinen in zuidoost-Fryslân. A&W-rapport 552 i.o.v. provincie Fryslân.
- Brongers M., Plantinga J.E. & Schut J., 2008. Monitoring Verdrogingsbestrijding Sneekermeergebied 2001-2007. A&W-rapport 1042.
- Brongers M., Wymenga E. & Jalving R., 1999. Ecologisch onderzoek in de herinrichting Alde Feanen. A&W-rapport 200 i.o.v. DLG.
- Broodbakker N.W. & Clewits M.R.A., 1997. Prioritering van herstelmaatregelen voor de functiewateren in de provincie Friesland. DHV Water i.o.v. Waterschap Friesland. Hoofdrapport en Bijlagen.
- Brouns K., 2010. Climate change and the effects on decomposition and mineralisation. Literature survey, Utrecht University.
- Brouns K. & Verhoeven J.T.A., 2013. Afbraak van veen in veenweidegebieden: effecten van zomerdroogte, verbraking en landgebruik. Eindrapport van het project HSOV01A Hotspot Ondiepe wateren en Veenweidegebieden Universiteit Utrecht. KvK rapportnr. 97/2013.
- Brouwer E., Kleef H. van, Dam H. van, Loermans J., Arts G.H.P. & Belgers J.D.M., 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Stichting Bargerveen, B-ware, Natuur en Water en Alterra i.o.v. Dienst Kennis ministerie LNV. Rapportnr. 2009.11.
- Brouwer M. & Brand S., 1991. De Lindevallei. Olterterp, It Fryske Gea, stageverslag M.Tu.S. Frederiksoord.
- Brouwer M. & Verhagen F., 1995. Het Oosterschar; Een waterhuishoudkundige herinrichting. Arnhem, It Fryske Gea, afstudeerrapport IAHL.
- Brouwer R., 2003. De sociaal-economische waarde van natuurlijker peilbeheer in het Friese merengebied: toepassing van de contingent waardering en reiskostenmethode en belevingswaardenonderzoek. Bouwdienst RWS & RIZA rapport 2004.017.
- Brouwer R., Claassen T.H.L., Coops H. & Veeren R. van der, 2004. De economische waarde van natuurlijk peilbeheer in de KRW. H2O 37 (25/26): 25-27.
- Brouwer R., Veeren R. van der, Konijnenburg P. van, Stronk L. & Uitzinger J., 2003. De sociaal-economische waarde van natuurlijker peilbeheer in het Friese merengebied: toepassing van de contingent waardering en reiskostenmethode en belevingswaardenonderzoek. RIZA rapport 2004.017.
- Brug J. van der, 1987. Het ontwerp van een besluitvormingsondersteunend systeem ter bepaling van een binnenvisserijbeleid in Friesland. Enschede, T.U. Twente.
- Bruijn H.T.M. de, 1986. Onderzoek naar de bijdrage van polders aan de fosfaat- en stikstofbelasting van het boezemwater in het zuidwestelijk merengebied van Friesland. Bijzondere Hogere Landbouwschool Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Milieu, intern rapport.
- Bruin L. & Jansen P., 2008. Casestudie waterkwaliteit en gebiedskwaliteit. Royal Haskoning i.o.v. Rijkswaterstaat Waterdienst project 9T3649.A0.
- Bruinink J., 1999. Nijkspolder. projectverslag Noordelijke Hogeschool Leeuwarden.
- Bruins Slot E. & Claassen T.H.L., 1999. Opletten bij de aanleg van helofytenfilters op laagveen. Landinrichting 39 (2): 13-17.
- Bruins Slot E. & Haan M. de (eds.), 2004. Raamplan Landinrichting Alde Feanen. Dienst Landelijk Gebied en provincie Fryslân i.o.v. Landinrichtingscommissie Alde Feanen.
- Bruinsma J., 2001. Doorschijnend glanswier in de Blaagerzen, eerste vondst in Fryslân. Twirre 12-3: 112-113.
- Bruyn N. de, 1969. De productie van hogere planten in de oeverzone van het Tjeukemeer. Verslag Limnologisch Instituut, Nieuwersluis.
- Buijse T., Beld T. van den, Breve N. & Wannings H., 2009. Migratiemogelijkheden voor aal door Nederland. Deltares i.o.v. RWS Waterdienst.
- Buiteveld H., Meulstee C. & Jordans R., 1987. Het gebruik van Landsat opnamen voor waterkwaliteitsonderzoek in het IJsselmeergebied. DBW, RIZA, RWS, BCBS-rapport no. 87-18.
- Buiteveld H., Roeters P.B., Claassen T.H.L. & Appelman K., 1993. Water Quality Monitoring and Management with Remote Sensing from Regional Scale to National scale. Enschede, Proc.symp. Operationalization of remote sensing: 99-108.
- Bult B., 1996. Procesoptimalisatie rwzi Heerenveen-Noord. De Klaarsteester 31 (2): 4-7.
- Bult B., 1998. RWZI Kootstertille gaat derde levensfase in: voordentrificatie voor Waterschap Friesland eerste maal toegepast. Neerslag 33 (6): 3-7.
- Bult B., 2003. Leeuwarden koppelt aan. 62-63 in: Ontwerpen met regenwater. Stichting Rioned, Ede.
- Burg Y. van der & Vonk J., 2003. Een onderzoek naar de intrek van stekelbaarzen en het foerageersucces van de lepelaar op Terschelling. Van Hall Instituut / A&W projectnr. 334305.
- Burgers E. (ed.), 2002. Hormoonontregeling boven water. LOES in beeld. RIZA en RIKZ.
- Burgh L. van der, 2008. Van effluent naar 'natuurlijk' oppervlaktewater. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Buro Bakker, 2013. Nader ecologisch onderzoek voor de aanleg van een fietspad aan Leechlan. Buro Bakker adviesbureau voor ecologie, Assen i.o.v. provincie Fryslân.
- Buro Hemmen, 2005. Beheer- en Inrichtingsplan Nationaal Park de Alde Feanen; in nije faze. Buro Hemmen i.o.v. Overlegorgaan NP de Alde Feanen i.o.
- Buro LB&P & IWACO, 1989. Ondergrondse grondwaterwinning Waddeneilanden: Hoofdrapport Ameland.
- Buro Natuur + Water, 2008. De inzet van rietsnijders bij het realiseren van natuurdoelen, waterkwaliteitsdoelen en landschapswaarden in de voor Natura2000 aangemelde laagveenmoerasgebieden. Buro Natuur + Water, De Wijk i.o.v. het Ministerie van LNV.
- Bussink H., Medemblik J. & Pierik J., 1992. De Gruyts op de grens van zout naar zoet. . . . . Velp, IAHL (i.o.v. de Vogelwacht Kollum), verslag IAHL.
- Butot L.J.M., 1963. De Molluskenfauna van Ameland. Basteria 27 (5/6): 69-83 (RIVON meded. 155).
- B-Ware, 2012a. Notitie bodemgesteldheid 3 meren in Friesland: Vogelhoek, 't Zwin & Botmar. Notitie B-Ware rapport nr. 2012.45.
- B-Ware, 2012b. WaterBODEMbeheer in Nederland: Maatregelen Baggeren en Nutriënten (Baggernut); metingen interne nutriëntenmobilisatie en decompositie (MIND Baggernut). B-Ware, Nijmegen rapportnr. 2012.18.

## C

*Colymbetes fuscus* (waterkever)

- Cals M.J.R., 1992. De grote schoonmaak van het Griltjeplak en de Badhuiskuil. *De Levende Natuur* 93 (6): 180-181.
- Cals M.J.R., Bellemakers M.J.S., Maessen M. & Roelofs J.G.M., 1993a. Voorwaarden en perspectieven voor herstel van verzuurde en geëutrofeerde oppervlaktewateren. in: Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen: 31-62. Proceedings symposium 30 oktober 1992 KU Nijmegen.
- Cals M.J.R., Graaf M. de & Roelofs J.G.M. (eds.), 1993b. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Proceedings symposium KU Nijmegen op 30 10 1992 i.s.m. Directie NBLF van het ministerie van LNV.
- Campen L. van & Edlinger B., 1980. Kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van gemeenschappen gedomineerd door *Zannichellia palustris* L. en *Potamogeton*-soorten in sloten op Terschelling. Doctoraal verslag KU Nijmegen.
- Cazemier W.G., 1984. De Brasemtrek in het visseizoen 1982/1983 onder invloed van Brasemstanduitdunningen in het zuidwestelijke deel van de Friese boezem. IJmuiden, RIVO, tussenrapport.
- Cazemier W.G., 1992. Biologische monitoring zoete rijkswateren. Operationele uitwerking visstand Lelystad, RIZA, RIVO, DLO, werkdocument.
- Cazemier W.G., Heul J.W. van der & Klepper C.J., 1985. Effecten van een grootschalige Brasemstanduitdunning in Friese boezemwateren. IJmuiden, RIVO, rapportnr. BW 85-03; project: 7022.
- Chambers M.R., 1969. Investigations on the littoral fauna of the Tjeukemeer. *Contactbl. v. Oecol.* 5 (3): 39-43.
- Chambers M.R., 1971a. Littoral studies (Tjeukemeer). *Meded. Hydrobiol. Ver.* 5 (2): 86-91.
- Chambers M.R., 1971b. Studies on the littoral fauna of Tjeukemeer. Thesis for the degree of Ph.D. Liverpool University.
- Chambers M.R., 1971c. The dominance, production and utilization of *Gammarus tigrinus* (Sexton) in the exposed *Phragmites* reed beds of the Tjeukemeer (Holland). *Hydrobiologia* 12: 297-303.
- Chambers M.R., 1973. Notes on the gammarid fauna of the Frisian lake district following the invasion of the alien amphipod *Gammarus tigrinus* (Sexton). *Bull. Zool. Mus., Univ. Amsterdam* 3 (1): 1-6.
- Chambers M.R., 1977a. A comparison of the population ecology of *Asellus aquaticus* (L.) and *Asellus meridianus* RAC in the reed beds of the Tjeukemeer. *Hydrobiologia* 53: 147-154.
- Chambers M.R., 1977b. The population ecology of *Gammarus tigrinus* (Sexton) in the reed beds of the Tjeukemeer. *Hydrobiologia* 53: 155-164.
- Chambers M.R., 1987. The status of the alien amphipod *Gammarus tigrinus* (Sexton, 1939) in Friesland twenty five years after its introduction into the Netherlands. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Bull. Zool. Mus. Univ. Amsterdam* 11: 65-68.
- Claassen T.H.L., 1979a. Globale fosfaatbalans van Frieslands boezem. *H2O* 12 (1): 6-11.
- Claassen T.H.L., 1979b. Archiefgegevens en literatuuroverzicht over de waterkwaliteit van Friesland. Provinciale Waterstaat van Friesland.
- Claassen T.H.L., 1980. Voorstel en programma betreffende het aquatisch-ecologisch onderzoek van het Friese oppervlaktewater in het kader van het ontwikkelen en operationeel maken van een biologisch waterkwaliteitsbeoordelingsysteem, gericht op de zgn. algemene ecologische functie. PWS Friesland, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 1981a. Biologisch wateronderzoek 1976-1980. PWS Friesland, Leeuwarden. Intern rapport.
- Claassen T.H.L., 1981b. Waterkwaliteitsbeoordeling en normstelling op ecologische grondslag. *H2O* 14 (1): 11-15.
- Claassen T.H.L., 1982a. Eutrofiëring en defosfatering in Friesland. *H2O* 15 (10): 246-251.
- Claassen T.H.L., 1982b. Limnological data of an isolated Dutch broad (Boornbergumer Petten). *Hydrobiol. Bull.* 16 (2/3): 165-179.
- Claassen T.H.L., 1983a. Komt na regen verzuring? Waterkwaliteit in Friesland. *Noorderbreedte* 7 (3): 90-93.
- Claassen T.H.L., 1983b. Kranswieren tussen wad en klif, Friesland. *Gorteria* 11 (11): 253-262.
- Claassen T.H.L., 1983c. Ringdobben. *Waddenbulletin* 18 (5): 203-206.
- Claassen T.H.L., 1983d. De invloed van Rijnwater op het beheer van boezem- en polderwater. 53-79 in: G.P. Hekstra & W. Joenje (eds.), 1983. *Rijnwater in Nederland. Tevens intern rapport PWS van Friesland, Leeuwarden.*
- Claassen T.H.L., 1984a. Voorkomen van botulisme in Friesland. *Vanellus* 37 (2): 31-37.
- Claassen T.H.L., 1984b. Limnological characteristics of some small eutrophic late-Glacial pools. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22 (3): 1681-1686.
- Claassen T.H.L., 1984c. Historical and current limnological research in the small river Linde, The Netherlands. *Hydrobiological Bulletin* 18 (1): 23-34.
- Claassen T.H.L., 1986a. Literatuur betreffende limnologisch onderzoek in Friesland. Leeuwarden, Fryske Akademy. Studzjes en boarnemateriaal 8.
- Claassen T.H.L., 1986b. Eutrofiëring en algengroei in het Friese boezemwater. Leeuwarden, Provincie Friesland, *H2O* 19 (12): 268-275 en 279.
- Claassen T.H.L., 1987a. Regionale invulling van ecologische normen voor oppervlaktewateren. afdeling Milieu provincie Friesland.
- Claassen T.H.L., 1987b. Een aanzet tot integratie van watertypologie en landschapsecologie in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland. *H2O* 20 (2): 39-46.
- Claassen T.H.L., 1987c. Eutrofiëring van het oppervlaktewater; een beschouwing over de praktijk in Nederland: oorzaken, effecten, beleid en beheer. Leeuwarden, provincie Friesland, PATO-cursus Delft.
- Claassen T.H.L., 1987d. Typologie en normstelling; een aquatisch-oecologisch onderzoek in Friesland. Nijmegen, Dissertatie K.U. Nijmegen.
- Claassen T.H.L., 1987e. Waterkwaliteitsbeoordeling op ecologische grondslag; een raamwerk met Friesland als voorbeeld. *H2O* 20 (21): 514-518.
- Claassen T.H.L., 1987f. Waterkwaliteitsbeheer op ecologische grondslag. 1. Waterkwaliteitsbeheer slaat goede richting in. *Otterbode* 2 (1): 10-13.
- Claassen T.H.L., 1987g. Waterkwaliteitsbeheer op ecologische grondslag. 2. De ecologische richting binnen het waterkwaliteitsbeheer. *Otterbode* 2 (1): 13-17.
- Claassen T.H.L., 1987h. The macroinvertebrate fauna of littoral and bottom substrata as a tool for biotaxonomy of Frisian waters. *Hydrobiological Bulletin* 21 (2): 181-191.

- Claassen T.H.L., 1988a. Eutrofiëring en defosfatering in Friesland. H2O 15 (10): 246-251.
- Claassen T.H.L., 1988b. Waterkwaliteitsbeheer op ecologische grondslag. 3. Konkretisering van ecologische doelstellingen voor oppervlaktewater. Otterbode 3 (2): 17-20.
- Claassen T.H.L., 1989a. De otter wordt bedreigd door de waterkwaliteit. Leeuwarden, Provincie Friesland, nr. WKB/RAP/WKB0008/S.
- Claassen T.H.L., 1989b. De kwaliteit van het aquatisch milieu voor de otter. De Levende Natuur 90 (2): 47-51.
- Claassen T.H.L., 1989c. Waterkwaliteitsbeheer op ecologische grondslag. 4. Woorden en daden: "doen en laten". Otterbode 4 (2): 16-20.
- Claassen T.H.L., 1990a. Ecologische normstelling in kleine wateren. In: Strategieën voor ecologische normstelling: 135-156.
- Claassen T.H.L., 1990b. Eutrophication observed by remote sensing; a distant point of view. Den Haag, CHO-TNO, Water management and remote sensing, Tech. Meeting 47: 39-60.
- Claassen T.H.L., 1990c. Ecologische normstelling in kleine wateren. Leeuwarden, Provincie Friesland, nr. WKB/RAP/WKB0015/S.
- Claassen T.H.L., 1992. Herstelmaatregelen in de Oude Venen als voorbeeld van gebiedsgericht waterkwaliteitsbeheer in Friesland. CHO-TNO-rapport no. 28. Integraal waterbeheer in de praktijk gebracht: 151-174.
- Claassen T.H.L., 1994a. Eutrophication and restoration of a peat ponds area, De Deelen, in the northern Netherlands. Verh. Internat. Verein. Limnol. (25): 1329-1334.
- Claassen T.H.L., 1994b. Waterplanten. 4-7 in: Veld en Vitrine 119/120, Friesland onder water.
- Claassen T.H.L., 1995a. Waterkwaliteitsonderzoek Botmar, technisch document. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern verslag.
- Claassen T.H.L., 1995b. Grenzen aan normen en normstelling; beeldvorming vanuit en invulling voor het waterbeheer in Friesland. Leeuwarden, Waterschap Friesland afdeling Watersystemen, intern verslag.
- Claassen T.H.L., 1995c. Nogmaals: aanpak fosfaat voor heldere meren nodig. Milieuraadnieuws 11 (2): 4.
- Claassen T.H.L., 1995d. Waterbeheer in Friesland, uitgewerkt in beheersprogramma's. In Symposiumbundel 29 11 1996. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport: 19-30.
- Claassen T.H.L., 1996a. Literatuur over waterkwaliteitsonderzoek in Friesland. Waterschap Friesland, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 1996b. Noodzaak tot introductie van waterplanten bij herstelprojecten, toegelicht voor de Oude Venen (Friesland). p 9 in: Verslag Platform Herstel Meren, thema Waterplanten. Nieuwersluis.
- Claassen T.H.L., 1996c. Grenzen aan normen en normstelling; invulling voor het waterbeheer in Friesland. Waterschap Friesland, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 1996d. Toepassing van air-borne remote sensing door regionale waterkwaliteitsbeheerders: ervaringen van Waterschap Friesland tot nu toe. Remote Sensing nieuwsbrief 69: 11-13.
- Claassen T.H.L., 1996e. Waterkwaliteit in Otterpark AquaLutra goed. Otterspoor 4: 16-17.
- Claassen T.H.L., 1997a. Mogelijke invloed van hydrologische isolatie op de waterkwaliteit. H2O 30 (12): 376-381.
- Claassen T.H.L., 1997b. Ecological water quality objectives in The Netherlands, especially in the province of Friesland. European Water Pollution Control 7 (3): 36-45.
- Claassen T.H.L., 1997c. The Frisian lakes: Trends in water quality. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 736-739.
- Claassen T.H.L., 1997d. Overzichtsrapport waterkwaliteitsonderzoek in de Alde Feanen 1987-1997; een compilatie van onderzoek, maatregelen en resultaten. Waterschap Friesland.
- Claassen T.H.L., 1998a. Management program for rehabilitation of broads in Friesland, The Netherlands. Verh. Inter. Verein. Limnol. 26 (4): 1536-1542.
- Claassen T.H.L., 1998b. Meerwaarde van remote sensing voor het waterbeheer. H2O 31 (4): 18-22.
- Claassen T.H.L., 1998c. Oude Venen: 40-Mêd, Izkswiid en Tusken Sleatten; De Deelen. in: Actief Biologisch Beheer in Nederland, projecten van 1987 tot en mer 1996. PEHM, samengesteld door I. de Boois, T. Slingerland & M.-L. Meijer. RIZA 97.084.
- Claassen T.H.L., 1998d. Sondelerleien. in: Actief Biologisch Beheer in Nederland, projecten van 1987 tot en mer 1996. PEHM, samengesteld door I. de Boois, T. Slingerland & M.-L. Meijer. RIZA 97.084.
- Claassen T.H.L., 2000a. Restoration of small water bodies by introducing aquatic plants. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 586-592.
- Claassen T.H.L., 2000b. Water management in a large agricultural used catchment area of shallow lakes, The Netherlands. Environment and Agriculture; at the crossroad of the new millennium. Eds. P.K. Jha et al., Kathmandu Nepal p 421-434.
- Claassen T.H.L., 2000c. Restoration of salt water gradients and rehabilitation of brackish tidal water system. Wadden Sea Newsletter 2000-2: 12-14.
- Claassen T.H.L., 2000d. Naar een monitoringprogramma voor het thema Gradiënten; verslag van een eerste workshop inzake informatie-behoefte (7 juni 2000). Rijkswaterstaat DNN, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2000e. Naar een monitoringprogramma voor het thema Gradiënten; verslag van de tweede workshop inzake informatie-behoefte (26 oktober 2000). Rijkswaterstaat DNN, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2001a. De zout-zoet grens overbrugd; uitwerking overheidsbeleid. Rijkswaterstaat Noord-Nederland, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2001b. Limited meaning of remote sensing for regional water quality monitoring, assessment and management; causes and consequences. abstract AMRS workshop Nova Scotia, Canada.
- Claassen T.H.L., 2001c. Naar een monitoringprogramma voor het thema Gradiënten; informatiebehoefte als basis voor informatiestrategie voor de randen van de Waddenzee. Rijkswaterstaat DNN, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2001d. Uitgebereide toepassingen van remote sensing in het waterbeheer. H2O 34 (23): 8-9.
- Claassen T.H.L., 2002. Remote sensing ten behoeve van waterkwaliteitsonderzoek. p 9-32 in: STOWA rapport 2002-18.
- Claassen T.H.L., 2003. Watersysteemanalyse Terschelling geeft richting aan oplossing knelpunten. H2O 36 (9): 28-30.
- Claassen T.H.L., 2004a. Veranderingen in het Friese waterbeheer; wat verloren ging en waar kansen liggen. Twirre 15 (4): 96-99.
- Claassen T.H.L., 2004b. Restoration of Lake the Leijen The Netherlands focused on the implementation of the EU Water Framework Directive: NOLIMP, an Interreg IIIB project. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2005. Ervaringen met keuzen en prioritering bij ecologisch beheer in Friesland. H2O 38 (17): 35-38.
- Claassen T.H.L., 2006a. Limnological characteristics of Lake the Leijen in the northern Netherlands, focused on a pilot project of the implementation of the EU Water Framework Directive. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29 (3): 1433-1439.
- Claassen T.H.L., 2006b. Hydrobiologisch onderzoek in Friesland in de 20<sup>e</sup> eeuw. Wetterskip Fryslân Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2006c. Implementation of the EU Water Framework Directive in Lake Leijen, The Netherlands; preliminary results of water quality monitoring and an overview of restoration measures. report Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., 2006d. Wetterlibben en hydrobiologen yn Fryslân. p 180-217 in: Der 't tilt fan diert' en blommen; 200 jier fjilbiology foar natoer en gea yn Fryslân.
- Claassen T.H.L., 2007. Experiences with DSS in ecologically based water management in the province of Friesland, The Netherlands. Ecological Engineering 30: 176-186.



Claassen T.H.L., 2008a. Peilbeheer van de Friese boezem in relatie tot ecosysteem- en waterkwaliteit in historisch perspectief. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Claassen T.H.L., 2008b. Historisch overzicht van het peilbeheer van de Friese boezem in relatie tot ecosysteem- en waterkwaliteit. *Twirre* 19 (3): 74-83.

Claassen T.H.L., 2008c. Bespiegelingen van een Schrijvertje over water in Friesland en daarbuiten. Geïllustreerde uitgave rekladruck Giekerk.

Claassen T.H.L., 2011. Water zuiveren met helofytenfilter en moeras. bijlage van Land+Water Maatregelen voor een betere natte ecologie 12/2011: 76-78.

Claassen T.H.L., 2012a. Aqualân Grou verdient navolging. Nieuwsbrief Waterketen 10-11.

Claassen T.H.L., 2012b. Interactie veengrond met bovenstaand water. Nieuwsbrief WEW 46: 20-23.

Claassen T.H.L. & Brans-van Megen B.C., 2006a. Gradiënten in begroeiing van petgaten in de Alde Feanen. *H2O* 39 (14/15): 49-52.

Claassen T.H.L. & Brans-van Megen B.C., 2006b. Gradiëntenonderzoek in de Alde Feanen 2004 - 2005. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Claassen T.H.L. & Clewits M., 1995. Actief Biologisch Beheer in de Sondelerleien: een meer met korte verblijftijd. *H2O* 28 (26); 805-808.

Claassen T.H.L. & Hoogterp D., 1984. Waterkwaliteitsonderzoek Slotmeer, 1976-1983. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Claassen T.H.L. & Ietswaart T., 2003. Ecosysteemontwikkeling en peilbeheer van de Friese boezem. *H2O* 36 (25/26): 34-37.

Claassen T.H.L. & Ietswaart T., 2007. Ondiepe meren. p 82-94 in: *Wat er is als er water is*. STOWA publicatie 2007-10/WEW publicatie 22.

Claassen T.H.L. & Janssen F.B., 1992. Zuivering van oppervlaktewater door een rietpolder (Brandemeer). *Landinrichting* 32 (5): 2-7.

Claassen T.H.L. & Jongh A.W.J.J. de, 1988a. De otter stelt randvoorwaarden voor integraal waterbeheer in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Claassen T.H.L. & Jongh A.W.J.J. de, 1988b. De otter als normsteller voor kwaliteit van het oppervlaktewater. *H2O* 21 (16): 432-436.

Claassen T.H.L. & Jongh A.W.J.J. de, 1995. Technisch Document: Waterkwaliteit in het otterpark *AquaLutra* in 1994. Wetterskip Fryslân en Stichting Otterstation Nederland.

Claassen T.H.L. & Kampf R., 2006. Moeras verandert effluent in bruikbaar oppervlaktewater. *Land+Water* 46 (12): 24-25.

Claassen T.H.L. & Kamphuis M.S.G., 1997. Technisch document Waterkwaliteitsonderzoek in het IWOL-gebied in 1996. afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.

Claassen T.H.L. & Klink F.J., 1988. Notitie inzake de verwachte effecten van verlaging van de P-belasting op de algengroei in de Friese boezemmeren. afdeling Waterkwaliteitsbeheer provincie Friesland op verzoek van de Werkgroep Actieplan Defosfateren (WAD).

Claassen T.H.L. & Koopmans M., 2012. Vissen in het zuiveringsmoeras Aqualân Grou. *H2O* 45 (25/26): 46-49.

Claassen T.H.L. & Kuypers A., 1998. Toekomstvisie inzake beleid en beheer Friese boezem; discussienota IWBP. Waterschap Friesland, sector Waterbeheer afdelingen Watersystemen en Boezembeheer.

Claassen T.H.L. & Maasdam R., 1994. Restoration of the broads-area Oude Venen, The Netherlands: measure and results. 593-595 in: *Living with water, conference on Integrated Water Resources management*, Amsterdam September 1994.

Claassen T.H.L. & Maasdam R., 1995. Restoration of the broads-area Oude Venen, The Netherlands: measure and results. *Water Science & Technology* 31 (8): 229-233.

Claassen T.H.L. & Maasdam R., 1996. Restoration of the broads area Alde Feanen, The Netherlands: measures and results. p 175-179 in: *Seminar on the conservation of the European otter (Lutra lutra)* Leeuwarden, The Netherlands, 7-11 June 1994.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 1998. Technisch document 'Introductie van waterplanten bij herstelprojecten', een kleinschalig experiment in het Izakswiid. Waterschap Friesland projectcode 300-T041.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2002. Waterkwaliteit in de Alde Feanen in de periode 1987-2000. Afdelingen BPO en Laboratorium Wetterskip Fryslân.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2003a. Waterkwaliteitsverbetering en natuurontwikkeling in de Alde Feanen. *H2O* 36 (12): 25-28.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2003b. Vegetatie opnames van waterplanten in de Alde Feanen in de jaren 2002 en 2003. Interne notitie Wetterskip Fryslân.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2007. Waterkwaliteitsonderzoek in en om de Westerplas op Schiermonnikoog. Wetterskip Fryslân.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2010a. Waterkwaliteitsontwikkelingen in de Westerplas op Schiermonnikoog van 1993 tot en met 2008. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Claassen T.H.L. & Meijer-Bielenin I., 2010b. Waterkwaliteit Westerplas Schiermonnikoog is verslechterd. *H2O* 43 (12): 36-39.

Claassen T.H.L. & Spier J., 2007. Visstandbeheer in het Friese boezemmeer de Leijen. *H2O* 40 (16): 48-51.

Claassen T.H.L. & Straten H. van, 1984. Kwellend zout in Friesland, een oriënterend onderzoek. *Cultuurtechnisch Tijdschrift* 23 (6): 311-323.

Claassen T.H.L. & Thannhauser-Douwma M., 2003. Herstelmaatregelen en waterkwaliteitsonderzoek in De Deelen 1987-2003. Excursie Platform ecologisch herstel meren en plassen 10 september 2003.

Claassen T.H.L. & Thannhauser-Douwma M., 2004a. Overzicht van waterkwaliteitsonderzoek in De Deelen in de periode 1987-2003. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Claassen T.H.L. & Thannhauser-Douwma M., 2004b. Waterkwaliteitsverbetering en natuurontwikkeling in De Deelen. *H2O* 37 (10): 18-22.

Claassen T.H.L. & Thannhauser-Douwma M., 2009. Recente veranderingen van de oevervegetatie van Friese boezemmeren. *H2O* 42 (21): 41-45.

Claassen T.H.L. & Uibel E.C., 2005. Niet mank gaan met de KRW, het NOLIMP-project de Leijen. *H2O* 38 (8): 37-39.

Claassen T.H.L. & Veening R., 2012. Heldere meren in Friesland in 2015: droom of werkelijkheid? Wetterskip Fryslân, Lelystad-Leeuwarden.

Claassen T.H.L. & Vries de-van Balen M.E.M., 2008. Waterkwaliteitsonderzoek van diepe plassen in Friesland; een overzicht van 25 jaar onderzoek 1981-2005. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Claassen T.H.L. & Wanningen H., 2005. Ecologisch herstel noodzakelijk. *H2O* 38 (22): 8.

Claassen T.H.L., Adema H. & Lobstein J., 2009. De invloed van aangebrachte hooibalen op de waterkwaliteit in De Deelen. Wetterskip Fryslân.

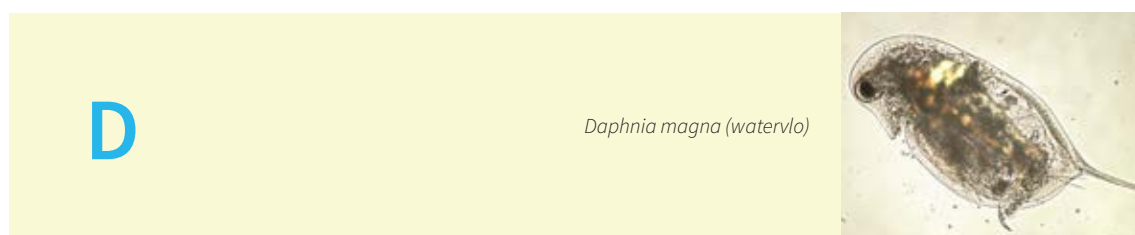
Claassen T.H.L., Borst M.A.J. & Kamphuis M.S.G., 1996. Literatuur over waterkwaliteitsonderzoek in Friesland in de periode 1984 - 1995. Afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.

Claassen T.H.L., Borst M.A.J. & Oostinga K.D., 1995. Gebiedsgericht, ecologisch en duurzaam waterbeheer in Friesland: brakke poldergebieden als voorbeeld. *H2O* 28 (18): 536-540.

Claassen T.H.L., Broodbakker N.W., Clewits M.R.A. & Vries J. de, 1997. De prioritering van herstelmaatregelen voor functiewateren in Friesland. *Het Waterschap* 82 (4): 168-173.

Claassen T.H.L., Buiteveld H., Roeters P.B. & Appelman K., 1994. Eutrofiëringsonderzoek met behulp van Remote Sensing, toegepast in Friesland. *H2O* 27 (25): 740-745.

- Claassen T.H.L., Gerbens S. & Kampf R., 2006. Texelse kennis toegepast bij zuiveringsmoeras en paaibiotop bij rwzi Grou. H2O 39 (24): 41-43.
- Claassen T.H.L., Graaff Th. de & Arts G.H.P., 1992. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. H2O 25 (9): 222-227 en 232.
- Claassen T.H.L., Haan H.de, Hosper U.G. & Klink F.J., 1988. Projectvoorstel voor integrale eutrofiëringsbestrijding in de Oude Venen, Friesland. Provincie Friesland i.s.m. Limnologisch Instituut en It Fryske Gea.
- Claassen T.H.L., Hoogterp D. & Jacobi F., 1983. Waterkwaliteit en verzuring in Friesland. PWS Friesland, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., Hoogterp D. & Vries B. de, 1987. Regionale invulling van ecologische normen voor oppervlaktewateren. Leeuwarden, Provincie Friesland.
- Claassen T.H.L., Kampf R. & Palsma B., 2002. De Waterharmonica als schakelsysteem tussen de afvalwaterketen en het oppervlaktewatersysteem: van afvalwater naar gezond en bruikbaar oppervlaktewater. STOWA, Utrecht.
- Claassen T.H.L., Klooker J. & Rintjema S., 2007. Monitoring LIFE-project Habitatverbetering van de Noordse woelmuis in de Alde Feanen, beschrijving uitgangssituatie 2004-2005. Wetterskip Fryslân & It Fryske Gea.
- Claassen T.H.L., Meier-Bielenin I. & Brans-van Megen B.C., 2004. Waterkwaliteitsonderzoek aan de oostkant van de Alde Feanen in 1999 en 2002. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Claassen T.H.L., Meijer-Bielenin I. & Blom J., 2012. Nutriëntenvrachten uit polders onderschat. H2O 45 (11): 37-40.
- Clason E.W., 1961. *Ceratophyllum submersum* L. in Nederland. Gorteria 1 (2): 9-12.
- Clercx M., 1987. Het water tot de lippen. De consequenties voor het beheer van de vakken 8 en 9 van boswachterij Terschelling bij het behoud of de bevordering van natte duinvalleien. Velp, Staatsbosbeheer, Stagerapport IAHL.
- Clewits M.R.A., 1994. Evaluatie van Actief Biologisch Beheer in de Sondelerleien. Leeuwarden, L.U. Wageningen (i.o.v. Waterschap Friesland), Stageverslag L.U. Wageningen.
- Colijn F. & Wanders B., 1971. Primaire productieonderzoek in het Tjeukemeer. Doctoraal verslag, Groningen.
- Commissie Natuurontwikkeling Lauwerszee, 1991. Beheers- en ontwikkelingsvisie voor de Grote Eenheid Natuurgebied Lauwersmeer. RWS.
- Consulmij, 1995a. Oriënterend waterbodemonderzoek te Kollum, gemeente Kollumerland code FR/066/402. Bergambacht, Consulmij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. M.940.128/200.
- Consulmij, 1995b. Oriënterend waterbodemonderzoek te Dokkum, gemeente Dongeradeel code FR/036/402. Bergambacht, Consulmij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. M.940.128/100.
- Consulmij, 1995c. Oriënterend waterbodemonderzoek te Workum, gemeente Nijefurd code FR/096/405. Bergambacht, Consulmij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. M.940.128/300.
- Coops H. & Hosper S.H., 2002. Water-level management as a tool for the restoration of shallow lakes in the Netherlands. Lake and Reservoir Management 18 (4): 293-298.
- Cooten A.van, Slobbe E.van & Kierkels T., 2001. Parels van vernieuwend waterbeheer, voorbeeldenboek. Arcadis Heidemij Advies BV en 'Citaat'.
- Corpel D., 1987. Fosfaat- en stikstofuitspoeling in een tweetal natuurgebieden. Leeuwarden, L.U. Wageningen (i.o.v. Provincie Friesland), Intern rapport MIL/RAP/MR006/J.
- Croese T., 1987. Ecohydrologische verkenning in Friesland. Twijzeler Mieden, de Geeuw, Sneekermeer. Leeuwarden, Staatsbosbeheer, Stagerapport AHoF-RHLS.
- Cuppen J.G.M. & Koese B., 2005. De gestreepte waterroofkever *Graphoderus bilineatus* in Nederland: een eeste inhaalslag. Stichting European Invertebrate Survey Nederland, Leiden rapportnr. EIS2005-11.
- Cuppen M., 1992. Natuurtechnische maatregelen voor de otter. Een technische uitwerking met kostenraming. Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein i.o.v. Stichting Otterstaion Nederland, Groningen.



- Daan S., Feitsma K.S. & Joenje W. (eds.), 1979. De Lauwersmeer. Harlingen, Werkgroep Lauwersmeer. RIN/L Boek S90.
- Dai Min, 2002. Reuse of appropriately treated wastewater on Ameland 2002. Wetterskip Fryslân & Van Hall Instituut, Leeuwarden.
- Dalstra, T., 1994. Bepaling nulsituatie Nanneewijd. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Stageverslag Van Hall Instituut.
- Dam A.A. van, 1986. Vergelijkend onderzoek van de blankvoorn (*Rutilus rutilus* L.)-populaties in Beulakker Wijde, Morra en Langweerder Wielen. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenrapport 1986-5.
- Dam H. van, 2005. Veranderingen in diatomeeëncombinates in beken van het Drentse plateau 1923-2004. AquaSense rapport nr. 05.2133 i.o.v. vijf waterschappen. Rapportnr. 05.2133.
- Dam H. van, 2009. Algenonderzoek OBN-project 'Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. H. van Dam Adviseur Water en Natuur m.m.v. A. Mertens, M. Thannhauser-Douwma, B. van Tooren, A.J. van Tooren & K. Mertens. Rapport 610.
- Dam H. van & Wanink J.H., 2007. Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland. Grontmij AquaSense rapport 210455 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Dam H. van, Wanink J.H., Grijpstra F. & Claassen T.H.L., 2007. Trendanalyse fytoplankton, macrofyten en fytoentofos in Friesland 1981-2005. Diatomedelingen 31: 33-38.
- Dam H. van, Wanink J.H., Grijpstra F. & Claassen T.H.L., 2008. Trendanalyse 1981-2005 van hydrobiologische gegevens uit Friesland. H2O 41 (6): 29-33.
- Dam P. van & Daanen R., 1994. Huivering of zuivering? Werking, efficiëntie en aanbevelingen met betrekking tot helofytenfilters. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Afstudeerverslag Van Hall Instituut.
- Davids C., 1970. De watermijten, verzameld tijdens de werkkampen in noordwest Overijssel en de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (2): 103-104.

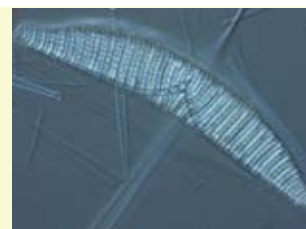
- Davids C. & Dresscher Th.G.N., 1971. Microfauna onderzoek in de Lindevallei. I Zoöplankton. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (3): 115-125.
- DBW & RIZA, 1990. Ecologische structuur: natte as Friesland Deltagebied. DBW, RIZA (i.o.v. Ministerie van V en W), Nota nr. 89.077.
- De Straat Milieu-adviseurs B.V., 2002. Inventarisatie bronnen, emissieroutes en belasting oppervlaktewater in Zuidoost Fryslân. De Straat Milieuadviseurs B.V. Delft i.o.v. Wetterskip Fryslân. Projectnr. W01A0202.
- De Straat Milieu-adviseurs B.V., 2004a. Inventarisatie bronnen, emissieroutes en belasting oppervlaktewater voor Noord Fryslân en de Friese Waddeneilanden. De Straat Milieuadviseurs B.V. Delft i.o.v. Wetterskip Fryslân. Projectnr. W03A0075.
- De Straat Milieu-adviseurs B.V., 2004b. Inventarisatie bronnen, emissieroutes en belasting oppervlaktewater voor Zuidwest Fryslân. De Straat Milieuadviseurs B.V. Delft i.o.v. Wetterskip Fryslân. Projectnr. W03A0100.
- De Straat Milieu-adviseurs B.V., 2004c. Inventarisatie bronnen, emissieroutes en belasting oppervlaktewater voor Noordoost Fryslân. De Straat Milieuadviseurs B.V. Delft i.o.v. Wetterskip Fryslân. Projectnr. W03A0100.
- Dekker A.G., Moen J.P., Kootwijk E.J. van, Rossum G.A. van, Hoogenboom H.J., Belfroid A.C. & Claassen T.H.L., 1999. De kwaliteit van enkele Friese binnenwateren gemeten met vliegtuig-remote sensing (augustus 1997). BCRS-rapport 99-22, Delft.
- Dekker A.G., Peters S.W.M., Vos R.J. & Rijkeboer M., 2001. Remote sensing for inland water quality detection and monitoring: State-of-the-art application in Friesland waters. p 17-38 in: GIS and remote sensing techniques in land- and water management. Kluwer Academic Dordrecht.
- Dekker A.G., Vos R.J. & Peters S.W.M., 2001. Comparison of remote sensing data, model results and in situ data for total suspended matter (TSM) in the southern Frisian lakes. The science of total environment 268 (1/3): 197-214.
- Delbaere B., Schrauwen A., & Snethlage M., 2009. Bodiversiteit werkt in de regio. ECNC, Tilburg.
- Delft J. van Kort N.de & Kleef H.van, 2011. De Zonnebaars; portret van een exoot. Ravon nieuwsbrief 10: 21.
- Dennert A.L., 1971. Onderzoek naar de oekologie van *Littorella uniflora* L. op Terschelling.
- Densen W.L.T. van & Vijverberg J., 1983. De rol van de vis in het voedselweb van het Tjeukemeer. In: Oecologie van meren en plassen; eds. S. Parma, H.M. van Emden & J. Castelein, Pudoc, Wageningen, pp. 57-84.
- Densen W.L.T. & Lammens E.H.R.R., 1983. Dynamiek in het visbestand van het Tjeukemeer 1979-1983. Rapport Limnologisch Instituut Tjeukemeer Laboratorium, Oosterzee.
- Densen W.L.T. van, 1971a. Populatie dynamica en productie van Spiering (*Osmerus eperlanus*) in het Friese merengebied. Doctoraalverslag Leiden.
- Densen W.L.T. van, 1971b. The fecundity of the smelt, *Osmerus eperlanus* L., in the Tjeukemeer. Neth. J. Zool. 29 (4): 623.
- Densen W.L.T. van, 1982. Waterhuishouding en visstand in het Friese merengebied. In: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied, CHO/TNO, rapport 9: 224-226.
- Densen W.L.T. van, 1983. Fish ecological studies in Tjeukemeer and fishery management. Hydrobiol. Bull. 17 (1): 59-65.
- Densen W.L.T. van, 1985a. Feeding behaviour of major O+ fish species in a shallow eutrophic lake (Tjeukemeer, The Netherlands). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Zeit. F. angewandte Ichthyologie, Bd. 1, H. 3: 119-131.
- Densen W.L.T. van, 1985b. Feeding behaviour of major O+ fish species in a shallow eutrophic lake (Tjeukemeer, The Netherlands). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, J. Appl. Ichtyol. 1 (2): 49-70.
- Densen W.L.T. van, 1985c. Waterhuishouding en visstand in het Friese merengebied. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, CHO/TNO rapport 9: 224-229.
- Densen W.L.T. van & Haddingh R.H., 1982. Effects of entrapment and cooling water discharge by the Bergum Power Station on O+fish in the Bergumermeer. Hydrobiologia 95: 351-368.
- Densen W.L.T. van & Klein Breteler J.G.P., 1985. De stand aan O+ vis in het Friese merengebied. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Visserij 38 (5): 306-313.
- Densen W.L.T. van & Vijverberg J., 1982. The relations between O + fish density, zooplankton size and the vulnerability of pikeperch, *Stizostedion luciperca*, to angling in the Frisian lakes. Hydrobiologia 95: 321-336.
- Departement van Binnenlandse Zaken en Landbouw, 1929. Verslagen en mededelingen van de Afdeling Visscherijen. Verslag over de visscherij gedurende het jaar 1928. Departement van BZ en L. Rapport uitgegeven door de Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage.
- Derksen S. & Schilstra R., 2000. De Alde Feanen - Het groene labyrint. Stage i.o.v. It Fryske Gea, Olterterp.
- DHV, 1988. De toepassingsmogelijkheden van remote sensing satellietopnamen voor het waterkwaliteitsbeheer van de Friese meren. Amersfoort, DHV (i.o.v. BCRS), BCRS-rapport: 88-17: eindrapport project no. 4532/TO-2.8.
- DHV, 1992. Voorbeeldplan Friese Polders Rond. DHV i.o.v. Provincie Friesland, en Rijks Planologische Dienst, dossier F1099-01-001.
- DHV, 2008. Oppervlaktewater als bron? Kansen en randvoorwaarden voor drinkwaterproductie uit oppervlaktewater bij Bergum. DHV i.o.v. Vitens Desk Study dossier B4317-01.001.
- DHV, 2009. Doelmatigheid hogere boezemkaden en peilfluctuaties voor de Friese boezem. DHV i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Dienst Landelijk Gebied, 2001. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE), 3<sup>e</sup> voortgangsrapportage. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Dienst Landelijk Gebied, 2002a. Milieueffectrapport voor de herinrichting Alde Feanen. DLG Friesland, Leeuwarden. Hoofdrapport en separate bijlagen.
- Dienst Landelijk Gebied, 2002b. Watertoets voor de herinrichting Alde Feanen. DLG Friesland Leeuwarden. Hoofdrapport en separate bijlagen.
- Dienst Landelijk Gebied, 2004. Aanvulling MER Alde Feanen: het Meest Milieuvriendelijke Alternatief. DLG Fryslân Leeuwarden.
- Diggelen R. van, Bekker R., Spijksma J. & Wierda A., 1996. Natte hooilanden aan het infuus. Landschap 13 (3): 223-234.
- Dijk G. van, Westendorp P.-J., Loeb R., Smolders F., Kleef H. van, Lamers L. & Klinge M., 2013. Natuurherstel in ondiepe plassen in het zeelei- en laagveenlandschap. Kansen voor kleimeren. B-Ware, Witteveen+Bos, Stichting Bargerveen en Radboud Universiteit i.o.v. Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken. Rapport nr. 2013/OBN185-LZ.
- Dijk K. van, 1979. Pingoruïnes in Friesland. Noorderbreedte 3 (3): 79-80.
- Dijk R. van & Hoekstra U., 1992. Inventarisatie boezemlanden van het Sneekermeer. Waarom verdwijnt de dotterbloem? Leeuwarden, Provincie Friesland, Verslag AHoF.
- Dijk T.A. van & Kolenbrander G.J., 1976. De bijdrage van de afvoer van plantenvoedende stoffen uit het bemalingsgebied De Hooge Warren. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, nota no. 26.
- Dijkema K.S., Duin W.E. van, Dijkman E.M., Nicolai A., Jongerius H., Keegstra H. & Jongsma J.J., 2013. Friese en Groninger kwelderwerken. Monitoring en beheer 1960-2010. WOT-rapport 122. WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR.
- Dijkshoorn D., 2013. De Bittervoorn in de Grutte Wielen. It Fryske Gea en Van Hall Larenstein.
- Dijkstra R., Bouma J.H. & Gertsen H.F., 1995. Proefproject verdroging Duurswouderheide. Hoe effectief zijn beheersmaatregelen? Vakgroep Waterhuishouding LU Wageningen rapport 61 i.o.v. Waterschap Het Koningsdiep en SBB.



- Dijkstra J., 1996. Inventarisatie oppervlaktewater voormalige stortplaatsen Friesland. projectverslag Waterschap Friesland.
- Dijkstra J.A., 1994. Vuilwatertank voor recreatievaart, proefproject van start gegaan. Milieunieuws 10 (3): 3 pp.
- Dijkstra K.-H., 1998. De driehoeksmossel in Friesland; inventarisatie van de populatiegrootte, opbouw en verspreiding in Friesland. Wetterskip Fryslân & AOC Friesland, Leeuwarden.
- Dijkstra L., 1990. Natuurontwikkeling in het stroomdal Ryd en Bouwepet. It Fryske Gea.
- Dijkstra S.F., 1993. Onderzoek faecale verontreiniging de Leijen. Leeuwarden, Waterschap Friesland.
- Dijkstra S.F. & Thannhauser-Douwma M., 2005. Onderzoek Doodemanskisten locatie Terschelling. afdeling Handhaving Wetterskip Fryslân.
- Dijkstra T., 2007. Waterzuivering Grou: een beschrijving van het zuiverings- en nazuiveringsproces. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Dirksen S., Boudewijn T.J. & Slager L.K., 1989b. Voedselkeus van aalscholvers in zeven Nederlandse broedkolonies. Utrecht, Bureau Ecoland, Ecoland-rapport 89-9.
- Dirksen S., Boudewijn T.J., Slager L.K. & Mes R.G., 1989a. Broedsucces van Aalscholvers in relatie tot de vervuiling van het aquatische ecosysteem. Utrecht, Bureau Ecoland, Ecoland-rapport 89-2.
- Doeglas G.W., 1999. Binnendijkse zoute kwelgebieden langs de Waddenzee en ideeën en plannen om deze gebieden te optimaliseren en uit te breiden. Rijkswaterstaat-RIKZ. Werkdocument RIKZ/AB-99.602x.
- Dol A.M., 1995. Van water naar watersystemen in Friesland. Het Waterschap 80 (2): 88-95.
- Donselaar J. van & Donselaar W.A.E. van, 1955. De vegetatie van de vennen op de heide van Duurswoude. NJN. Kruidnieuws 17 (1): 7-13.
- Donze M., 1976. Measurements of the effect of heating on survival and growth of natural plankton populations.
- Dorland C., Freriks I.L., Cofino W.P. & Feenstra J.F., 1993. Monitoring van organische microverontreinigingen in de Friese boezem. Amsterdam, IVM (i.o.v. Waterschap Friesland), Rapport E93/15.
- Dorland C., Freriks I.L., Cofino W.P. & Feenstra J.F., 1993. Monitoring van organische microverontreinigingen in de Friese boezem. Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam rapport E-93/15 i.o.v. Waterschap Friesland afdeling Watersystemen.
- Douwes H.T., 1972. De waterbeheersing in het natuurreservaat "De Rottige Meenthe" in ZO-Friesland. Scriptie LH Wageningen, afd. Cultuurtechniek.
- Doze J.H. & Moes W.A., 1996. Kroosonderzoek Friesland en een literatuurstudie naar kroos. Van Hall Instituut Groningen i.o.v. Waterschap Friesland.
- Drees M. & Vries H. de, 2010. Natte natuur en de leefgebiedenbenadering. Het Waterschap (2): 26-27.
- Drenth W.W., 1993. Mogelijkheden voor de aanleg van een natuurlijke oever in de Bakkeveense Vaart. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 55.
- Drenth W.W., 1994. Beheersplan voor het natuurreservaat Haulsterbosken en Haskerveenpolder. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 84.
- Drenth W.W., 1995. Een oriëntatie op de mogelijkheden voor Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE) in het natuurreservaat Brandemeer. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 108 i.o.v. provincie Friesland.
- Drenth W.W. & Altenburg W., 1994. Het Meskenwiersterfjild, mogelijkheden voor gebiedsgerichte bestrijding verdroging. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 87.
- Drenth W.W. & Wymenga E., 1993a. Beheersplan voor het natuurreservaat de Dokkumer Wâlden. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 74.
- Drenth W.W. & Wymenga E., 1993b. Beheersplan voor het natuurreservaat de Flieterpen. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 75.
- Driesprong-Zoeteman A., 2001. Afwenteling van waterverontreiniging in Fryslân. RIZA rapport 2001.006, Dordrecht.
- Duan Kai, 2003. Eutrophication Status of Frisian Lakes. Wetterskip Fryslân & Van Hall Instituut, Leeuwarden.
- Duin G. van & Wymenga E., 1985. Over het voorkomen van oeverpieper en waterpieper in Friesland. Vanellus 38 (4): 102-103.
- Duin W. van, Esselink P., Bos D., Verweij G., Wolters M. & Leeuwen P.W. van, 2005. Monitoringonderzoek proefverkweldering Noard-Fryslân Butendyks. Tussenrapportage 2004. Alterra Texel, Koeman & Bijkerk Haren, Altenburg & Wymenga Veenwouden en Cocon RUG Haren.
- Dulleme D. van, 2001. Monitoring vishevel Roptazijl. Van Hall Instituut & Wetterskip de Waadkant, Stiens.
- Duren I.C. van, Strykstra R.J., Grootkans A.P., Heerdt G.N.J. ter & Pegtel D.M., 1998. A multidisciplinary valuation of restoration measures in a degraded Cirsio-Molinietum fen meadow. Applied Vegetation Science 1: 115-130.
- Duteweerd H., 1982. Onderzoek waterkwaliteit De Leyen; geschiktheid als zwemwater. Stagerapport PWS Friesland, Leeuwarden.
- Duyvenbode J. van, 1992. Laagveenmoeras-amoebe van de Oude Venen. Zwolle, Provincie Friesland, Afstudeerrapport Windesheim.
- Dvorak J., 1970. On some phytophilous chironomid larvae of the nature reservation De Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (3): 172-174.
- Dvorak J., 1972. On a collection of dragonflies (Odonata) of the nature reservation De Lindevallei. Ent. Ber. 32 (2): 21-22.
- Dzon B., 2011. Trend analysis of changes in macrophyte cover and composition of fish-communities in Dutch shallow lakes over the last two decades. Universiteit van Amsterdam & Sportvisserij Nederland.

E

*Epithemia turgida* (diatomee)



- Ebbens J., Pot R., Sessink J.T.M. & Sykora K.V., 1995. Natuurvriendelijk waterloopbeheer breed toepasbaar. Het Waterschap 80 (15): 579-584.
- Ehrhardt H., 1960. Waterhuishouding van Friesland. Lezing Friese Mij van Landbouw, 22 februari 1960, Bolsward.
- Ehrhardt H., 1969. Waterkwaliteitsbeheersing in Friesland. Waterschapsbelangen 54 (11): 187-191.
- Ehrhardt H., 1980a. Naar een breed gericht waterkwaliteitsbeheer. Waterschapsbelangen 65 (18): 509-514.
- Ehrhardt H., 1980b. Water. In: Het Friese Landschap: 168-173. Vlieger, J. (ed.), Leeuwarden.

- Ekkes A., 1976. Verspreiding en autoecologie van het vergeten blaasjeskruid (*Utricularia neglecta* Lehm) op Terschelling. Intern rapport Hugo de Vries lab. Amsterdam no. 29.
- Elodea & Grontmij, 2000. Terschelling, een visie op het waterbeheer. Elodea ecologisch onderzoek en advies & Grontmij i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Elshout P., 1981. Watersport en natuurlijk milieu in Friesland. Nederlands Wetenschappelijk Instituut voor Toerisme en Recreatie, Breda-Leeuwarden.
- Engelen D.M van, 2005. Kosteneffectiviteitsanalyse de Leijen. Cartesius Institute Leeuwarden & University of Twente; UWC project.
- Engelen D.M van, 2006. Income and savings from investments in water quality. Cartesius Institute Leeuwarden & University of Twente; UWC project.
- Engelsman F.E., 2003. Evaluatie project Integraal Waterbeheer Vlieland. Royal Haskoning, Groningen i.o.v. Vitens.
- Engelsman F.E., Bakker M. & Rus J.S., 2002. Integraal waterbeheer de Tjonger. Royal Haskoning Groningen projectnr. 26079 i.o.v. Waterschap Sevenwolden.
- Esselink H., Grootjans A., Hartog P. & Jager T., 1989. Kalkrijke vegetaties in een duinvallei op Schiermonnikoog. Duin 12: 75-79.
- Everts F.H., 1996. Monitoring natuurontwikkelingsprojecten van Natuurmonumenten in het kader van het overlevingsplan bos & natuur (OBN), 1996-2000, Westbroek, Fochteloërveen, Zwarte Broek en Oldenaller. Tussenrapportage 1996. Everts & De Vries Oecologisch advies- en onderzoeksbureau, Groningen.
- Everts F.H., 1997. Monitoring natuurontwikkelingsprojecten van Natuurmonumenten in het kader van het overlevingsplan bos & natuur (OBN), 1996-2000, Westbroek, Fochteloërveen, Zwarte Broek en Oldenaller. Tussenrapportage 1997. Everts & De Vries Oecologisch advies- en onderzoeksbureau, Groningen.
- Everts F.H. & Grootjans A.P. (eds.), 2000. Monitoring anti-verdrogingsmaatregelen Schiermonnikoog 1993-1999. Eindrapportage. Laboratorium voor Plantenoecologie RUG i.o.v. provincie Friesland.
- Ex J., 1991. Natuurvisie: Groote Wielen - Zwagermieden. Mogelijkheden voor natuurontwikkeling in het gebied tussen de Groote Wielen en de Zwagermieden in Friesland. Leeuwarden, Consulentschap NBLF.
- Eyk M. van der, 1980. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1977/1979. Concept-rapport Directie van de Visserijen, Den Haag.
- Eyk M. van der, 1981. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1977/1979. Visserij 34 (1): 21-32.

F

*Fragilaria pulchella* (diatomee)



- Faber H., 1995. Van hooiland naar waterplant; inrichtingsplan moerasontwikkeling in de Vrieswijkpolder Heerenveen. Staatsbosbeheer, stagerapport.
- Fahner F., 1985. Waterkwaliteitsaspecten van de Rottige Meente. Hoofdrapport en Figuren en bijlagen. Wageningen, L.U. Wageningen.
- Fahner F. & Hoek D. van der, 1986. De betekenis van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater voor de inrichting en het beheer van het natuurreservaat de Rottige Meente. Cultuurtechnisch Tijdschrift 26 (3): 151-163.
- FBvB, 1988. Tusken fiskjen en bestean, een visie op het visserijkundig beheer van het Friese oppervlaktewater. Workum, F.B.v.B.
- FBvB & FFvS, 1989. Grootchalige visstandbeheer in de Friese boezemwateren. OVB-bericht 1989-4: 123-124.
- Federatie Friesland van Sportvisserijverenigingen, 2003. Streefbedden Friese Boezem; Visstandbeheerplan 2003. Federatie Friesland van Sportvisserijverenigingen, Grou.
- Feenstra H., 1993. De geoorde fuut in Zuidoost-Friesland. Vanellus 46 (4): 83-86.
- Feith A.F., 1978. Enige aspecten van de gesteldheid van de oevers met betrekking tot het voorkomen van jonge vis in het algemeen en snoek in het bijzonder. L.H. Wageningen, Doctoraalverslag.
- FFvS, 1982. Lijst van 950 viswateren met korte kenmerken. Federatie Friesland van Sportvisserijverenigingen.
- FFvS, 1982. Inventaris Friese viswateren. Federatie Friesland van Sportvisserijverenigingen.
- FFvS, 1987. Terugblik op 5 jaren electro-visserij (oktober 1982 t/m december 1986). Leeuwarden, F.F.v.S.
- FFvS, 1988. Ontwikkelingsplan sportvisserij Friesland. Leeuwarden, F.F.v.S.
- FFvS & FBvB, 1989. Beheersvisserij in de Friese boezemwateren; beheersovereenkomst en kaderplan. Leeuwarden, F.B.v.B., F.F.v.S.
- FFvS & FBvB, 2001. Convenant Visstandbeheercommissie Fryslân. FFvS en FBvB.
- Fiselier J.L., 1992. Voorbeeldplan Friese Polders Rond. Amersfoort, DHV (i.o.v. Provincie Friesland, RPD), Dossier F 1099-01-001 + werkdocument.
- Fluit N. van der & Leerdam A. van & Torenbeek R., 2009. Watercondities voor beschermde natuurgebieden in de Ontwerp-waterplannen 2010-2015. Een analyse op basis van 51 voorbeeldgebieden. Buro Natuur+Water, Allards Wateradvies & Torenbeek Consultant i.o.v. SBB, NM en de Provinciale Landschappen.
- FMF, 1990. Tips voor natuurlijk waterbeheer; een handleiding voor waterbeheerders in Friesland. Leeuwarden, FMF.
- Foekema E.M. (ed.), 2012. De invloed van moerasystemen op de milieukwaliteit van rwzi effluent en aanbevelingen tot optimalisering; samenvattend rapport. IMARES rapport C005/12 WIPE, Wageningen/IJmuiden.
- Foekema E.M., Blankeldaal V.G. & Goedhart P.C., 2003a. Ecotoxicologische aspecten bij de nabehandeling van rwzi-effluenten met behulp van biomassa kweek. STOWA rapport 2003-12.
- Foekema E.M., Blankeldaal V.G., Goedhart P.C. & Hoornsman G., 2003b. Ecotoxicologische aspecten bij de nabehandeling van rwzi-effluenten met behulp van biomassa kweek. TNO-rapport 2003/032, projectnr. 32806.
- Foekema F. (ed.), 2004. Verkenning Friese Boezem. Advies over de uitbreiding van het boezemareaal en de rol van landinrichting. Dienst Landelijk Gebied i.o.v. provincie Fryslân.
- Fokkema J., 1989. Aktie "Help de ringslang". Vanellus 42 (4): 111-112.
- Fokkema J. (red.), 1994. Friesland onder water. Leeuwarden, Speciale uitgave Veld en Vitrine.
- Fokkema J., Hosper U.G. & Wiltenburg J. (red.), 1984. Blauwgraslanden in Friesland. Vanellus 37 (5): 113-156.

Folkinga A., 1989. Polarographic investigations. The application of the ligand competition and the determination of labile copper in ultrafiltrates of Tjeukemeer water (in Dutch). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenverslag 1989-13.

Folmer I.M. & Herpen F.C.J. van, 2010. Huidige toestand Kleine Wielen; toepassen van de methode 'Van helder naar troebel... en weer terug'. Royal Haskoning projectnr. 9W0335 i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Foppen J.W.A., 1993. Systeemanalyse Zuid-oost Friesland. Delft, TNO, OS 93-08 A.

Frank-Landman A.G., Nie H.W. de, Richter A.F., Swart J.S. & Wanders J.B.W., 1979. Eindverslag Bergumermeeronderzoek 1974-1979. L.I. Oosterzee.

Frank-Landman A.G., Nie H.W. de, Swart K. & Wanders J.B.W., 1975. Voortgangsverslag Bergumermeeronderzoek 1975. Intern rapport t.b.v. begeleidingscommissie.

Friese Waterschappen, 2002. De prioriteringsmethodiek oevers en kaden. Projectbureau Oevers en kaden van de Friese waterschappen.

Friese waterschappen, 2002. De prioriteringsmethodiek aanpak oevers en kaden. De gezamenlijke Friese waterschappen.

FutureWater, 2006. Klimaatverandering en waterkwaliteit. FutureWater i.s.m. Alterra, rapport i.o.v. Wetterskip Fryslân.

G

*Gasterosteus aculeatus* (Driedoornige stekelbaars)



Gaasenbeek H., 1958. Het Klaarkammermeer. Amoeba no. 1: 8-12.

Gabel N., 2011. Beroepsvisserij ziet nog de nodige kansen voor herstel van palingsstand. Het Hoge Noorden: 11-15.

Garritsen T. & Janssen F., 1990. Hydrologisch onderzoek Easterskar. Olterterp/Leeuwarden, It Fryske Gea, Landinrichtingsdienst, Tussenrapport.

Geelen J.F.M. & Davids C., 1970. Microfauna van de Linde en een sloot in de Driessenpolder. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (2): 93-102.

Geerink M. & Kamphuis M., 1995. Methode voor integratie van soortspecifieke kennis met gebiedskennis. Groningen, OPAF, Afstudeerverslag 94 AB 12, Van Hall Instituut.

Geirnaert W. & Hoogervorst G.H.T.C., 1974. Het voorkomen van zoet grondwater op Vlieland, Terschelling en Schiermonnikoog. Waddenbulletin 9 (6): 206-211.

Gels J.H.B. & Logeman D., 2004. Beheerplan Rijksgroden Terschelling 2003-2013. Arcadis Assen i.o.v. SBB & RWS-DNN rapportnr. 110202/NA4/2B2/000615/001.

Genderen H. van, 1938. Verslag van het limnologisch werk op Terschelling. Hand. Hydrobiol. Club 1: 19-21.

Genseberger M. & Penning E., 2013. Waterkwaliteit Friese boezem met accent op troebelheid water. Deltares i.o.v. Wetterskip Fryslân project 1207621-002.

Gerbens S., Vries H. de & Sayed S., 2005. MBR-research at WWTP Leeuwarden for the post treatment of effluents: good removal capacities for hormones and medicine residues (MBR III). H2O 39 (18): 74-77.

Gerlach G., 2005. Visserijkundig onderzoek Bildtse wateren in de gemeente Het Bildt. rapport VO.5003/2005 OVB i.o.v. HSV de Deinende Dobber en de FFvS.

Gerus A.S., 1971. Hydrobiologie Hunenplak Terschelling. Versl. Natuurbeh. LH Wageningen.

Gerus A.S., 1972. Inventarisatie van macrofauna en het plankton van het Hunenplak en enkele andere wateren op Terschelling in 1970. RIN-rapport, Verslag N.B. Wageningen.

Geurts J.J.M., 2010. Restoration of fens and peat lakes: a biogeochemical approach. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.

Geyskes D.C., 1949. Odonata van de Noordhollandse duinen en van de Waddeneilanden. Ent. Ber. 12, 288: 349-352.

Giesen & Geurts, 2007. De fosfaattoestand van de bodem van de Catspolder. Invloed van vernatting op de beschikking van fosfaat op basis van de fosfaatverzadiging. Giesen & Geurts Ecologisch Adviesbureau Ulft i.o.v. DLG Leeuwarden.

Giesen & Geurts, 2009. De fosfaattoestand van de bodem van EHS-percelen bij de Schaopedobbe. Verslaglegging van de uitgangssituatie op basis van de fosfaatverzadiging. Giesen & Geurts Ulft i.o.v. DLG Leeuwarden.

Gijzen M.E.A. van & Claassen T.H.L., 1978. Biologisch wateronderzoek: macrofyten en macrofauna. Deelrapport 2 ISP, RIN Leersum.

Gijsel A. van, 1983. Dobben in Opsterland. Culturele Raad Opsterland, Beetsterzwaag.

Gildemacher K.F. e.a., 2009. Friese meren - Fryske marren. Uitgeverij Penn i.o.v. provincie Fryslân.

Gischler C.H.E., 1967. A semi qualitative study of the hydrogeology of the North Netherlands. Verhandelingen van het Kon. Ned. Geologische mijnbouwkundig genootschap, geologische serie, no. 24.

Glastra M.J., 1998. Water vol waarde. Iwaco i.o.v. Staatsbosbeheer regio Fryslân, It Fryske Gea, Vereniging Natuurmonumenten en Friese Milieu Federatie.

Goedhart S.W. & Jong R. de, 1999. Ecohydrologisch onderzoek in de Hoannekrite. Een verkennende studie naar waterhuishouding en schraallanden. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 99.01.

Goldspink C.R., 1969. A population study of the cyprinids present in Tjeukemeer. Contactbl. V. Oecol. 5 (3): 43-45.

Goldspink C.R., 1971. Population dynamics and production of bream (*Abramis brama*) and roach (*Rutilus rutilus*) in Tjeukemeer. Ph.D. Thesis, Liverpool.

Goldspink C.R., 1977. The return of marked roach (*Rutilus rutilus* L.) to spawning grounds in Tjeukemeer, The Netherlands. J. Fish Biol. 11: 599-603.

Goldspink C.R., 1978a. A note on the dispersion pattern of marked bream *Abramis brama* released into Tjeukemeer, The Netherlands. J. Fish Biol. 13: 493-497.

Goldspink C.R., 1978b. The population density, growth rate and production of bream, *Abramis brama*, in Tjeukemeer, The Netherlands. J. Fish Biol. 13: 499-517.

Goldspink C.R., 1979. The population density, growth rate and production of roach *Rutilus rutilus* L. in Tjeukemeer, The Netherlands. J. Fish Biol. 15 (4): 473-498.

Goldspink C.R. & Banks J.W., 1972. A readily recognizable tag for marking bream (*Abramis brama*). J. Fish Biol. 3: 407-411.

Goldspink C.R. & Zalinger N.P. van, 1971. Fish. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (2): 92-97.



- Golterman H.L., 1971. Chemistry and primary production. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (2): 71-77.
- Golterman H.L., 1974a. De biologische productie in het Tjeukemeer. 1. Primaire en secundaire productie. Vakbl. v. Biol. 54 (7): 112-116.
- Golterman H.L., 1974b. De biologische productie in het Tjeukemeer. 2. Tertiaire productie. Vakbl. v. Biol. 54 (8): 136-139.
- Golterman H.L., 1974c. The biological production in the Tjeukemeer. Final report I.B.P. 1966-1971, 57-58.
- Golterman H.L., 1977. Waarom en hoe limnologisch onderzoek in Nederland? H2O 10: 514-516.
- Golterman H.L., Voerman J. & Nie H.W. de, 1980. Fosfaatbelasting van het Tjeukemeer. H2O 13 (6): 116-121.
- Gonggrijp G.P. (ed.), 1983. Gea-objecten van Friesland. RIN-rapport 83/10, Leersum.
- Goor A.C.J. van, 1920. Verslag omtrent het voorkomen en de verspreiding van het watervarentje *Azolla* in de Friesche wateren in 1919. Bijlage B bij het verslag Rijksinstituut voor Visserijonderzoek over 1919. Den Helder. Pp. 34-38.
- Goor A.C.J. van, 1923. Die holländischen Meeresalgen; (Rhodophyceae und Chlorophyceae) ins besondere der Umgebung von Helder, des Wattenmeeres und der Zuiderzee. Amsterdam K.N.A.W. 232 pp. Tweede sekte Dl. 13, no. 2 RIN/L. Boek B 945.
- Goossens F.R., Muiswinkel I.F. & Winters G.W., 1998. Pilotproject gewenste grondwatersituatie: de Veenhoop, Friesland. NOV rapport 3-4; STOWA rapport 98-14. Arcadis Heidemij Advies.
- Gorkum W. van, Hout M. van & Kortman A., 1992. Wet-ei-land. Velp, It Fryske Gea, Afstudeerrapport IAHL.
- Graaf C. de, Dulleman D. van & Terwisscha van Scheltinga W., 2010. Watergebiedsplan Groote Wielen. Technisch Achtergrond Document. Royal Haskoning i.o.v. Wetterskip Fryslân. Projectnr. 9V0008.
- Greiner R.W. & Jong J. de, 1984a. The use of marsh plants for the treatment of waste water in areas designated for recreation and tourism. Lelystad, RIJP, Flevobericht no. 225.
- Greiner R.W. & Jong J. de, 1984b. Het gebruik van waterplanten voor de zuivering van afvalwater in recreatiegebieden. Lelystad, RIJP, Flevobericht no. 226.
- Greve M.S.E., 2010. Ecologische beoordeling herinrichting Kleine Wielen. A&W-rapport 1454.
- Griffioen A., 1979. Balansen Slotermeer t.b.v. PAWN-studie. RIZA, Lelystad.
- Griffioen R. & Altenburg W., 1994. Natuurvriendelijk onderhoud van hoofdwatergangen. Advies aan waterschap Het Koningsdiep. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 82.
- Grijpstra F., 2002. Zwemwateronderzoek Burgumermar 2001. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.
- Grijpstra F., 2005. Rapportage onderzoek VEL-gebied 2001. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.
- Grijpstra F. & Brans-van Megen B.C., 2003. De vijver van Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân.
- Grijpstra F. & Meijer-Bielenin I., 2003. Heegermeer en Fluessen: van troebel naar helder water. Wetterskip Fryslân.
- Grijpstra F., Uibel E. & Bergs J. van den, 2003. Waterkwaliteit bij 8 onderzochte rioolwateroverstorten. Wetterskip Fryslân.
- Grijpstra F., Vries-van Balen M.E.M. de & Bergs J. van den, 2001. Zwemwateronderzoek Oudegaasterbrekken en de Welle 2001. Wetterskip Fryslân projectcode prj08\_2001.
- Grimm M.P. & Kampen J., 1988. Oude Venen Eernewoude, een inventariserend onderzoek naar de visstand. Nieuwegein, OVB i.o.v. Provincie Friesland.
- Groen L. & Stellema J., 1981. Kopergehalten in rioolwaterzuiveringszand in relatie tot de kwaliteit van het drinkwater afkomstig van de grondwaterpompstations in de provincie Friesland, Groningen en Drenthe. H2O 14 (23): 542-545.
- Groeneweg G., 1968. Verslag van het hydrobiologisch onderzoek op Ameland. C.J.N. Jaarboek 1968: 170-182.
- Grond F., Kroes P. & Zuil J., 1987. Natuureservaat De Lindevallei. It Fryske Gea, R.U. Groningen, Laagland Bekenproject no. 10-1987.
- Grontmij, 1974. Provinciaal Zuiveringsplan Friesland Optimalisering. Grontmij De Bilt i.o.v. Provinciale Waterstaat van Friesland.
- Grontmij, 1988. Milieuhygiënisch onderzoek baggerspecie uit de kleine recreatievaart De Lege Geaen-oost. Grontmij (i.o.v. gemeente Boarnsterhim).
- Grontmij, 1989. Uitvoerings- en beheersplan Nanneewijd en Kleine Wijd. De Bilt, Grontmij (i.o.v. gemeente Skarsterlân).
- Grontmij, 1991a. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. Overkoepelend programma. De Bilt/ Leeuwarden, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1991b. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. Gebiedsbeschrijvingen. De Bilt/Leeuwarden, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1991c. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. Kaarten. De Bilt/Leeuwarden, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1991d. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. Specifiek programma De Deelen. De Bilt/ Leeuwarden, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1991e. Ecologische beheersprogramma's voor laagveenmoerassen in Friesland. Specifiek programma Rottige Meente. Nieuwegein, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1991e. Systeemanalyse Friese Boezem. Mogelijke zuiveringsmethoden voor het inlaatwater. Drachten, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. 90/7154.
- Grontmij, 1992a. IJsselmeerwater en de Friese boezem; verkenning van de mogelijkheden en effecten van wijziging van inlaatregiem en behandeling van inlaatwater. Drachten, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. 90/7154.
- Grontmij, 1992b. Dobben in Friesland; een inventarisatie en een selectie van pingo-ruïnes voor functie-toekenning. Leeuwarden, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1992c. Integrale eutrofiëringsbestrijding Oude Venen, verslag visbeheer. Drachten, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1992d. Baggerberging "De Saiter". Drachten, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1993a. Ecologisch beheersprogramma voor beekdalen in Friesland. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1993b. Ecologisch beheersprogramma voor brakke poldergebieden in Friesland. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1993c. Ecologisch beheersprogramma voor vennen in Friesland. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1993d. Specifiek ecologisch beheersprogramma Tjongerdellen-Katlijker Schar. Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1993e. Onderzoek lozingen recreatievaart, bepaling verontreiniging en analysemaatregelen. Drachten, Grontmij.
- Grontmij, 1993f. Inrichtingsplan Kollumerwaard. Drachten, Grontmij (i.o.v. RWS), Nr. 27340.
- Grontmij, 1993g. Inventarisatie oppervlaktewater Schiermonnikoog, resultaten verrichte metingen in de periode november 1991-november 1992. Nieuwegein, Grontmij.
- Grontmij, 1993h. Onderzoek peilbeheer Banckspolder. Grontmij Friesland i.o.v. Stuurgroep verdroging Schiermonnikoog.
- Grontmij, 1994a. Milieu-aspecten Recreatie en Toerisme in Friesland. Haren, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).
- Grontmij, 1994b. Onderzoek naar aanvullende maatregelen om troebel water tegen te gaan; relaties tussen diepte, strijklengte en helderheid. Drachten, Grontmij (i.o.v. Provincie Friesland).

- Grontmij, 1994c. Schone inlaat Friesland; onderzoek naar verbetering van de waterkwaliteit Anewiel door zuivering van inlaatwater. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1994d. Ecologisch beheersprogramma voor dobben in Friesland. Zeist, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1994e. Ecologisch beheersprogramma voor veenpolderplassen in Friesland. Zeist, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1994f. Ecologisch beheersprogramma voor kwelslotengebieden in Friesland. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1994g. Proefproject Vuilwatertank, fase 1. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1994h. De Luts. Aanvullend waterbodemonderzoek fasen 1 en 2. Drachten, Grontmij (i.o.v. gemeente Gaasterlân-Sleat).
- Grontmij, 1994i. Stuurgroep proefproject verdroging Schiermonnikoog; onderzoek peilbeheer Banckspolder. De Bilt, Grontmij.
- Grontmij, 1994j. Herstel oude meanders in de Tjongerdellen met bijbehorende werken.
- Grontmij, 1994k. Meetplan De Leijen. Functie-Uitwerking Boezemwateren. Grontmij Drachten i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 1994l. o-fase onderzoek Bodemkwaliteit. Baggerdepots te Nanneviid. Grontmij Drachten i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 1995a. Ecologisch beheersprogramma voor boezemmeren in Friesland. Zeist, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1995b. Inventariserend onderzoek Waddenzeedijk Terschelling. Drachten, Grontmij (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Grontmij, 1995c. Beheerseenheid Lauwersmeer, beheersplan. Drachten, Grontmij (i.o.v. Staatsbosbeheer).
- Grontmij, 1995d. Hoofdrapport tweede fase IWOL; probleemanalyse en pre-selectie van maatregelen. Drachten, Grontmij (i.o.v. IWOL-werkgroep).
- Grontmij, 1995e. Monitoringsonderzoek Baggerdepots Nanneviid. Grontmij Friesland i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 1996. Waterbeweging in het meer De Leijen. Grontmij Friesland i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 1997a. Specifiek ecologisch beheersprogramma de Leijen. Grontmij De Bilt i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 1997b. Aanvullend onderzoek peilaanpassing Banckspolder Schiermonnikoog. Grontmij Friesland i.o.v. gemeente Schiermonnikoog en Stuurgroep verdroging Schiermonnikoog.
- Grontmij, 1999a. IWOL wateraanvoer- en waterconserveringsplan. Grontmij Drachten i.o.v. provincie Fryslân.
- Grontmij, 1999b. IWOL Integraal Waterbeheer Oldeholtspade eindrapportage. Grontmij Drachten i.o.v. provincie Fryslân en Waterleiding Friesland.
- Grontmij, 2001a. Functiecombinaties in het Friese merengebied; een inspiratiebron voor mogelijke combinaties van natte ecologische verbindingen met andere functies binnen het Friese merengebied. Grontmij Friesland, Drachten i.o.v. Ministerie LNV Directie Noord.
- Grontmij, 2001b. Waterbeer Terschelling. Eisen en wensen van de agrarische sector. Grontmij Friesland.
- Grontmij, 2003. Herstel waterhuishouding rond ijsbaan Schiermonnikoog; versterking van klakrijke kwel richting Kapenglop, opheffen van grondwaterafvoer naar riool. Grontmij Alkmaar i.o.v. provincie Fryslân. Projectnr. 102697.
- Grontmij, 2004. Water op de kaart. Opstap naat het wateradvies voor het streekplan. Grontmij Drachten i.o.v. gezamenlijke Friese waterschappen en na 1 januari 2004 van Wetterskip Fryslân. Projectnr. 150366.
- Grontmij, 2005. Onderhoud op maat - oplegnotitie. Grontmij Friesland, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Grontmij, 2006a. Recreatiemonitor De Leijen 2004-2005. Grontmij Drachten en Marktplan Adviesgroep.
- Grontmij, 2006b. Behandeling afvalwater toiletvoorzieningen eilanden Friese meren. Grontmij Drachten i.o.v. provincie Fryslân en Marrekrite.
- Grontmij, 2006c. Proefproject rietmaaien Friese boezem; onderzoek naar de uitvoeringstechnische mogelijkheden en kosten voor het maaien en afvoeren van riet langs de hoofdwatgangen van de Friese boezem. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Grontmij, 2006d. Waterbeweging in het meer De Leijen. Grontmij Drachten i.o.v. Waterschap Friesland.
- Grontmij, 2007. Proefproject rietmaaien Friese boezem; rietmonitoring: onderzoek naar de effecten op de rietgroei in het voor- en najaar van 2006. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Grontmij, 2009. Beheer- en onderhoudsplan 2010-2015 Algemeen deel. Grontmij Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân projectnr. 264258.
- Grontmij & Elodea, 2000. Terschelling; Een visie op het Waterbeheer. Grontmij Drachten i.s.m. Elodea ecologisch onderzoek en advies i.o.v. SBB Friesland.
- Groot A. de, 1984. Onderzoek aan het bandenpatroon van *Oscillatoria agardhii* na dichtheidsgradiëntcentrifugatie van Tjeukemeerwater. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenverslag 1984-14.
- Groot K., 1991. Fosfaatnalevering door de waterbodem van een aantal Friese meren. Lelystad, RIZA, Stageverslag Van Hall Instituut; werkdocument nr. 91.116X.
- Grootjans A.P., 1993. Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. Perspectieven voor het beheer. Haren, R.U. Groningen.
- Grootjans A.P., Bijkerk W. & Everts F.H., 1992. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring. Interimrapport 1991 en 1992. Groningen, R.U. Groningen, Everts & De Vries (i.o.v. Consultantschap NBLF).
- Grootjans A.P., Bijkerk W. & Everts F.H., 1993. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring; interim rapport 1991 en 1992. Wyldlannen, De Barten, de Koegelwieck.
- Grootjans A.P., Bijkerk W., Everts F.H., Hartog P.S. & Jong J. de, 1994. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring. Eindrapport 1ste fase 1991-1993. Groningen, R.U. Groningen, Everts & De Vries (i.o.v. Consultantschap NBLF).
- Grootjans A.P., Bijkerk W., Everts F.H., Jongman M., Salomons M. & Tolman M.E., 1997. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring; eindrapport 2<sup>e</sup> fase 1994-1996. Wyldlannen, De Barten, de Koegelwieck, de Moksloot en de Lage Maden. Lab. voor Plantenoecologie RU Groningen & Bureau Everts & De Vries Groningen i.o.v. ministerie van LNV dir. Natuur.
- Grootjans A.P., Lammerts E.J. & Beusekom F. van, 1995. Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. Ecologie en regeneratiemogelijkheden. Utrecht, KNNV Uitgeverij no 62, Ministerie van LNV, RWS, Provincie Friesland, WLF, VNM.
- Gulati R.D., 1975. A study on the role of herbivorous zooplankton community as primary consumers of phytoplankton in Dutch lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1202-1210.
- Gulati R.D., 1976. Studies on the food, grazing and metabolism of a filter feeders community of zooplankton in the lakes Vechten and Tjeukemeer. Hydrobiol. Bull. 10: 10-12.
- Gulati R.D. & Donk E. van, 2002. Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. Hydrobiologia 478: 73-106.
- Gulati R.D. & Parma S. (ed.), 1982. Studies on Lake Vechten and Tjeukemeer, The Netherlands. Hydrobiologia Vol. 95. Developments in Hydrobiology no 11.
- Gunnink J., Sanchez M.F., Louw P. de & Baaren E. van, 2012. Effecten van klimaatverandering en zeespiegelstijging op het kustnabije grondwatersysteem van Noord-Fryslân. TNO-rapport R10171. Utrecht.

# H

*Hottonia palustris* (Waterviolier)



- Haan A.G. de, 1986. De invloed van een beroepsvisserij met staande netten op populatiestructuur, groei, conditie en grens van geslachtsrijpheid van de brasem (*Abramis brama* L.). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenrapport 1986-19.
- Haan A.S. de, 1988. Polderonderzoek omtrent de eutrofiëring in de provincie Friesland 1987: een onderzoek naar de fosfaat- en stikstofbelasting van een vijftal polders op het boezemwater, en omgekeerd. Leeuwarden, Provincie Friesland, Stageverslag AHoF.
- Haan B. de, 1988. Vervolgonderzoek naar de rol van ijzer bij de groei van *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenverslag 1988-4.
- Haan H. de, 1971. Humus compounds. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (2): 78-79 (Tjeukemeer).
- Haan H. de, 1972a. Molecule-size distribution of soluble humic compounds from different natural waters. Freshw. Biol. 2 (3): 235-241.
- Haan H. de, 1972b. Some structural and ecological studies on soluble humic compounds from Tjeukemeer. Verh. Int. Ver. Limnol. 18: 685-695.
- Haan H. de, 1974. Effect of a fulvic acid fraction on the growth of a *Pseudomonas* from Tjeukemeer (The Netherlands). Freshw. Biol. 4: 301-310.
- Haan H. de, 1975a. On the determination of soluble humic compounds in freshwater. In: Proc. On the meeting on "Humic substances" held in Nieuwersluis - May 29-31, 1972. p. 53-62.
- Haan H. de, 1975b. The biological transformation in soluble humic compounds in Tjeukemeer, The Netherlands; a preliminary report. In: Proc. on the meeting on "Humic substances" held in Nieuwersluis - May 29-31, 1972. p. 63-69.
- Haan H. de, 1975c. Limnologische aspecten van humusverbindingen in het Tjeukemeer. Proefschrift, RU Groningen.
- Haan H. de, 1977. Effect of benzoate on microbial decomposition of fulvic acids in Tjeukemeer (The Netherlands). Limnology and Oceanography, 22 (1): 38-44.
- Haan H. de, 1982. Physico-chemical environment in Tjeukemeer with special reference to speciation of algal nutrients. Hydrobiologia 95: 205-221.
- Haan H. de, 1983. The use of ultraviolet spectroscopy, gel filtration, pyrolysis/mass spectrometry and numbers of benzoate-metabolizing bacteria in the study of huminification and degradation of aquatic organic matter. Chapter 8 in: R.F. Christman & E.T. Gjessing (eds.), 1983. Aquatic and Terrestrial Humic Materials. 165-182.
- Haan H. de, 1985a. Effects of metal speciation on growth of phytoplankton with special reference to iron. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiologisch Bulletin 18 (2): 85-94.
- Haan H. de, 1985b. De invloed van metaalvormen op de groei van algen, met speciale aandacht voor ijzer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Vakblad voor biologen 65 (13/14): 26-39.
- Haan H. de, 1990. Abiotic transformation of iron and phosphate in humic lake water revealed by double-isotope labeling and gel filtration. Limnology and Oceanography, 35 (2): 491-497.
- Haan H. de, 1992. Impacts of environmental changes on the biogeochemistry of aquatic humic substances. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiologia 299: 59-71.
- Haan H. de, 1993. Solar UV-light penetration and photodegradation of humic substances in peaty lake water. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Limnology and oceanography 38 (5): 1072-1076.
- Haan H. de & Boer T. de, 1978. A study of the possible interactions between fulvic acids, aminoacids and carbohydrates from Tjeukemeer, based on gel-filtration at pH 7.0. Water Research 12: 1035-1040.
- Haan H. de & Boer T. de, 1979. Seasonal variations of fulvic acids, aminoacids and sugars in Tjeukemeer, The Netherlands. Arch. Hydrobiol. 85 (1): 30-40.
- Haan H. de & Boer T. de, 1986. Geochemical aspects of aqueous iron, phosphorus and dissolved organic carbon in the humic lake Tjeukemeer, The Netherlands. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology 16: 661-672.
- Haan H. de & Boer T. de, 1987. Applicability of light absorbance and fluorescence of concentration and molecular size of dissolved organic carbon in humic lake Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Water Research 21 (6): 731-734.
- Haan H. de & Claassen T.H.L., 1983. Eutrofiëringsonderzoek in het zuid-westelijk merengebied van Friesland. Oosterzee-Leeuwarden.
- Haan H. de & Claassen T.H.L., 2005. Biologische monitoring van oppervlaktewateren kan eenvoudiger. H2O 38 (18): 18-19.
- Haan H. de & Hopper U.G., 1987. Waterkwaliteitsverbetering door hydrologische manipulatie in de Alde Feanen. Olterterp, Nieuwsbrief nr. 51: 10-15.
- Haan H. de & Hopper U.G., 1988a. Waterkwaliteitsverbetering door hydrologische manipulatie in de Oude Venen, Friesland. Oosterzee/Olterterp, Limnologisch Instituut, It Fryske Gea, H2O 21 (14): 376-381.
- Haan H. de & Hopper U.G. (eds.), 1988b. De otter bliuwt in wrotter; Het Friese leefgebied van de otter moet gezonder!. Rapport van de Werkgroep Otters Friesland. Uitgave It Fryske Gea.
- Haan H. de & Kattestaart J., 1977. Enkele aspecten van de lozing van afvalwater in het Tjeukemeer te Oosterzee. Intern Verslag LI, Oosterzee 1977-1.
- Haan H. de & Moed J.R., 1984a. Phosphorus, nitrogen and chlorophyll-a concentrations in a typical Dutch polder lake, Tjeukemeer, in relation to its water regime between 1968 and 1982. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Wat. Sci. Tech. 17: 733-743.
- Haan H. de & Moed J.R., 1984b. Fytoplanktonoecologie 1984-1988. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Nota 1984-4.
- Haan H. de & Veeningen R., 1995. Vermindering eutrofiëring boezemwater; aanvullende maatregelen in landbouwpolders in Friesland. Provincie Friesland, Waterschap Friesland, Landschap 95 12 (6): 23-34.
- Haan H. de & Voerman J., 1983. Het oecosysteem Tjeukemeer. Vanellus 36 (3): 58-66.
- Haan H. de & Voerman J., 1988. The chemistry of a typical Dutch reservoir, the Tjeukemeer, in relation to its water management between 1970 and 1986. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology 20 (1): 1-10.
- Haan H. de, Boer T. de & Halma G., 1979. Curie point pyrolysis mass-spectrometry of fulvic acids from Tjeukemeer, The Netherlands. Freshw. Biol. 9: 315-317.



- Haan H. de, Boer T. de & Hoogveld H.L., 1981. Metal binding capacity in relation to hydrology and algae periodicity in Tjeukemeer, The Netherlands. *Arch. Hydrobiol.* 92 (1): 11-23.
- Haan H. de, Boer T. de & Voerman J., 1991. Size distribution of dissolved (< 200 nm) organic carbon and aluminium in alkaline and humic lakes. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiological Bulletin* 24 (2): 145-151.
- Haan H. de, Boer T. de, Kramer H.A. & Voerman J., 1982a. Applicability of light absorbance as a measure of organic carbon in humic lake water. *Water Research* 16 (6): 1047-1050.
- Haan H. de, Boer T. de, Voerman J., Kramer H.A. & Moed J.R., 1984. Size classes of "dissolved" nutrients in shallow, alkaline, humic and eutrophic Tjeukemeer, The Netherlands, as fractionated by ultrafiltration. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh. Internat.Verein. Limnol.* 22 (2): 876-881.
- Haan H. de, Boer T. de, Voerman J., Kramer H.A. & Tongeren O.F.R. van, 1990. Size class distribution of dissolved (< 200 nm) nutrients and essential metals in shallow, eutrophic and humic lakes. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24 (1): 298-301.
- Haan H. de, Halma G., Boer T. de & Haverkamp J., 1981. Seasonal variations in the composition of fulvic acids in Tjeukemeer, The Netherlands, as studied by Curiepoint pyrolysis-mass spectrometry. *Hydrobiologia* 78: 87-95.
- Haan H. de, Hoogveld H.L., Boer T. de, Voerman J., Moed J.R., Kramer H.A. & Schrottenboer J., 1988. Manipulation of chemistry and phytoplankton by hydrological intervention: a whole lake experiment in the northern Netherlands. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology* 20: 395-406.
- Haan H. de, Liere L. van, Klapwijk S. & Donk E. van, 1993. The structure of fen lakes in relation to water table management in The Netherlands. *Nieuwersluis/Bilthoven, Hydrobiologia* 265: 155-177.
- Haan H. de, Veldhuis M.J.W. & Moed J.R., 1985. Availability of dissolved iron from Tjeukemeer, The Netherlands, for iron-limited growing *Scenedesmus quadricauda*. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Water Research* 19 (2): 235-239.
- Haan H. de, Voerman J., Boer T. de, Moed J.R., Schrottenboer J. & Hoogveld H.L., 1990. Trace metal chemistry of a Dutch reservoir, the Tjeukemeer. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology* 24: 391-400.
- Haan H. de, Wanders J.B.W. & Moed J.R., 1982b. Multiple addition bio-assay of Tjeukemeerwater. *Hydrobiologia* 88: 233-244.
- Haan H. de, Wijbenga D.J. & Veldhuis M.J.W., 1981. Aspects of the study on the availability of iron for phytoplankton in Tjeukemeer, The Netherlands. *Hydrobiol. Bull.* 15 (3): 193-194.
- Haan M. de, Molenaar W. & Hoff P. op 't, 2009. Notitie rietontwikkeling De Deelen. Dienst Landelijk Gebied, Leeuwarden.
- Haan W.F. de, 1999. Saneringsonderzoek waterbodempotmarge, waterodem gasfabriek Huizermerlaan te Leeuwarden. Witteveen+Bos Deventer i.o.v. Wetterskip Fryslân (FR/071/002 en FR/071/002).
- Haan, M. de, Foekema F., Bruins Slot E. & Vries J. de (eds.), 2005. Gebiedsvisie / Raamplan Butenfjild. Dienst Landelijk Gebied en provincie Fryslân i.o.v. Gebiedscommissie Butenfjild.
- Haar G. ter, 1984. Beheer Friese Boezem opnieuw in discussie. *Waterschapsbelangen* 69 (2): 41-43.
- Haar G. ter, 1990. Grote belangstelling voor verkiezingen Friese waterschappen. *Waterschapsbelangen* 75 (2): 55.
- Haar G. ter, 1993. Friesland krijgt vijf waterkwantiteitswaterschappen. *Waterschapsbelangen* 78 (4): 159-161.
- Haar G. ter & Polhuis P.L., 2004. De loop van het Friese water. *Geschiedenis van het waterbeheer en de waterschappen in Friesland*. Uitgeverij Van Wijnen, Franeker.
- Haarman W., 1972. Verband hydrologie van het Tjeukemeer en de molecuul-grootte-samenstelling van opgeloste verbindingen.
- Haartsen A., 1980. Baarderadeel, hart van het Friese terpengebied. *Noorderbreedte* 4 (3): 73-80.
- Haddingh R.H., 1973. Macrofauna-onderzoek in het Bergumermeer (jan.-okt. 1972). KEMA.
- Haddingh R.H., 1975a. Littoral macroinvertebrates in Lake Bergum in 1972, 1973 and 1974, prior to the commissioning of the Bergum powerstation. KEMA.
- Haddingh R.H., 1975b. Voorlopige resultaten van het onderzoek aan vislarven bij de Bergumermeercentrale in 1975. KEMA.
- Haddingh R.H., 1976a. Nieuwe resultaten van het onderzoek betreffende sterfte van vislarven bij de Bergumermeercentrale in 1975. KEMA.
- Haddingh R.H., 1976b. Mortality of young fish in the cooling watersystem of Bergum powerstation.
- Haddingh R.H., 1977a. Mogelijkheden tot vermindering van schade aan juveniele vis op de draaizeven van de Bergumermeercentrale. KEMA.
- Haddingh R.H., 1977b. Onderzoek naar het effect van het bellenscherm voor de inlaat van de Bergumermeercentrale op de hoeveelheid ingezogen vis op 8 juli 1976. KEMA.
- Haddingh R.H., 1979. Beperking van de hoeveelheid ingezogen vis door verlichting van het inlaatgebied bij de centrale Bergum in 1978. KEMA memo 7 79-03 MO-B.
- Haddingh R.H., 1980. Invloed van koelwaterlozingen op de dichtheid van bodemfauna in het Bergumermeer en aangrenzende kanalen (samenvattend memorandum). KEMA memo 7 80-28 MO-B.
- Haddingh R.H., 1982. Experimental reduction of fish impingement by artificial illumination at Bergum Power Station. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 67 (6): 887-900.
- Haddingh R.H. & Koops F.B.J., 1975. Korte samenvatting van door de KEMA uitgevoerd hydrobiologisch onderzoek op het Bergumermeer in verband met de koelwaterlozing door de centrale Bergum. KEMA.
- Haddingh R.H. & Walvius P.M., 1976. Onderzoek aan jonge vissen afkomstig van de draaizeven van de Bergumermeercentrale. KEMA.
- Haddingh R.H., Velde G. van der & Schnabel P.G., 1987. The effect of heated effluent on the occurrence and reproduction of the freshwater limpets *Ancylus fluviatilis* Müller, 1774, *Ferrissia wanterie* (Mirolli, 1960) and *Acroloxus lacustris* (L. 1758) in two Dutch water bodies. *Hydrobiological Bulletin* 21 (2): 193-205.
- Haijkens Y. & Jurjens H., 2004. Toepassing van ecotechnologische schakelsystemen in Noord-Nederland; mogelijkheden voor nazuivering van RWZI-effluent. Van Hall Instituut & Royal Haskoning.
- Hakstege P. & Koenraadt R., 2001. Baggeren van belang voor maatschappij en milieu. *Het Waterschap* 86 (19): 906-911.
- Hall M., 1992. *Natuurontwikkeling in Friesland*. Groningen, Provincie Friesland, Stageverslag R.U. Groningen.
- Hamaker P., 1992. Modelberekeningen voor het dekken van de waterbehoefte en de emissie van nutriënten voor een glastuinbouwproject bij Burgum (Fr.). DLO-Staring Centrum Wageningen.
- Hamming P., Keizer P., Lublink M., Sipkema P., Tijssen R., Wagenaar M. & Ytsma R., 1998. De Leijen, is de verdroging duurzaam opgelost? Van Hall Instituut studierapport binnen module MKH80 i.o.v. Wetterskip Lauwerswald.
- Hana K., 1949. Zoetwater aan zee (strandmeer op NW punt Ameland). *Natura* 49: 108-112.
- Hanssen E.J.M. & Huizinga W.T., 1991. Fosfaat in de Friese landbouw: productie en gebruik. Provincie Friesland, afdeling Onderzoek. Rapportnr. 176.

- Harezlac V., 2013. Voorkomen van blauwalgen in relatie tot fysisch-chemische omstandigheden in Friese oppervlaktewateren. Deltares i.o.v. Wetterskip Fryslân project 1207011-000.
- Haringman J.R., 1970. Een poging tot het opstellen van een waterbalans voor het Tjeukemeer. Doctoraal verslag Utrecht.
- Haringman J.R., 1971. Verslag van een hydrobiologisch onderzoek van het Tjeukemeer gedurende mei-sept. '69.
- Harmelink T., 1987. Het effect van grondwaterstandsval op de vegetatie in de Kraenlannen. Groningen, Grontmij, Stageverslag Van Hall Instituut (nr. 87/10).
- Harmsen J., Dolging J., Querner E. & Toorn A. van den, 2000a. Waterkwaliteit en diegezonheid: leidraad voor te nemen maatregelen in het waterbeheer en de effecten daarvan op de kwaliteit van oppervlaktewater met het oog op gebruik als drinkwater voor vee. Alterra Wageningen Rapport 002.
- Harmsen J., Toorn A. van den & Bergs J. van den, 2002. Waterkwaliteit en diegezonheid: Extra problemen in veenweidegebieden? Bodem, tijdschrift over duurzaam bodembeheer 12 (4): 141-143.
- Harmsen J., Toorn A. van den, Dolging J. & Querner E., 2000b. Waterkwaliteit en Diegezonheid: Resultaten van een monitoring in Noord-Nederland. Alterra-094, Wageningen.
- Hartog C. den, 1952. Sociologische waarnemingen op Schiermonnikoog. *Kruipnieuws* 14: 2-24.
- Hartog C. den, 1955. Roodwieren van de kwelders van Terschelling. *D.L.N.* 61: 231-235.
- Hartog C. den, 1958. Nieuwe gegevens over de kwelderroodwieren van Terschelling. *D.L.N.* 61: 231-235.
- Hartog C. den & Tulp A.S., 1953. Notities betreffende het litoraal van Ameland. *Het Zeepaard* 13: 59-64.
- Hartog C. den & Tulp A.S., 1960a. Hydrobiologische waarnemingen in Friesland deel 1. *De Levende Natuur* 63: 109-120.
- Hartog C. den & Tulp A.S., 1960b. Hydrobiologische waarnemingen in Friesland deel 2. *De Levende Natuur* 63: 133-140.
- Hartog P.S., 1993. Vegetatiekartering van enkele Friese natuurgebieden van Wijnjeterperschar tot Snitsermar. Groningen, Everts & De Vries e.a. (i.o.v. Staatsbosbeheer), Rapport nr. EV 93/1.
- Hartstra B., 2006. Fean-Wetter-Buorkje; rapportage monitoring slootkanten. Wetterskip Fryslân.
- Hattink J., Jaarsma N., Burgt J. van der, Boer S. de, Tweel M. van & Aalbers H., 1993. Integraal waterbeheer "De Leijen". Wageningen, Studenterverslag L.U. Wageningen.
- Hattum B. van, Korthals G., Leonards P., Smit M.D. & Jongh A.W.J.J. de, 1992. Biologische monitoring van PCB's in een voormalig otterbiotoop - de Oude Venen (Friesland). Amsterdam/Groningen, IVM, SON i.o.v. Ministerie van LNV, R 92/04.
- Haven J.C. de, 1981. Policy analysis of Water Management of the Netherlands. Vol. III, Screening of Eutrophication Control Tactics. The Rand Corporation i.o.v. Rijkswaterstaat.
- Haye M.A.A. de la, Dam H. van, Pouw Kraan E. van der & Tempelman D., 2010. De ecologische toestand van de Leijen; de resultaten van 10 jaar maatregelen en monitoring. Grontmij Amsterdam i.s.m. *Natuur&Water* i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Haye M.A.A. de la, Pouw Kraan E. van der, Dam H. van & Claassen T.H.L., 2012. Effecten van maatregelen tegen eutrofiëring in De Leijen. *H2O* 45 (7): 28-31.
- Haye M.J.J. la, Mertens F. & Nieuwenhuizen W., 2001. De Noordse woelmuis in Fryslân: pompen of verzuipen? *Twirre* 12 (4): 121-124.
- Hazelzet Y.C.A.M., 1972. The bream population of Tjeukemeer. Doctoraal verslag Utrecht.
- Hazeu G.W., Klijn J.A., Lammerts E.J. & Knol W., 2002. Een eiland in beweging. Veranderingen in het Terschellinger landschap over alderhalve eeuw aan de hand van oude topografische kaarten en luchtfoto's. Alterra-rapport 501.
- Heer E. de, 1978a. Indeling van Friesland in waterkwaliteitsgebieden. Deelrapport I. Gebiedsindeling van het Friese oppervlaktewater naar fysische en chemische parameters. Intern rapport PWS, Friesland.
- Heer E. de, 1978b. Beschrijving van de waterkwaliteitsgebieden in Friesland. Deelrapport II. Studie naar de water-, chloride- en fosfaatbalansen in relatie tot eutrofiëeringsverschijnselen. Intern rapport PWS, Friesland.
- Heeringa J., 2013. Medicijnverontreiniging in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Rijksuniversiteit Groningen Biomedical Sciences en Wetterskip Fryslân.
- Heermans W. & Willigen J.A. van, 1983. Tussentijds verslag betreffende een onderzoek naar rode fuikaal uit enkele Friese meren. RIVO, IJmuiden: ZA 83-01.
- Heermans W. & Willigen J.A. van, 1984a. Voortgangsverslag van onderzoek naar rode fuikaal uit enkele Friese meren. IJmuiden, RIVO, Rapportnr. ZA 84-01; project: 4-7041.
- Heermans W. & Willigen J.A. van, 1984b. Onderzoek naar rode fuikaal uit enkele Friese meren. IJmuiden, RIVO, Rapportnr. ZA 84-04; project: 5-7041.
- Hees B.W.M. van, 1988. Duinvallei-vegetatie-kartering Ameland: Hagedoornveld 1988. Beilen, LB & P, Nr. 88043.
- Heide G. van der, 1946. Waterlanders en hun waterland. Uitgevers-Maatschappij A. Rutgers, Naarden.
- Heide Y. van der & Papenburg G., 1992. Verslag van een onderzoek naar aspecten van de avifauna, de flora en de vegetatie in een deel van de Zwagermieden. Zwaagwesteinde/Buitenpost, FFF, FFF-rapport.
- Heide Y. van der & Wymenga E., 2008. Fauna-voorzieningen de Centrale As - technisch werkdocument 08.02. A&W-rapport 1171 i.o.v. provincie Fryslân.
- Heidemij, 1990a. Knelpunten voor de sportvisserij in de regio "Noardlik Westergoa". Heidemij (i.o.v. F.F.v.S.), Projectnummer 631-2.3344.
- Heidemij, 1990b. Knelpunten voor de sportvisserij in de regio "Het Koningsdiep". Heidemij (i.o.v. F.F.v.S.), Projectnummer 631-2.3344.
- Heidemij, 1994a. Oriënterend waterbodemonderzoek in Sneek code FR/126/402. Assen, Heidemij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. 631/NA94/C237/2.5886.
- Heidemij, 1994b. Oriënterend waterbodemonderzoek in Bolsward code FR/021/401. Assen, Heidemij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. 631/NA94/C236/2.5886.
- Heidemij, 1994c. Sanering waterbodemonderzoek Ee te Woudsend code FR/156/401. Assen, Heidemij (i.o.v. Waterschap Friesland), Projectnr. 631-26468 (besteknummer 1586).
- Heidemij, 1994d. Saneringsonderzoek waterbodemonderzoek van de Ee te Woudsend code FR/156/401. Assen, Heidemij (i.o.v. Waterschap Friesland), Projectnr. 631/NA94/D757/2.6351.
- Heidemij, 1994e. Saneringsplan waterbodemonderzoek van de Ee te Woudsend code FR/156/401. Assen, Heidemij (i.o.v. Waterschap Friesland), Nr. 631/NA94/D976/2.6351.
- Heidemij, 1994f. Aanvullend onderzoek Katlijker Schar. Assen, Heidemij (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. 631/NA94/B776/2.6143.
- Heidemij, 1996. Inhoud van het meer De Leijen. Heidemij advies i.o.v. Waterschap Friesland.
- Heidemij & Gemeente Boarnsterhim, 1986. De oevers in de gemeente Boarnsterhim. Heidemij, Gemeente Boarnsterhim.
- Heidemij & LB&P, 1992. Inventarisatie verdrogingsstoestand in tien natuurgebieden in Friesland. Heidemij, LB&P (i.o.v. Provincie Friesland), Rapportnr. 631/NA92/B811/2.4616.

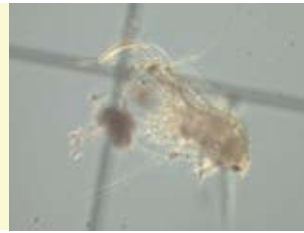
- Heidemij & LB&P, 1993. Werkdag Verbindingszone Nanneveld-De Deelen. Heidemij, LB&P, Verslag van een projectdag.
- Heijden E. van der, 2005. Ecologische beoordeling waterwinning Hertenbosvallei en Westerplas op Schiermonnikoog. A&W-rapport 712 i.o.v. Vitens.
- Heimans J., 1936. Zoetwaterwieren van het Oerd op Ameland. Ned. Kruidk. Arch. 46: 962.
- Heinen A., 1986. Voedselpreferenties van spieringlarven (*Osmorus eperlanus*) en de beschikbaarheid van larvaal voedsel in natuurlijke systemen. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenrapport 1986-7.
- Heino M. & Heijnis K., 1997. "De Meander" een onderzoek naar de water- en oevervegetatie in de Tjongerdellen-zuid. Hogeschool van Amsterdam i.s.m. IFG en Waterschap Friesland.
- Hekstra G.P., Jansma L.G. & Ploeg D.T.E. van der (eds.), 2006. Dê't it tilt fan diert' en blommen; 200 jier fjildbiology foar natoer en gea yn Fryslân. Fryske Akademy, Leeuwarden. FA-nû. 980.
- Held S.L.M. den, 2007. Projectplan Polderhoofdkanaal t.b.v. ontheffingaanvraag Flora- en faunawet. Royal Haskoning projectbnr. 9R5914.
- Helder T., 1985. Onderzoek naar de hydroxamaat-productie van *Scenedesmus quadricauda* en *Oscillatoria agardhii* uit het Tjeukemeer in ijzerbepaalde chemostaten. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Studentenrapport 1985-15.
- Hendriks R.F.A., 1993. Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidegebieden. Wageningen, STOWA\SC-DLO rapport nr. 251.
- Hendriks R.F.A., 1997. Methodieken en resultaten van experimenteel onderzoek en veldonderzoek naar bodemfysische parameters in laagveen. Wageningen, STOWA\SC-DLO rapport nr. 271.
- Hendriksen J. & Wijk W. van, 2001. Haarscheurtjes in het zoetwaterbastion. Special De Water nieuwsbrief nr 76, oktober 2001.
- Hendriksma J.T. (ed.), 2000. De Snitsermar (het Sneekermeer). Onderzoek naar vogels, planten en zoogdieren. FFF rapport 62. Fryske Marrenproject meidieling nu 4.
- Hengeveld R. & Wolde M. ten, 1992. Afvalwaterproblematiek bij bodemsaneringen in de provincie Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland. Afstudeerverslag AHof.
- Hensens G. & Witjes T.G.J., 2004. Oevers langs de Friese boezem: streefbeeld en oevertypen. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Herforth J., Haga S., Kamps P. & Klein Breteler J., 2003. Bot beet baat! Voorstudie economisch beleid beroeps- en sportvisserij in Fryslân. Oranjewoud & OVB i.o.v. provincie Fryslân.
- Hermelink M. & Veenstra R., 2000. De bodem in zicht, onderzoek naar de relatie doorzicht en aalscholverkolonie in de Princehof. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 00.01.
- Herpen F. van & Groenendijk J. i.s.m. Thannhauser-Douwma M., 2013. Watersysteemrapportage De Deelen 2000-2012; evaluatie van herstelmaatregelen t.b.v. de oppervlaktewaterkwaliteit. RoyalHaskoningDHV i.o.v. Wetterskip Fryslân projectnummer 9x5848.
- Herpen F. van & Kampf R., 2014. Waterharmonica Aqualân Grou, Monitoring invloed verlaagd debiet 2012-2013. RoyalHaskoningDHV i.s.m. Rekel/water i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Herweyer R. & Renema Y., 1987. Polychloorbifenylen in paling uit het Friese water 1984 en 1986. Leeuwarden, Rijkskeuringsdienst van Waren.
- Hessels E., 1995. Ontwikkeling van historische referentiebeelden van enkele Nederlandse meren: Naardermeer, Loosdrechtse plassen, Reeuwijkse plassen en de Oude Venen. Wageningen, RIZA, L.U. Wageningen stagerapport.
- Hettinga E., 1989. Hoge fosfaatgehalte in Friesland komt niet alleen door vervuilde Rijn. Kijk op het Noorden, nr. 147: 89-92.
- Heuvel P. van den, 1993. Friesland kiest eerste "Waterparlement". Waterschapsbelangen 78 (23/24): 912-914.
- Hezel R. van & Zeevat G.R., 2008. Vis op maat ?? Wat zijn realistische KRW-doelstellingen voor vis in Friesland. Van Hall Larenstein - Wetterskip Fryslân.
- Higler L.W.G., 1962. Waterwantsen van Ameland. RIVON-rapport.
- Higler L.W.G., 1964. Terschelling als milieu voor waterwantsen. Schylge myn lântse 4 (2): 8-11.
- Higler L.W.G., 1968. Macro-organismen in de Doodemanskisten op Terschelling. Meded. Hydrobiol. Ver. 2: 10-19 (RIVON-mededeling nr. 284).
- Higler L.W.G., 1971. Macrofauna in de Linde en enige petgaten van de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 5: (3): 126-141.
- Higler L.W.G. & Brantjes N.B.M., 1970. De macrofauna van enige wateren in de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4 (2): 77-86.
- Higler L.W.G. & Duffels J.P., 1965. Waterwantsenonderzoek op Terschelling. D.L.N. 68 (5): 108-113.
- Hijum E. van, 1994. (S)piele mei wetter. Doorspoelingsonderzoek noordwest Friesland. Deelonderzoek effectiviteit doorspoelen. T.U. Twente (i.o.v. Provincie Friesland), Nr. H 13.
- Hilgers B., 1989. Ottermigratie, knelpunten bij brugsituaties. Deel II. Utrecht, Vereniging Das & Boom.
- HKV lijn in water, 2001. Afvoer en berging van water in Fryslân. Hoofdrapport. HKV lijn in water, i.o.v. Gezamenlijke Friese Waterschappen.
- HKV lijn in water, 2004. Watervisie Lauwersmeer: eindrapport fase 1. HKV Lijn in Water & Arcadis i.o.v. Bestuurlijk Overleg Watervisie Lauwersmeer.
- Hoefsloot C.A.H., 1993. Riet ..... van belang. Waterschap Friesland, Stagerapport Van Hall Instituut.
- Hoekema F., 1998. Waterkwaliteit in kaart gebracht: onderzoek naar de presentatiemogelijkheden van Bever binnen ArcView. Van Hall Instituut Groningen i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Hoekema F.S., Wymenga E. & Heide Y. van der, 2002. Pannenkoekhuis en/of Noordse woelmuis; onderzoek naar de mogelijke ecologische effecten van bebouwing aan de Zoutepoel. A&W-rapport 309 i.o.v. gemeente Boarnsterhim.
- Hoekstra H. & Woude A. van der, 2005. Hengelsport- en recreatiegids Fryslân. Migg Media Producties BV Sneek met steun van de provincie Fryslân.
- Hoekstra S.P., Laagland J.F. & Beeren J.T.J., 1986. Mest, produkt of afval? Heidemijtijdschrift 97 (3): 88-89.
- Hoekstra T., 1991. Riet en otters. Waterschap Friesland & Van Hall Instituut i.o.v. Stichting Otterstation Nederland.
- Hoekstra U., Benders G. & Schrale G., 1988. Inventarisatie van de Brekkenpolder ten behoeve van het FosFri-project. AHOF Leeuwarden.
- Hoekstra Y., 2007. Vooruit met de bagger! Bagger Actie Programma: een geslaagd milieuproject. ProFyl 14 (3): 10-11.
- Hoeve J. ter, 1963. Een samengaan van waterwinning en verminderde oppervlakteontwatering in natuurgebieden op Texel en Terschelling. Water 47 (25): 347-351 (RIVON-mededeling nr. 62).
- Hoeve J.W. van, 1970. Waterkwaliteitsbeheersing in Friesland. Cultuurtechnisch Tijdschrift 10: 8-12.
- Hof G.T.A., 1981. De waterbalans van het Friese boezemgebied 1956-1976. PWS Friesland, Leeuwarden.
- Hofsteenge W. & Vries E. de, 2010. Natte voeten in de toekomst? Klimaatverandering en waterproblemen in Friesland en mogelijke oplossingen. CSG-Comenius.
- Hofstra J., 2014. Natuurijsbaan Witte Meer te Beetsterzwaag opgeschoond. Paaipek van amfibieën net op tijd gered. WARF Bulletin 17: 8-14.
- Hogendijk C., 1952. Zilte binnendijkse gebiedjes in Noord-west Friesland. Kruijnieuws 14 (3): 10-12.



- Hogeweg P. & Richter A.F., 1982. INSTAR, a discrete event model for simulating zooplankton population dynamics. *Hydrobiologia* 95: 275-285.
- Hollander P. & Putter J. de, 2006. Baggerspecie en de Kaderrichtlijn Water, casus 't Swin. Taaw Assen projectnr. 0481742.
- Holsteijn H., 2001. *Nitella hyalina* in de Put van Joure. Nieuwsbrief Kranswieren 5 (10):2-3.
- Holtrop B., 1992. Vervolgonderzoek naar de ontwikkeling van de vegetatie van opnieuw vergraven petgaten in "Het Houtwiel" en een interpretatie aan de hand van een aantal gemeten abiotische parameters. Leeuwarden, Staatsbosbeheer, Rapport AHoF.
- Hoogendoorn J.H. & Stroet C.B.M., 1989. Vuilstort Weperpolder (Fr.): van oriënterend bodemverontreinigingsonderzoek tot beleidsplan. 73-95 in: jaarverslag Dienst Gronwaterverkenning TNO.
- Hoogerwerf G. & Crombaghs B., 1994. Visstandbeheer De Deelen, fase 2: uitdunningsvisserij. Nijmegen, Limes Divergens (i.o.v. Waterschap Friesland), Nr. 94/3.
- Hoogveld H.L., 1980. Fytoplankton van het Tjeukemeer 1979. Intern verslag L.I. 1980-5.
- Hoogveld H.L., 1981. Fytoplankton van het Tjeukemeer 1980. Intern verslag L.I. 1981-11.
- Hoogveld H.L., 1985a. Fytoplankton in 2 petgaten in "De Alde Feanen" bij Eernewoude (Friesland), resultaten 1984. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1985-3.
- Hoogveld H.L., 1985b. Fytoplankton van het Tjeukemeer 1981, 1982 en 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1985-5.
- Hoogveld H.L., 1986. Fytoplankton van Eernewoude in 2 petgaten in "De Alde Feanen" bij Eernewoude (Friesland), resultaten 1985. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1986-11.
- Hoogveld H.L., 1988. Fytoplankton van Eernewoude, 1986 en 1987. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1988-13.
- Hoogveld H.L., 1989. Fytoplankton van Eernewoude (algen in het oppervlaktewater van De Oude Venen, Eernewoude, Friesland), 1988. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1989-4.
- Hoogveld H.L., 1990. Fytoplankton van het Tjeukemeer 1989. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1990-7.
- Hoogveld H.L. & Frank T.H.H., 1973. Limnologische onderzoeken in het Poepegat, een petgat in Zuid-Friesland. Verslag L.I. afd. Oosterzee (Fr.).
- Hooijkaas L.J., 1993. Troebelheidsnotitie; kanttekeningen bij normering van troebelheid voor perswaterlozingen. afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.
- Hooijmeijer J.C.E.W., 1992. Beheer en broedvogels van de Alde Feanen (1991). Olterterp, It Fryske Gea, Verslag van de praktijktijd.
- Hopsers A., 1995. Waterkwaliteitsbepaling in de 'Alde Feanen'. verslag Hemelvaartkamp van de NJN (mei 1994).
- Horssen G.A. van, 1992. Brakke kleigebieden in Friesland; een beschouwing over waterkwaliteitsnormen. Leeuwarden, Stageverslag AHoF.
- Horstman J., 1977. Het drinkwaterprobleem van Ameland. Verslag SFM, Olterterp. Hogere Landbouwschool Groningen.
- Horstman J., 1978a. De Leyen en het Bergumermeer bedreigd. *Noorderbreedte* 2 (5): 12-16.
- Horstman J., 1978b. De natuurwetenschappelijke, de landschappelijke en de archeologische waarde van het Bergumer meer en De Leyen en hun omgeving. Hogere Landbouw school Groningen i.o.v. Stichting Friese Milieuraad Olterterp.
- Hosper S.H., 1997. Clearing lakes an ecosystem approach to the restoration and management of shallow lakes in the Netherlands. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.
- Hosper S.H., 1998. Stable states, buffers and switches: an ecosystem approach to the restoration and management of shallow lakes in the Netherlands. *Wat. Sci. Tech.* 37 (3): 151-164.
- Hosper S.H., Boers P.C.M. & Jong J. de, 1994. Ecologisch herstel meren en plassen, méér dan aanpak van fosfaatbelasting. *Het Waterschap* 79 (13): 545-550.
- Hosper S.H., Gulati R.D., Liere L. van & Roijackers R.M.M., 1995. *Integrated Water Resources Management*. Water Science & Technology, Integrated Water Resources Management. Oxford, Elsevier.
- Hosper S.H., Pot R. & Portielje R., 2011. Meren en plassen in Nederland: toestand, trends en hoe verder? *H2O* 44 (7): 25-28.
- Hosper U.G., 1984. De avifauna van de Alde Feanen. De ontwikkeling gedurende de laatste vijftig jaar. *Vanellus* 36 (1): 3-13.
- Hosper U.G., 1988. Vervuiling van de Groote Wielen door ganzen?. *Vanellus* 41 (1): 12-13.
- Hosper U.G., 1989. Plan tot verbetering van het otterbiotoop in Friesland. Olterterp, It Fryske Gea, *De Levende Natuur* 90 (2): 54-58.
- Hosper U.G., 1990. De Alde Feanen, van behoud tot ontwikkeling. Olterterp, *Noorderbreedte* 14 (4): 130-137.
- Hosper U.G. & Vries H.J., 1985. Beheersplan het Katlijker Schar, periode 1985-1995. Olterterp, It Fryske Gea.
- Hosper U.G. & Wymenga E., 1986. Broedvogels en beheer van Wolwarren en Jan Durkspolder. *Vanellus* 39 (6): 141-149.
- Hosper U.G., Veenstra J. & Heide Y. van der, 1990. Beheersplan Alde Feanen 1990-2000. Olterterp, It Fryske Gea.
- Hotsma G.P. & Nijdam W.J., 1995a. Verbeterde kansen voor hoogveenherstel; Deel A: Een studie naar de hydrologie van hoogvenen. Haren, R.U. Groningen, Afstudeerrapport Van Hall Instituut publicatie 37a.
- Hotsma G.P. & Nijdam W.J., 1995b. Verbeterde kansen voor hoogveenherstel; Deel B: Een modelstudie. Haren, R.U. Groningen, Afstudeerrapport Van Hall Instituut publicatie 37b.
- Houting E., 1999. De Scheene, een moeras op poten. *Noorderbreedte* 23 (2): 16-19.
- Hoven A.M. & Theelen R.M.C., 2001. (Water)bodemonderzoek rond het ATF-terrein te Drachten. TAUW, Assen projectnr. 3885089.
- HSV Leeuwarden, 2007. Recreatiegebied "De groene Ster". Sportvisserij samen met recreatie. HSV Leeuwarden & Sportvisserij Nederland.
- Huet H.J.W.J. van, 1985. Fosfaateutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland (FOSFRI-project). Verslag over de eerste anderhalf jaar. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1985-10.
- Huet H.J.W.J. van, 1986. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. I. Water- en P-belasting door polders en neerslag/verdampingscijfers, 1985. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1986-8.
- Huet H.J.W.J. van, 1987a. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. III. Analyseresultaten van sedimentmonsters uit 1984, 1985 en 1986. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag 1987-8.
- Huet H.J.W.J. van, 1987b. Overzicht van het fosfaateutrofiëringsonderzoek in het merengebied van zuid-west Friesland in 1986 (abiotisch deel). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern rapport 1987-1.
- Huet H.J.W.J. van, 1987c. Friesland en het mestprobleem. *Noorderbreedte* 11: 160-162.
- Huet H.J.W.J. van, 1990. Phosphorus eutrophication research in the lake district of south western Friesland, the Netherlands. Preliminary results of abiotic studies. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, *Hydrobiologia* 191: 75-85.
- Huet H.J.W.J. van, 1991a. Modelling water transport and phosphorus eutrophication in an interconnected lake system; a scenario study. Wageningen, Limnologisch Instituut, Dissertatie L.U. Wageningen.

- Huet H.J.W.J. van, 1991b. Phosphorus loads from peaty polders in the SW Frisian lake district, the Netherlands. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Water, air and soil pollution* 55 (3/4): 321-335.
- Huet H.J.W.J. van, 1991c. Application of a wind-driven hydrodynamic model for the quantification of transport in an open water boundary canal-lakes system in SW Friesland, the Netherlands. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Aquatic Sciences* 53: 290-308.
- Huet H.J.W.J. van, 1992a. Phosphorus eutrophication in the SW Frisian lake district. 1. Monitoring and assessment of a dynamic mass balance model. *Hydrobiologia* 233: 259-270.
- Huet H.J.W.J. van, 1992b. Phosphorus eutrophication in the SW Frisian lake district. 2. Phosphorus balances and simulation of reduction scenarios. *Hydrobiologia* 233: 271-281.
- Huet H.J.W.J. van & Haan H. de, 1992. Horizontal and vertical distribution and speciation of phosphorus in sediments of interconnected and eutrophic polder lakes in SW Friesland, The Netherlands. *Archives of Hydrobiology* 123 (3): 361-378.
- Huet H.J.W.J. van & Visser S., 1988a. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. II. Waterkwaliteitsgegevens 1984 en 1985. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-1.
- Huet H.J.W.J. van & Visser S., 1988b. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. IV. Waterkwaliteitsgegevens 1986 en 1987. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-2.
- Huet H.J.W.J. van & Visser S., 1988c. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XIII. Water inlet at Terelsterkolk, Tacozijl and Hoogland, and discharge by the Wouda and Hoogland pumping-stations, 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-14.
- Huet H.J.W.J. van & Visser S., 1988d. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XVII. Waterkwaliteitsgegevens 1984-1987. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-18.
- Huet H.J.W.J. van, Haan H. de & Claassen T.H.L., 1987. Fosfaateutrofiëringsonderzoek in het merengebied van zuid-west Friesland. *H2O* 20 (6): 131-135.
- Huet H.J.W.J. van, Stoeten A. & Visser S., 1988. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XV. Precipitation, evaporation, wind speed, wind direction and Total-P in precipitation in 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-16.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988a. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. V. Dieptemetingen van meren en kanalen, profielmetingen van kanalen. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-3.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988b. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. VI. Water en P-belasting in de Echtener Veenpolder 1984-1987, en totaal P-concentraties in poldersloten. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-6.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988c. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. VII. Water en P-belasting in polders van waterschap Boarnferd in 1986 en 1987. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-7.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988d. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. VIII. Water en P-belasting in polders van waterschap Tusken Mar en Klif in 1984-1987, en totaal P-concentraties in poldersloten. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-8.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988e. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. IX. Electrical conductivity measurements in 1986 and 1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-9.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988f. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. X. Water flow measurements in 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-10.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988g. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XI. Water discharge to the Tjonger by the sluices Prinses Margrietsluis and Sluis I, 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-11.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988h. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XII. Water discharge by the sewage treatment plants near Lemmer and Sloten during 1984-1987. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-12.
- Huet H.J.W.J. van, Visscher D. & Visser S., 1988i. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XIV. Analysis of sediment samples collected in 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-15.
- Huet H.J.W.J. van, Visser S. & Stoeten A., 1988. Gegevens ten behoeve van eutrofiëringsonderzoek in zuid-west Friesland. XVI. Water level measurements at Echtenerbrug, Vierhuis, Scharsterbrug, Follega, Kop Brekken, Koevorder Meer, Woudsend and Sloten during 1984-1987 (in Dutch). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Intern verslag* 1988-17.
- Huet-Lindeman E. van, 1987. Mest in Friesland, moeilijkheden met mogelijkheden. *Agrarische Hogeschool Friesland en Stichting Friese Milieuraad, Leeuwarden*.
- Hullenaar J.W. van 't, 1997. Hydrologisch inrichtingsplan hoogveenregeneratie in het Fochteloërveen. *Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau i.o.v. Vereniging Natuurmonumenten. Projectnr.* 97.11.
- Hupkes R. & Vree L.G. de, 1995. Veranderingen in de nutriëntenbelasting vanuit drie polders op de Friese boezem in het laatste decennium. *ICWS Amsterdam rapport nr. 95.08 i.o.v. Wetterskip Fryslân*.
- Hupkes R. & Vree L.G. de, 1996. Veranderingen in de nutriëntenbelasting vanuit drie polders op de Friese boezem. *ICWS-rapport 95.08. Amsterdam*.
- Huiver J.J. & Smit L., 2005. Beheersbare exoten? Een beschrijving van verspreiding, problemen en beheer van de Chinese wolhandkrab en de Grote waternevel. *Wetterskip Fryslân & Van Hall Instituut, Leeuwarden*.
- HydroLogic, 2003. Eindrapport Variabel Peilbeheer Friese Boezem - Afwegingsmethodiek en Instrumenten. P011 HydroLogic, Amersfoort.
- Hylkema J.L., Roos C. & Boomen R.M. van den, 1992. Haalbaarheid algemene milieukwaliteit oppervlaktewater en waterbodem in Leeuwarden, deel I: inventarisatiefase. *Deventer, Witteveen en Bos i.o.v. Provincie Friesland, Projectcode Lw.26.1*.
- Hylkema J.L., Roos C. & Veeningen R., 1995. Can we put more ecology in urban waters? 58-63 in: *Hydropolis: the role of water in urban planning. Uneso-IHP workshop March 29-April 2 1993. Leiden Backhuys*.

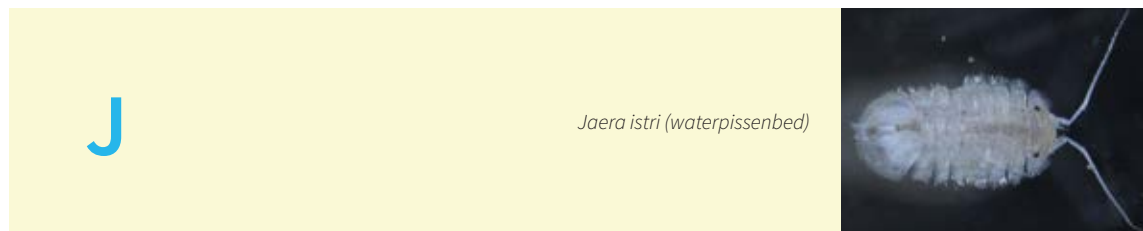
*Ilicryptus agalis* (watervlo)



- Idema P.J., Spliet S.L. & Zijlstra A.I., 1991. Onderzoek naar zoute kwel in Noord-West Friesland. Leeuwarden, Verslag NHL.
- Idzenga B., 2013. De Kolken Noord. Groenblauwe diensten? Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Ietswaart T. & Geertsma G., 2001. Inventarisatie aquatische natuurdoeltypen in Fryslân. Iwaco Groningen. Projectnr. 26107.
- Ietswaart T. & Klopstra D., 2006. Onderzoeksresultaten voor de watervisie Lauwersmeer: fase 2: samenvatting en hoofdrapport. HKV Lijn in Water & Arcadis i.o.v. Bestuurlijk Overleg Watervisie Lauwersmeer.
- Ietswaart T. & Molenaar W.J., 2003. Vaststellen aquatische natuurdoeltypen Fryslân. Royal Haskoning Groningen i.o.v. provincie Fryslân projectnr. 9M3322.
- Ietswaart T. & Rus J.S., 2001. Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer Achtergronddocument. Iwaco Groningen i.o.v. Overlegorgaan Nationaal Park Lauwersmeer.
- Ietswaart T., Bakker J., Holsteijn C.S. van, Immerzeel C.H. van, Lindeboom R. & Molenaar W.J., 2002. Natuurlijker peilbeheer Friese boezem. Royal Haskoning Groningen i.o.v. Wetterskip Fryslân projectnr. 26453.
- Ietswaart T., Bakker J., Holsteijn C.S. van, Ouwerkerk R. van & Endt M. van, 2001. Natuurvriendelijke waterhuishouding Lauwersmeer Hoofdreport. Iwaco Groningen i.o.v. Overlegorgaan Nationaal Park Lauwersmeer.
- Immerzeel C.H. van, 2002. Watersysteemanalyse Terschelling. Royal Haskoning Groningen i.o.v. Wetterskip Fryslân projectnr. 26541.
- Inspectie van de Volksgezondheid voor de hygiëne van het milieu voor Groningen, Friesland en Drenthe, 1993. Staatstoezicht op de Volksgezondheid, Groningen. Beleid en aanpak verdroging in Noord-Nederland.
- Internationaal Agrarisch Centrum, 2004. Verslag over het beheer van de aquatische huplbronnen van de binnenwateren van de provincie Fryslân (Friesland). IAC Wageningen UR.
- Iordanescu A., 2003. Simulatiemodel Lake 3.0 toegepast voor De Leijen; huidige situatie & toekomstscenario. Van Hall Instituut i.o.v. provincie Fryslân.
- It Fryske Gea, 1987. Beheersplan De Fluessen en de Vogelhoeke, periode 1987-1997. Olterterp, It Fryske Gea.
- It Fryske Gea, 1988. Otternummer. Olterterp, It Fryske Gea, Nieuwsbrief nr. 53.
- IVN, 1988. Inventarisatielijsten van dobben in Opsterland. Meerdere lijsten 1982-1988. IVN dobbenwerkgroep "de Wâlden".
- IWACO, 1988a. Hydrologisch onderzoek t.b.v. natuur-recreatieontwikkeling Hollum-Ballum op Ameland. Rapportage Iwaco, Groningen.
- IWACO, 1988b. Grondwaterkwaliteitsmeetnet drinkwaterwingebieden in de provincie Friesland: eindrapport. Iwaco Groningen/Rotterdam i.o.v. afdeling Milieu en Water provincie Fryslân.
- IWACO, 1989. Geohydrologisch onderzoek Ameland. Groningen, IWACO (i.o.v. WLF), projectnr. 20.205.
- IWACO, 1990a. Onderzoek naar de waterbalans en beheersalternatieven voor De Deelen. Groningen, IWACO.
- IWACO, 1990b. Bodembeschermingsgebieden in de Lindevallei. Groningen, IWACO, nr. 220.2960.
- IWACO, 1991. Gebiedsgericht onderzoek zuid-oost Friesland, rapportage vooronderzoek. Groningen, IWACO, nr. 220.5110.
- IWACO, 1992a. Normstelling en beheer van zandwinplassen in Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.0918.0.
- IWACO, 1992b. Modelonderzoek Hege Warren. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.1137.0.
- IWACO, 1992c. Onderzoek peilverlagen provincie Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 220.5300.
- IWACO, 1992d. Onderzoek Drinkwaterbronnen Noord-Nederland. Samenvattend rapport. Groningen, IWACO (i.o.v. WMD, WLF, WAPROG, GWG), projectnr. 22.0814.0.
- IWACO, 1992e. Onderzoek Drinkwaterbronnen Noord-Nederland. Deelonderzoek gebiedseigen oppervlaktewater. Groningen, IWACO (i.o.v. WMD, WLF, WAPROG, GWG), projectnr. 22.0814.0.
- IWACO, 1992f. Onderzoek Drinkwaterbronnen Noord-Nederland. Deelonderzoek Grondwaterwinning. Groningen, IWACO (i.o.v. WMD, WLF, WAPROG, GWG), projectnr. 22.0814.0.
- IWACO, 1992g. Onderzoek Drinkwaterbronnen Noord-Nederland. Deelonderzoek gebiedsvreemd oppervlaktewater. Groningen, IWACO (i.o.v. WMD, WLF, WAPROG, GWG), projectnr. 22.0814.0.
- IWACO, 1992h. Onderzoek Drinkwaterbronnen Noord-Nederland. Deelonderzoek Oevergrondwaterwinning. Groningen, IWACO (i.o.v. WMD, WLF, WAPROG, GWG), projectnr. 22.0814.0.
- IWACO, 1993a. Hydrologisch onderzoek oostkant Oude Venen. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.1138.0.
- IWACO, 1993b. Waterbodemonderzoek 16 watergangen Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.1380.0.
- IWACO, 1993c. Ecologisch onderzoek aan Friese zandwinplassen ten behoeve van normstelling en beheer. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.1268.0.
- IWACO, 1993d. Verdrogingsgevoelige gebieden in het zuiden en oosten van Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 22.1219.0.
- IWACO, 1994a. Ecologisch beheersprogramma voor hoogveengebieden in Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. 22.1662.0.
- IWACO, 1994b. Ecologisch beheersprogramma voor diepe plassen in Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. 22.1662.0.
- IWACO, 1994c. Watersysteem onderzoek Friesland. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 22.1730.0.
- IWACO, 1994d. Oriënterend onderzoek waterbodems 30 poldersloten, rapportage. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 22.1778.0.
- IWACO, 1994e. Oriënterend onderzoek waterbodems vaarten met voormalig lozingspunt van riolering of r.w.z.i., rapportage. Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 22.1778.0.
- IWACO, 1994f. Nader onderzoek waterbodems Johan Frisokanaal bij Warns code FR/096/401. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. 22.1973.0.
- IWACO, 1994g. Nader onderzoek waterbodems Sneeker Oudvaart te Sneek code FR/126/401. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), rapportnr. 22.1858.0.



- IWACO, 1994h. MER Drinwaterwinning Schiermonnikoog; eindrapport. Groningen, IWACO, projectnr. 22.1814.0.
- IWACO, 1994i. Proefproject verdroging Schiermonnikoog; eindrapport grondwater modelstudie. Groningen, IWACO (i.o.v. KIWA), projectnr. 22.0849.0.
- IWACO, 1995a. Relatie tussen agrarische bedrijfsvoering en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. 22.1354.0.
- IWACO, 1995b. Meerjarenraming baggerspecie (aanbod en verwerking). Groningen, IWACO (i.o.v. Provincie Friesland, Bond van Friese Waterschappen, Marrekrite, VFG), rapportnr. 22.2465.0.
- IWACO, 1995c. Ecologisch Beheersprogramma voor oppervlaktewateren op de Friese Waddeneilanden - Overkoepelend programma -. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), projectnr. 22.2100.0.
- IWACO, 1995d. MER Vlieland. Groningen, IWACO (i.o.v. WLF), rapportnr. 22.2337.0.
- IWACO, 1995e. Gevolgen van peilverlaging in peilgebied 45 op Terschelling. Groningen, IWACO (i.o.v. Waterschap Friesland), rapportnr. 22.2672.0.
- IWACO, 1995f. Integratie-onderzoek Oudega (GS). Groningen, IWACO, rapportnr. 22.2737.0.
- IWACO, 1995g. Relatie tussen agrarische bedrijfsvoering en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Iwaco Groningen rapportage 22.1354.0 i.o.v. Waterschap Friesland.
- IWACO, 1997a. Watersysteemindeling Fryslân. Iwaco Groningen i.o.v. provincie Fryslân. Rapportage 2227490.
- IWACO, 1997b. Watersysteembeschrijvingen provincie Friesland. Iwaco Groningen i.o.v. provincie Fryslân. Rapportage 2230500.
- IWACO, 2002. Natuurlijk peilbeheer Friese boezem. Iwaco Groningen i.o.v. Wetterskip Fryslân.



- Jaarsma N., Klinge M. & Lamers L., 2008. Van helder naar troebel... en weer terug; een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2008-04.
- Jacobi A., 1988. Onderzoek naar de rol van nitraat en fosfaat bij de simulatie van de groei van *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1988-14.
- Jager H.J., 2008. Vegetatiekartering Easterskar 2007. Afdeling natuurkwaliteit It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J., 1993. Sippen-Finnen, flora inventarisatie 1993. Olterterp, It Fryske Gea.
- Jager H.J., 2006. Vegetatiekartering van de Jan Durkspolder en omgeving in 2005. afdeling Planning en Onderzoek It Fryske Gea.
- Jager H.J., 2007. Vegetatiekartering Bancopolder-Hege Mieden 2007. Afdeling Planning & Onderzoek It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J. & Grimm R., 2009. Vegetatiemonitoring permanente kwadraten Lendevallei 1996-2008. It Fryske Gea afdeling Natuurkwaliteit.
- Jager H.J. & Rintjema S., 1998. Vegetatie-onderzoek brakke poldergebied Eanjumer Kolken 1995-1997. It Fryske Gea i.s.m. Waterschap Friesland.
- Jager H.J. & Rintjema S., 2002. Flora en fauna van de Meulereed 2002. Afdeling Planning & Onderzoek It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J. & Rintjema S., 2003. Beheerplan Noard-Fryslân Butendyks. Werkdocument 2003-2028 It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J. & Rintjema S., 2008. Beheersvisie Kapellepole, Liphusterheide en Schaopedobbe periode 2008-2033. It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J. & Simons J., 2010. *Nitella translucens* in poelen van de Wyldemerk (Friesland). Nieuwsbrief Kranswieren 14 (18): 3-7.
- Jager H.J. m.m.v. Claassen T.H.L., 1995. Vegetatie-ontwikkeling in de Tjongervallei. -Eerste resultaten monitoring 1994-. Olterterp, It Fryske Gea.
- Jager H.J. m.m.v. Claassen T.H.L., Jager T. & Rintjema S., 1998. Vegetatie-onderzoek 1996-1997 in de Driessenpolder, deelgebied van het natuurreserveaat de Lendevallei. It Fryske Gea, Olterterp.
- Jager H.J., Rintjema S. & Claassen T.H.L., 2012. Vegetatie, fauna en waterkwaliteit van de Fluezen / Fugelhoeke 2009-2011. It Fryske Gea, afdeling Natuurkwaliteit, Olterterp.
- Jager Z., 1999. Upstream fish migration: Northern Netherlands coastal zone. RWS RIKZ Report 99.022.
- Jager Z., 2003. Visie visintrek Noord-Nederland. RWS/RIKZ.
- Jalink M., 1987. Veldrusvegetaties in enkele Friese beekdalen. Groningen, R.U. Groningen, Laaglandbekenserie nr. 13.
- Jalving R. & Oosterveld E.B., 2003. De vegetatie van de Slachtedyk in 2001. A&W-rapport 325 i.o.v. IFG.
- Jalvink R., 1988. Flora en hydrologie in Zuid-Oost Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.
- Jalvink R. & Heide Y. van der, 1993. Broedvogels van de Gouden Bodem in 1993. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 76.
- Jansen A.J.M., Eijssink A.Th.W., Grootjans A.P., Lammerts E.J. & Sival F.P., 1993. Zijn hydrologische ingrepen noodzakelijk voor het herstel van verzuurde natte schraallanden? in: Effectgerichte maatregelen in natuurterreinen: 63-96.
- Jansen A.J.M., Everts F.H., Vries N.P. de & Wal R.J. van der, 1986. Beheersplan voor het natuurreserveaat De Deelen voor de periode 1986-1996. Leeuwarden/Utrecht, Van der Wal & Langbroek, Staatsbosbeheer.
- Jansen Duijghuijzen G. & Scheperboer G., 1977. Een vergelijkend hydrobiologisch onderzoek aan de ringdobben in Friesland. Doct. Verslag no. 77 Lab. voor aquatische oecologie KU Nijmegen.
- Jansen H., 2009. Grote watervlinder sinds 1997 in Fryslân aanwezig. Twirre 20: 24-27.
- Jansen H. & Bijlsma R., 2007. Onderhoud op maat - vegetatieonderzoek Evaluatie 2001-2005. Buro Elodea & Grontmij Friesland, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Jansen J.M.L., 1988. Hydrological research and the design of a water management system for a peatland area with agriculture and nature in the land consolidation project Echtener and Groote Veenpolder. Agricultural Water Management 14: 389-397.
- Jansen T., 1986. Landschapsecologische beschrijving van Baarderadeel. Een verkenning. Leeuwarden, NMF.
- Jansma N., Kreveld A. van, Ottens G. & Voets T., 2012. Nederlandse wetlands; vogel- en natuurbescherming 2008-2011. Vogelbescherming Nederland.

- Janssen F.B., 1985. Hydrologisch onderzoek Rottige Meente. Werkgroep Hydrologisch Onderzoek Rottige Meente. Landinrichtingsdienst, Leeuwarden.
- Janssen F.B., 1986. Hydrologisch onderzoek in en rond het natuureservaat "Rottige Meente". Cultuurtechnisch tijdschrift 26 (3): 137-149.
- Janssen F.B., 1987a. Maaivelds dalingen in het Friese veenweidegebied. Cultuurtechnisch tijdschrift 26 (4): 245-252.
- Janssen F.B., 1987b. Ruilverkaveling Wonseradeel-zuid: gewenste afvoernormen in de droogmakerijen. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1988a. Waterkwaliteit en -kwaliteit in de Groote Veenpolder van Weststellingwerf. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1988b. Hydrologische gevolgen van polderpeilverlaging in de Trijegaasterveenpolder. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1990a. Hydrologisch onderzoek Oosterschar. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1990b. Hydrologisch onderzoek in zilte laagte nabij Cornwerd, Ruilverkaveling Wonseradeel-zuid. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1991. Benadering van de kwelintensiteit in zandput P.G. Otterweg. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B., 1993. Herinrichting "Swette-De Burd", stand van zaken ecohydrologisch en landschapsecologisch onderzoek. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.
- Janssen F.B. & Garritsen T., 1991. Hydrologisch onderzoek Oosterschar. Gea-nijis 91 2: 3-5.
- Janssen F.B. & Lammerts E.J., 1988. Ecohydrologisch onderzoek Twijzel-Buitenpost. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst, NMF.
- Janssen F.B. & Meijer J.E., 1993. Ecohydrologisch onderzoek rond Burgumermar en de Leijen. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst Friesland afdeling Ontwikkeling en Evaluatie.
- Janssen F.B., Meijer J.E. & Schotsman N., 1989. Landschapsecologisch onderzoek Achtkarspelen. Leeuwarden, Werkgroep Landschapsecologisch Onderzoek Achtkarspelen.
- Janssen G.M., 2000. Herstel van estuariene gradiënten in het waddengebied; een onderbouwing van de meerwaarde van dit herstel en een eerste aanzet tot uitwerking. RWS RIKZ/2000.021.
- Janssen M., 2002. De werking van helofytenfilters in De Deelen, Rottige Meente en Brandemeer. Van Hall Instituut Leeuwarden i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Jellema K.T., 2010. Overzichtsdocument KRW-innovatieproject Flexibel peilbeheer in Fryslân. Wetterskip Fryslân & Wageningen Universiteit.
- Jellema R., 1982. Het humusgehalte als kwantitatieve indicator voor de waterbewegingen in de Friese boezem. Stagerapport TH Delft.
- Jitprasarn T., 2009. Removal of suspended solids and pathogens by a Waterharmonica. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Jones R.I., Salonen K. & Haan H. de, 1988. Phosphorus transformations in the epilimnion of humic lakes: abiotic interactions between dissolved humic materials and phosphate. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology 19: 357-369.
- Jones R.I., Shaw P.J. & Haan H. de, 1993. Effects of dissolved humic substances on the speciation of iron and phosphate at different pH and ionic strength. Environmental Science and Technology 27 (6): 1052-1059.
- Jong A. de, 1989. Effect van verlaagde Fe-concentraties op drijfvermogen en het absorptiespectrum van *Oscillatoria agardhii* en het verloop van zijn drijfvermogen in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1989-12.
- Jong H.J. de, 1985. Chloride- en fosfaatbalans van enkele polders in Zuid-West Friesland. Leeuwarden, PWS van Friesland, studentenverslag.
- Jong J. de, 1991. Natuurgebied aan Schelpepad en Geeuw 1990. IJlst, Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, IVN-verslag t.b.v. natuurgidsencursus.
- Jong J.W. de, 1984. De invloed van de drinkwaterkwaliteit op het kopergehalte in afvalwater en in zuiveringsslib in de provincies Friesland, Groningen en Drenthe. H2O 17 (24): 556-560 en 568.
- Jong J.W. de, 1987. Ervaringen van een waterkwaliteitsbeheerder met de WHVZ. Leeuwarden, Provincie Friesland, H2O 20 (22): 551-553.
- Jong L. de, 1987. Productiebepaling en inventarisatie van water- en oeverplanten in de Bolderen en de Wydlannen. Olterterp, It Fryske Gea, stageverslag Bijzondere Hogere Landbouwschool.
- Jong P. de, 1990. Onderzoek grondwaterreiniging TOP Leeuwarden. DBW/RIZA nota 90.025 Lelystad.
- Jong T. de & Verbeek P., 2001. Beschermingsplan Groene glazenmaker 2002-2006. Rapport Directie Natuurbeheer nr. 2001/015, Wageningen.
- Jong T. de & Sikkema H., 1990. Geohydrologisch onderzoek Selmien; roestverschijnselen in relatie tot kwel. Leeuwarden, stagerapport AHoF.
- Jongbloed F., 2006. Herstelplan voor de Meulereed 2006. Wageningen Universiteit Bodem, Water en Atmosfeer.
- Jonge Poerink J. & Huls R., 1987. Organische microverontreinigingen en zware metalen in Friese otterhabitats. Van Hall Instituut Groningen, Leeuwarden, SON, Provincie Friesland.
- Jongeneel J., 1979. Defosfateren op de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Sloten. Stageverslag PWS, Friesland.
- Jongh A.W.J.J., 1987. Otterwegennet voor het noorden van groot belang. Noorderbreedte 11 (2): 45-49.
- Jongh A.W.J.J., 1991. Restoration and development of otterhabitats: ahead to a substitute past. Proceedings V International Otter Colloquium, Hankensbüttel, Habitat 6: 209-211.
- Jongh A.W.J.J., 1995. In het spoor van de otter. Otterpark AquaLutra Leeuwarden. Uitgeverij Interboek.
- Jonkman I. & Leeuw Y. de, 2004. Milieuvriendelijk onderhoud rond watergangen. H2O 37 (20): 45.
- Joustra A.H., 1953. Plantensociologisch onderzoek van de oost- en westoever van de Leijen. Rijksuniversiteit Groningen, Plantensociologie.
- Joustra A.H. & Veeman D., 1980. Een kort onderzoek naar het voorkomen van Liesgras rondom de Leyen. Joustra & Veeman, Drachten.
- Joustra R.M. & Wijnia M., 1993. Grip op 't Slib; brongericht onderzoek naar vervuilde waterbodems in Friesland. Provincie Friesland, stagerapport Noordelijke Hogeschool Leeuwarden.
- Jukema J., 1987. Populatieschommelingen van waterhoentjes veroorzaakt door strenge winters. Vanellus 40 (2): 28-35.

# K

*Keratella quadrata* (raderdierkje)



- K&M Gis and remote sensing consultants & IVM, 1996. De kwaliteit van Friese wateren gemeten met vliegtuig remote sensing in 1995. K&M & IVM Amsterdam i.o.v. Waterschap Friesland.
- Kalkman G., 2006. Natuureffectrapportage Woudsend-Fluessen, onderzoek naar het voorkomen van: Noordse woelmuis, waterspitsmuis en orchideeëen. ProCensus i.o.v. Wetterskip Fryslân Rapportnr. 16.133\_R\_011.00.
- Kalkman G., 2008. Habitattoets Hooglandgemaal, passende beoordeling capaciteitsuitbreiding Hooglandgemaal te Stavoren. ProCensus i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kalkman G., 2011. Natuuronderzoek onderwatervegetatie Langwarder Wielen. ProCensus i.o.v. provincie Fryslân.
- Kalt N. & Vries I. de, 2014. Rapportage over het visaanbod en efficiëntie van de vispassage bij de gemalen Zwarte Haan en Roptazijl in 2014. Van Hall Larenstein i.o.v. Wetterskip Fryslân en i.s.m. Altenburg & Wymenga.
- Kampen J., 1989. De visstand in de Kleine Wielen vanaf 1979 tot 1987. OVB Nieuwegein onderzoeksrapport 1989-13.
- Kampen J., 1995. Reductievisserij vijver Lekkumerend te Leeuwarden. Witteveen+Bos projectcode Lw26.7.1 i.o.v. Waterschap Friesland.
- Kampf R., Boomen R.M. van den & Claassen T.H.L., 2014. Waterharmonica Grou. Onderzoek naar biologische filtratie van effluent van de RWZI Grou in mesocosm bakken ter optimalisatie van watervlooienvijvers: fysische chemie. Rekel/water, Witteveen+Bos en Wetterskip Fryslân i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kampf R., Claassen T.H.L., Blom J. Boomen R.M. van den & Schomaker T., 2009. Waterharmonica in een stroomversnelling: nieuwe inzichten in het nabehandelen van gereinigd afvalwater. H2O 42 (9): 8-9.
- Kampf R., Geest H. van der, Claassen T.H.L. & Sala L., 2007. Sludge particles as a food resource for *Daphnia*. Annual meeting of the society of wetland scientists 'Integrating our approaches to wetland science' Bangor, UK.
- Kampf R., Geest H. van der, Sala L., Romani A., Comas J., Claassen T.H.L., Gerbens S., Neef R. & Menkveld W., 2007. Biological filtration of treated waste water by *Daphnia*: an alternative for technical filtration, or an addition? IWA 6th Conference on waterwater reclamation and reuse for sustainability, Antwerpen.
- Kamphuis M.S.G., 1996a. Evaluatie fosfaatfixatie Nanneviid. intern rapport afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.
- Kamphuis M.S.G., 1996b. Actief biologisch beheer Nanneviid. Van Hall Instituut i.o.v. Waterschap Friesland.
- Kamps L.F., 1937. De Chineesche Wolhandkrab in Nederland. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Kamps R.F., 1957. Toestand openbare wateren in Friesland. Onderzoek juni 1956-juli 1957. Rijkswaterstaat, directie Landaanwinning, Baflo.
- Kamstra A., 1984. Energie-opslag en consumptie bij de snoekbaars, in relatie tot de voortplantingscyclus en beschikbaarheid van voedsel in het Tjeukemeer; onderzoeksplanning. Limnologisch Instituut Studentenverslag 1983-7.
- Kapteyn K., 1988. Effecten van afplaggen in vochtige duinvalleien. Intern rapport 258 Hugo de Vries Laboratorium Universiteit van Amsterdam.
- Kardinaal E., Wullings B., Zaan B. van der & Dionisio Pires M., 2013. Nieuwe methode om blauwalgen snel en accuraat op te sporen. H2O 46 (1): 36-37.
- Keeken O.A. van, Winter H.V., Griffioen A.B. & Graaf M. de, 2013. Silver eel behavior in the vicinity of pumping stations: a telemetry study in Friesland. Imares Wageningen UR i.o.v. ministerie van Economische Zaken.
- Keizer J.J. & Brongers M., 1988. Verspreiding van waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodem, rond Oudega, Friesland. R.U. Groningen-Haren i.o.v. provincie Friesland.
- Keizer-Vlek H.E., Lange H.J. de & Verdonschot P.F.M., 2010. Abiotische randvoorwaarden; deel 3 Matig grote ondiepe laagveenplassen. Alterra-rapport 2089, Wageningen.
- Kekem A.J. van (ed.), 2004. Veengronden en stikstofleverend vermogen. Alterra-rapport 965.
- Kemmers R.H. & Delft S.P.J. van, 2004. Evaluatie van basen- en voedingstoestand na 10 jaar herstelmaatregelen in enkele OBN-referentieprojecten van natte schraallanden. Rapport EC-LNV nr. 2004/278-O.
- Kers B., 1991. Voorstel voor een (inter)provinciaal Permanent Aquatisch Meetnet provincie Friesland. Stagerapport Van Hall Instituut i.o.v. provincie Friesland.
- Kessels J.C.H.M. & Prak H., 1997. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE), 2<sup>e</sup> voortgangsrapportage. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht.
- Khouw R.M.S.-H., 1996. Aanvullend zwemwateronderzoek. Kwantificering van aanwezige hepatotoxines met behulp van Elisa (en HPLC) en karakterisering van blauwalgen. Laboratorium Waterschap Friesland projectcode 280-Z002.
- Khouw R.M.S.-H. & Balen M. van, 1996. Verkennend onderzoek naar het voorkomen van hepatotoxines in zwemwater in de provincie Friesland. Laboratorium Waterschap Friesland projectcode 280-Z002.
- Kiewiet H., 1970. Phytoplankton op het Tjeukemeer. Verslag Limnologisch Instituut, Nieuwersluis.
- Kingma M., 1997. Evaluatie van herstelmaatregelen in De Deelen. Van Hall Instituut i.o.v. Waterschap Friesland.
- Kingma P. & Vos R.H., 2005a. Studie naar sanering erfafspoelwater op intensieve melkveehouderij VOF. Bijma De Leijen. Agrotransfer Dronten i.o.v. Aquario Sneek en provincie Fryslân.
- Kingma P. & Vos R.H., 2005b. Studie naar sanering erfafspoelwater op Biologische melkveehouderij 't Oerset De Leijen. Agrotransfer Dronten i.o.v. Aquario Sneek en provincie Fryslân.
- Kistemaker N., 1990. Eutrofiëring van het oppervlaktewater. Stageverslag Ahof/Van Hall Instituut.
- Klaster H.P., Klop L.F. & Steenbergen A.M., 2009. Uitwerking compenserende en mitigerende maatregelen Polderhoofdkanaal. Royal Haskoning projectnr. 9R5914.E0 ( aangepaste versie augustus 2009).
- Kleef H.H. van, 2010. Identifying and crossing thresholds in managing moorland pool macroinvertebrates. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Kleef H.H. van & Esselink H., 2004. Analyse van de effecten van herstelmaatregelen op watermacrofauna in zwakgebufferde oppervlaktewateren. Stichting Bargerveen & Expertisecentrum LNV. Rapport EC-LNV nr. 2005/261-O.



- Kleef, H.H. van, 2012. OBN-onderzoek Zonnebaars. Mogelijkheden voor bestrijden van een uitheemse invasieve vis. Stichting Bargerveen & Bosschap i.o.v. ministerie van EL&I rapportnr. 2012/OBN161-NZBE.
- Kleefstra R., 1998. Het Friese Veld - nocht oan planten, fugels en lanskip. *Twirre* 9 (4): 10-12.
- Kleefstra R. & Dijk A. van, 2005. Verkenning naar wenselijkheid en mogelijkheden van een Moerasvogelmeetnet Fryslân. SOVON-informatierapport 2005/12 SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Kleijberg R., Wierda A. & Bijkerk W., 1985. Dobben in het ruilverkavelingsgebied Twijzel-Buitenpost. Een onderzoek naar het ontstaan en de hydrologische situatie van enige dobben in het ruilverkavelingsgebied Twijzel-Buitenpost. R.U. Groningen, Fysische geografie en bodemkundige opstellen nr 16.
- Klein Breteler J.G.P., 1978. Voedsel, groei en fecunditeit van de Pos, *Acerina cernua*. Doctoraal verslag, LH Wageningen (Tjeukemeer).
- Klein Breteler J.G.P., 1991. Leeftijden van brasem en blankvoorn uit monsters afkomstig van de Alde Feanen. IM/OVB-rapport 91-1, Nieuwegein.
- Klein Breteler J.G.P. & Laak G.A.J. de, 1991. Onderzoek naar de visstand in de Sondelerleien in 1991, rapport over de toepassing van Aktief Biologisch Beheer. Deel I. OVB Onderzoeksrapport 1991-04 Nieuwegein i.o.v. RWS.
- Klein Breteler J.G.P. & Lammens E.H.R.R., 1990. Beheerexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de zegen- en staand want visserijen in de winter 1989-1990. OVB/LI rapport 1990-01 OVB en Limnologisch Instituut i.o.v. FFvS.
- Klein Breteler J.G.P. & Raat A.J.P., 1990. Onderzoek naar de visstand in de Sondelerleien. Een toepassing van Aktief Biologisch Beheer. OVB-projectomschrijving RWS/OVB-1991.
- Klein Breteler J.G.P. & Vriese F.T., 1993. De visstand in de Rottige Meente; inventarisatie en knelpunten in de ontwikkeling. OVB-onderzoeksrapport 1993-13 i.o.v. Waterschap Friesland.
- Klein Breteler J.G.P., Lammens E.H.R.R. & Raat A.J.P., 1989. Beheerexperiment in Friesland 1989-1994, Opzet en begeleiding van bevissing. OVB/LI Onderzoeksopzet 1989.
- Klein Breteler P.M.M., 1983. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1977 t/m 1979. Doc. Rapport 26, Directie van de Visserijen, Den Haag.
- Klinge M. & Grimm M.P., 1991. Herstelplan Leefgebieden Otter: Natuurontwikkeling de Koai e.o. Visstandbeheer als onderdeel van de restauratie van het IZakswiid gelegen in de Alde Feanen. Witteveen+Bos Werknr Olt.1.1 i.o.v. It Fryske Gea.
- Klinge M. & Hensens G., 1999. Onderbouwing natuurlijker peilbeheer Friese boezem. Witteveen+Bos projectcode Lw84.3.
- Klinge M. & Hovenkamp F., 1992. Herstelplan Leefgebieden Otter: De haalbaarheid van Actief Biologisch Beheer in "de Princehof". Witteveen+Bos Werknr Olt.1.2 i.o.v. It Fryske Gea.
- Klinge M. Grimm M.P. & Hosper S.H., 1995. Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: presentation of a new framework. *Wat. Sci. Tech.* 31 (8): 207-218.
- Klink F.J., 1987. Waterbeheer in Friesland - de voordrachten tijdens de NVA-voorjaarsvergadering samengevat. H2O 20 (11): 519-521.
- Klink F.J. & Claassen T.H.L., 1988. Eutrofiëring en de Friese meren. H2O 21 (17): 490-493.
- Klooker J., 2006. Project Verdrogingsbestrijding Fugelhoeke. It Fryske Gea, Olterterp projectnr. 58.03.
- Klooker J. & Zanten I. van, 1994. Gewenste waterhuishouding natuurgebieden. LB&P bureau voor landschapsecologisch onderzoek. Rapportnr. 10044.
- Kluit R.J., Heuvel P. van den, Hallema M. & Vries J. de, 1993. Waterschap Friesland: zonder historie zullen we het zelf moeten waarmaken. *Waterschapsbelangen* 78 (2): 65-74.
- Knevel I.C., 1996. Een duik onder de waterspiegel van Friesland. Een literatuurstudie naar de waterkwaliteit van de Friese wateren voor 1970. Rijksuniversiteit Groningen Wetenschapswinkel.
- Knijff E.Chr. van der, 1976. Ecologie en economie in theorie en praktijk, een studie van het Friese merengebied. Doctoraal verslag, Erasmus Universiteit afdeling Ruimtelijke Economie, Rotterdam.
- Knijf R.J., 1988. Samenstelling van visgemeenschappen in de oeverzones van het Tjeukemeer, in vergelijking met die tot de niet-littorale gebieden. Limnologisch Instituut Studenterverslag 1988-20, Oosterzee/Nieuwersluis.
- Knoop M. van der, 1982. La protection de la nature dans la zone des Wadden au niveau des provinces. Au colloque franco-neerlandais de Paris (22-23 avril 1982). Haarlem.
- Knotters M. & Vos J.A. de, 2007. Monitoring van nutriënten in het oppervlaktewater van de Noordelijke Friese Wouden; ontwikkeling van een monitoringstrategie. Alterra-rapport 1456 ISSN 1566-7197.
- Knotters M., Vos J.A. de, Sonneveld M. & Keizer-Vlek H.E., 2007. Zelfsturing door monitoring in de noordelijke Friese wouden. H2O 40 (20): 41-43.
- Kobus M., 2011. Onderzoek bestrijding blauwalg Berkenplas. NHL Hogeschool & Wetterskip Fryslân.
- Koelewijn H.P., Perez-Haro M., Jansman H.A.H., Boerwinkel M.C., Bovenschen J., Lammertsma D.R., Niewold F.J.L. & Kuiters A.T., 2010. The reintroduction of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. *Conserv Genet.* 12.
- Koenders H.A.L., 1982. Inventarisatierapport voor het ruilverkavelingsgebied Oostermeer. Staatsbosbeheer Friesland, dienstvak natuurbehoud, Leeuwarden.
- Kok A., 2000. Vlieland wordt weer natter. *Duin* 23 (2).
- Kok A., 2002. Duurzaam waterbeheer op de Friese Waddeneilanden. Themanummer Duurzaam waterbeheer 25 (4).
- Kok A. & Roering S., 1995. Van Vonk tot Vuur. De Vlinderstichting, Arnhem. Afstudeerrapport.
- Kok J., 1987. The use of enclosures for research on the banding patterns of *Oscillatoria agardhii*, obtained after density gradient centrifugation of Tjeukemeer water (in Dutch). Limnologisch Instituut Intern verslag 1986-16.
- Kolb F.H., 1970. Vangst van een elft in Friesland. *Visserij* 23 (2): 85-86.
- Koldijk H., 1981. Kwantitatief en kwalitatief wateronderzoek in het verversingsnatuurgebied het "Oosterschar". i.o.v. It Fryske Gea.
- Kolenbrander G.J. & Dijk T.A. van, 1974. De afvoer van plantenvoedende stoffen uit het bemalingsgebied De Leyen. Nota no. 7 van het Instituut voor bodemvruchtbaarheid.
- Kolk K.J. van der, 1988. Baggeren en bemonsteren van de waterbodem. Stageverslag Van Hall Instituut i.s.m. provincie Friesland.
- Kolkman S. & Altenburg W., 1995a. De vegetatie van de Rottige Meente, de Wite en Swarte Brekken en een aantal reservaten in het district de Stellingwouden in 1993. A&W-rapport 97 i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Kolkman S. & Altenburg W., 1995b. De vegetatie van het natuurreservaat De Deelen in 1994. A&W-rapport 115, Veenwouden.
- Kölller A., 1991. Ontwikkeling van een ecologische infrastructuur ten behoeve van de otter in het gebied tussen Lauwersmeer en Oude Venen. Groningen, SON, stagerapport Van Hall Instituut.
- Koningh M.C.J., Gerritsen J.J. & Donze M., 1982. Oriënterend onderzoek naar het effect van koelwatergebruik op blauwwierbloei. Twee kortdurende experimenten met behulp van microecosystemen. KEMA Arnhem.

- Koning M.C.J., Wijbenga A., Donze M. & Cuperus J., 1983. Effecten van het gebruik van oppervlaktewater als koelwater op kiezelwieren. 1. Metingen van het silicaatgehalte in de Zwemmer. KEMA 4258, Arnhem.
- Kooiker E.P., 1989. Rijkswaterstaat en de Oude Venen; opstap naar otterproject. RWS, tekst van de voordracht t.b.v. de persvoorlichting 11-12-1989. Notitie ANW 89.53.
- Kooistra J., Boer M. de, Witteveen F. & Wiede J. van der, 2013. Projectverslag It Reiftjild. Nordwin College Milieu- en Wattertechnologie Leeuwarden i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kooistra K., 1980. Fosfaat in Friesland. Consultantschap voor de rundveehouderij in Zuidoost-Friesland.
- Kooistra M. & Lok M., 2001. Tusken Wielen en Feanen; onderzoek naar locatie en inrichting van een groenblauwe ecologische verbindingzone. Van Hall Instituut i.o.v. IFG.
- Kool H. & Stokkum H. van, 1979. De waterhuishouding van "De Rottige Meenthe" in Z.O. Friesland. Doctoraal verslag LH Wageningen, afd. Cultuurtechniek.
- Koole E., 1980a. De blauwgraslanden van Akmarijp. Een ecologisch onderzoek ten behoeve van het beheersplan. Staatsbosbeheer Dienstvak Natuurbehoud, Friesland.
- Koole E., 1980b. De Tjonger of Kuinder. Noorderbreedte 4 (1): 17-24.
- Koole M. & Koopmans M., 2010. Visstandopnamen in de Friese wateren 2009. ATKB rapportnummer 20090639/Rapp 001 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koole M. & Koopmans M., 2013. Visstandopname Friese wateren 2012. A&W-rapport 1886 i.o.v. Wetterskip Fyslan.
- Koole M., Koopmans M. & Kampen J., 2010. Visstandopnamen in de Friese wateren 2009. ATKB rapportnummer 20090639/Rapp 001.
- Koolhaas J.F. & Vrijhof B., 1958. De landbouwwaterhuishouding in de provincie Friesland. Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland TNO. COLN-TNO-rapport no. 3.
- Koomen A., 1992. Oeverconstructie-materialen als habitat voor de aquatische macrofauna: een onderzoek naar de aquatische macrofauna in relatie tot vijf verschillende oeverconstructies in het Prinses Margrietkanaal. Vakgroep Natuurbeheer L.U. Wageningen, verslag nr. 2098.
- Koop J.H., 1987. De invloed van *Daphnia hyalina* op de fytoplanktensamenstelling en -ontwikkeling in enclosures in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1987-17.
- Koopman A. & Nijhuis A., 1984. De Linde. Leeuwarden, PWS van Friesland, afstudeerverslag AHoF.
- Koopman J., 1986. Landschapsecologie van de Rotstergaasterwallen en Oosterschar. Vegetatie, hydrologie en geomorfologie. Olterterp, R.U. Groningen (i.o.v. It Fryske Gea), doctoraalonderzoek R.U. Groningen.
- Koopmans M., 2008a. Visbemonstering Aqualân Grou; onderzoek naar het functioneren van de wateren op het terrein van Aqualân Grou als paaiplaats voor Snoek en andere vissoorten. A&W-notitie 1135vis.07 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2008b. Visonderzoek pilotstudie Krabbescheer. A&W-rapport 1063 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2009. Vismonitoring Aqualân Grou. A&W-rapport 1345 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2010a. Vismonitoring Aqualân Grou gegevens 2010. A&W-rapport 1559 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2010b. Om de noord; ontwikkeling van extra natuur langs het noordelijk traject van de Elfstedenvaarroute. A&W-rapport 1544 i.o.v. gemeente Leeuwarderadeel.
- Koopmans M., 2010c. Ecologische beoordeling van baggerwerkzaamheden. A&W-rapport 1501 i.o.v. Oranjewoud.
- Koopmans M., 2011a. Vismonitoring Aqualân Grou 2011. A&W-rapport 1715 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2011b. Monitoring vispassages Wier en Oude Leije; voorjaar 2011. A&W-rapport 1673 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2012. Vismonitoring Aqualân Grou 2012. A&W-rapport 1828 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2013a. Monitoring vismigratie bij 14 kunstwerken in het beheergebied van Wetterskip Fryslân; najaar 2012. A&W-rapport 1863 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2013b. Vismonitoring Aqualân Grou 2013. A&W-rapport 1942 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2013c. Monitoring vismigratie. Resultaten najaar 2012 / voorjaar 2013. A&W-rapport 1919 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2014a. Onderzoek naar de vispasseerbaarheid van 11 gemalen in Fryslân. A&W-rapport 1976 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2014b. Visstandbemonstering Polderhoofd kanaal 2013. A&W-rapport 1981 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M., 2014c. Onderzoek naar de vismigratie via inlaten in het voorjaar 2014, A&W-rapport 2026. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Koopmans M., 2014d. Monitoring vismigratie najaar 2013/voorjaar 2014. A&W-rapport 2030. Altenburg & Wymenga bv. Feanwâlden.
- Koopmans M. & Wissman R., 2013. Monitoring vismigratie op twaalf locaties in Fryslân - voorjaar 2013. A&W-rapport 1918 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Koopmans M. & Wymenga E., 2013. Natuur Plus; Ontwikkeling van extra natuur langs het noordelijke traject van de Elfstedenvaarroute. A&W-rapport 1544 i.o.v. gemeente Leeuwarderadeel.
- Koopmans-Forstmann D. & Koopmans A.N., 1932. Wortelloos kroos in Friesland. Natura pp. 149-150.
- Koops F.B.J., 1975a. Overzicht van de resultaten van onderzoek van bodemmonsters van het Bergumermeer op *Clostridium botulinum*. KEMA.
- Koops F.B.J., 1975b. Overzicht van de resultaten van bij de NV KEMA verricht hydrobiologisch onderzoek vanaf 1969 tot heden. KEMA.
- Koops F.B.J., 1976. Some problems in finding good standards for cooling water.
- Koops F.B.J., 1977a. Hydrobiologisch onderzoek in het Bergumermeer. Chemische wateranalyses van 1969 tot en met 1974. KEMA.
- Koops F.B.J., 1977b. Overzicht van de resultaten van onderzoek van bodemmonsters uit het Bergumermeer op *Clostridium botulinum* door het Centraal Diergeneeskundig Instituut te Rotterdam. Periode december 1973 t/m december 1976. KEMA.
- Koops F.B.J., 1978. Onderzoek van bodemmonsters uit het Bergumermeer op *Clostridium botulinum* door het CDI te Rotterdam in 1977. KEMA.
- Koops F.B.J., 1979. Vegetatie langs en in het noordelijk deel van het Bergumermeer in 1970 en 1978. KEMA rapport 4, 4297 MO-B.
- Koops F.B.J., 1980a. Botulisme-onderzoek in het Bergumermeer. KEMA, Arnhem. Eindrapport 4, 6424-80 MO-B.
- Koops F.B.J., 1980b. Korte samenvatting van het botulisme-onderzoek in het Bergumermeer met discussie over de resultaten. KEMA memo 7, 80-51 MO-B.
- Koops F.B.J., 1981. De invloed van de koelwaterlozing door de centrale Bergum op chemie en plankton in het Bergumermeer. Deel 1: tekst. Deel 2: tabellen en figuren; chemie. Deel 3: tabellen en figuren; plankton. KEMA, Arnhem. Ref. 6632-81 MO-B.
- Korf J.K., 1973. Ons water 2. "Het water van Friesland". Tijdschrift Kon. Ned. Heidemij 84 (3): 103-126.
- Kornet W. (ed.), 2011. Fochteloeveen. Kwaliteitstoets 2010. Natuurmonumenten 's-Graveland.
- Kort A. & Bols H., 1986. Mest. HEAO Groningen en Stichting Friese Milieuraad Leeuwarden.

- Korte J., Minnen G. van, Oudega M., Roedema A., Stoeppe S., Tebbens R. & Veenstra R., 1998. Een onderzoek naar gebieden voor brakke natuur in noord Fryslân. Van Hall Instituut Leeuwarden i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Korthorst M., 2005. Natuurtoets Heeresloot en Schoterlandse Compagnonsvaart te Heerenveen, onderzoek naar beschermde natuurwaarden. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kosten S., 2011. Een frisse blik op warmer water; over de invloed van klimaatverandering op de aquatische ecologie en hoe je de negatieve effecten kunt tegengaan. STOWA-rapport 2011-20.
- Kosten S., Kardinaal E., Faassen E., Netten J. & Lurling M., 2011. Klimaat & waterkwaliteit, klimaatinvloed op waterkwaliteit en het voorkomen van cyanobacteriële toxines. WUR, KWR, Nelen&Schuurmans en NIOO-KNAW.
- Koster A., 1986. Aantekeningen over de spoorwegflora en -fauna van Friesland. Vanellus 39 (5): 112-121.
- Koster J.T.H., 1936. Algae van Ameland. Ned. Kruidk. Arch. 46: 354-355.
- Koster J.T.H., 1937. Bijdrage tot de algenflora van Terschelling. Ned. Kruidk. Arch. 47: 264-265.
- Kraak T., 1977. Midden Opsterland (deel 2) een ecologische vegetatiekartering. IBS karteringsverslag nr. 174. april 1977.
- Kraak T., 1979. Baarderadeel, een ecologische vegetatiekartering. IBS karteringsverslag nr. 183. 1979.
- Kramer C., Verhagen R. & Dijkstra S., 2012. Oever- en kadeherstel Gouden Boaiem te Heeg. Maatregelenplan en afweging inzet als rietpolder. Oranjewoud projectnr. 243751 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kramer H.A., 1983a. Opschonen van het Nanne- en Haskerwijd: een beschouwing van mogelijkheden. Oosterzee (Fr.). Zie ook: Vanellus 1983: 114-117.
- Kramer H.A., 1983b. Nannewiid weer schoon door energiewinning? Vanellus 1983: 114-117.
- Krekels R. & Jong Th.de, 2006. Krabbenscheer & Groene glazenmaker in Noord-Nederland. Bureau Natuurbalans - Limes Divergens, Nijmegen.
- Krijgsman A., 1999. Saneringsplan waterbodempotmarge, waterbodempotmarge gasfabriek Huizermerlaan te Leeuwarden. Witteveen+Bos Deventer i.o.v. Wetterskip Fryslân (FR/071/002 en FR/071/002).
- Kroes F., 1997a. Mogelijkheden van hergebruik van effluent op Ameland; deel 1 Hoofdrapport. Waterschap Friesland & Landbouwwetenschappen Wageningen Praktijkverslag P 319.
- Kroes F., 1997b. Mogelijkheden van hergebruik van effluent op Ameland; deel 2 Waterbalans voor west-Ameland. Waterschap Friesland & Landbouwwetenschappen Wageningen Praktijkverslag P 319.
- Kroes H. (ed.), 1988. De Otter blijft in wrotter. Nieuwsbrief It Fryske Gea nr 53 september 1988. Themanummer over de otter.
- Kroes M.J. & Boer M.B.E. de, 2013a. Onderzoek naar viswering en visgeleiding bij 7 gemalen in Nederland. Tauw, Utrecht projectnr 4745184.
- Kroes M.J. & Boer M.B.E. de, 2013b. Evaluatie stroboscooplampen en Fish Track bij gemaal Offerhaus. Tauw, Utrecht projectnr 4745184.
- Kroes M.J. & Boer M.B.E. de, 2013c. Evaluatie Fis-lampen gemaal Schanserbrug. Tauw, Utrecht projectnr 4745184.
- Kroes M.J. & Riemersma P., 2001. Wetter foar fisk en fisker; ontwikkelings- en beheervisie sport- en beroepsvisserij Friese binnenwateren. FBvB & FFvS i.s.m. OVB.
- Kroes M.J., Arntz J.J.X. & Claassen T.H.L., 2013. Tweezijdige vismigratie binnen een pompsysteem. Land+Water 53 (6): 20-21.
- Kroes M.J., Arntz J.J.X., Claassen T.H.L., Brenninkmeijer A. & Vriese F.T., submitted. Two-way multi-species fish migration made possible: evaluation of a unique fish-friendly pumping station concept in The Netherlands. submitted to Rivers Research and Application.
- Kroes M.J., Breve N., Vriese F.T., Wanningen H. & Buijse A.D., 2008. Nederland leeft met ...vismigratie; naar een gestroomlijnde aanpak van de vismigratieproblematiek in Nederland. VisAdvies, Sportvisserij Nederland & Wanningen Consult rapport VA2007\_33 i.o.v. RWS en UvW.
- Kroes P.S., 1990. Zware metalen en PCB's in de waterbodempotmarge van de Alde Feanen. Van Hall Instituut Groningen, Leeuwarden, SON, Provincie Friesland.
- Krol J. & Lok W., 1987. Onderzoek Blauwe reigers in Friesland. Vanellus 40 (1): 9-11.
- Kromkamp S., 1991. Inventarisatie-onderzoek riooloverstorten en regenwaterlozingen van de kernen Sneek en IJsbrechtum. Leeuwarden, Provincie Friesland, intern rapport.
- Kroon G.H.J. de, 1984a. Habitatkeuze van de Waterral (*Rallus aquaticus* L.) op het Waddeneiland Vlieland. Gorinchem, Het Vogeljaar 32 (1): 10-19.
- Kroon G.H.J. de, 1984b. Rui en veergroei bij de Waterral (*Rallus aquaticus* L.) op Vlieland. Gorinchem, Het Vogeljaar 32 (6): 273-278.
- Kroon, G.H.J. de & Mommers M.H.J., 2007. Onderzoek in potentiële broedhabitats van de Waterral op Terschelling in maart 2007. Notitie van auteurs, Gorinchem.
- Kruijff H. de, 1976. De populatiedynamica van *Neomysis integer* (Leach) in het Bergumermeer, met aandacht voor de invloed van thermische verontreiniging van het water door de Bergumermeercentrale en de verspreiding van de soort in het Friese merengebied. Doctoraal verslag, RU Utrecht.
- Kruijff J.A.M. de & Muntinga J.K., 1995. Kwantiteitsbeheersplannen in Friesland. TAUW, Het Waterschap 80 (17): 655-659.
- Kruitwagen G., Schep S., Claassen T.H.L. & Jansen M., 2012. Effect beheervisserij op waterkwaliteit niet altijd positief. H2O 45 (19): 25-28.
- Kuijk M.M.A. & Wiel K. van der, 1980. Inrichtingsvoorstellen Aekingermeer. SBB afd. Landschapsarchitectuur, Leeuwarden-Utrecht. Rapport 1980-5.
- Kuin A. & Icke J., 2002. Waterkwaliteitsspoor Friese boezem. WL Delft Hydraulics i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Kuipers H., 1997. Technisch document "de Fugelhoeke" verslag van chemisch en biologisch onderzoek 1997. Laboratorium Waterschap Friesland projectcode 300-T028.
- Kuipers M.A., 1972. De algenvegetatie van de schorren van West-Terschelling. Doctoraal verslag, Leiden.
- Kuiters A.T. & Lammertsma D.R., 2014. Infrastructurele knelpunten voor de otter. Overzicht van verkeersknelpunten met mate van urgentie voor het nemen van mitigerende maatregelen. Alterra-rapport 2513, Wageningen.
- Kunze S., Stevens J. & Thomasson W., 2014. Vismigratie via het Lauwersmeer. Een verkenning van kansen en knelpunten op basis van interviews en een enquête onder betrokken partijen. Van Hall Larenstein i.s.m. diverse instanties o.a. Waterschap NZV en WF.



L

*Leucorrhinia rubicunda* (Noordse witsnuitlibel)

- La Haye M.J.J. & Drees J.M., 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr. 270.
- Laagland J.F., 1981. Fosfaatverwijdering RWZI Sloten en RWZI Lemmer. In: Defosfateren, nieuwe ontwikkelingen en praktijkervaringen in Nederland en Zweden. NVA symposium, Deventer.
- Laak G.A.J. de & Gerlach G., 2006. Rapport Visserijkundig onderzoek De Kleine Wielen te Leeuwarden. Sportvisserij Nederland, Bilthoven rapportnr. PB2005054.
- Laak G.A.J. de & Klein Breteler J.G.P., 1991a. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de zegen-, fuik-, hengel- en staand want visserijen in 1991-1992. Deel I. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1991-13.
- Laak G.A.J. de & Klein Breteler J.G.P., 1991b. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de zegen-, fuik-, hengel- en staand want visserijen in 1990-1991. Deel II. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1991-13.
- Laak G.A.J. de & Klein Breteler J.G.P., 1992a. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de zegen- en staand want visserij in 1991-1992. Deel I. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1992-30.
- Laak G.A.J. de & Klein Breteler J.G.P., 1992b. Onderzoek naar de visstand in de Sondelerleien in 1991, rapport over de toepassing van Aktief Biologisch Beheer. Deel II. Nieuwegein, OVB (i.o.v. RWS), OVB-onderzoeksrapport 1992-03.
- Laak G.A.J. de & Klein Breteler J.G.P., 1993. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de fuik- en hengelvisserijen in 1991. Deel II. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1993-3.
- Laak G.A.J. de, Klein Breteler J.G.P. & Merxz J.C.A., 1993. Broedbemonsteringen in de Sondelerleien, 1993. Deel V. Nieuwegein, OVB (i.o.v. Provincie Friesland), OVB-onderzoeksrapport 1993-29.
- Laak G.A.J. de, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 1992a. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de zegen-, fuik-, hengel- en staand want visserijen in 1992-1993. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1991-13.
- Laak G.A.J. de, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 1992b. Broedbemonsteringen in de Sondelerleien, 1992. Nieuwegein, OVB (i.o.v. Provincie Friesland), OVB-onderzoeksrapport 1992-29.
- Laak G.A.J. de, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 1993a. De visstand in de Sondelerleien, winter 1992-'93. Deel IV. Nieuwegein, OVB (i.o.v. Waterschap Friesland), OVB-onderzoeksrapport 1993-14.
- Laak G.A.J. de, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 1993b. Broedbemonsteringen in de Sondelerleien, winter 1992-'93. Deel IV. Nieuwegein, OVB (i.o.v. Provincie Friesland), OVB-onderzoeksrapport 1993-14.
- Laak G.A.J. de, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 1993c. Beheersexperiment in Friesland 1989-1994. Evaluatie van de fuik- en hengelvisserijen in 1992. Deel II. Nieuwegein, OVB, OVB-onderzoeksrapport 1993-22.
- Laak G.A.J., Beek G.C.W. van, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 2003a. Monitoring visstand Friese wateren 2002. OVB rapportnummer OND00153 Nieuwegein.
- Laak G.A.J., Beek G.C.W. van, Merxz J.C.A. & Klein Breteler J.G.P., 2003b. Monitoring visstand Friese wateren 2002. OVB rapportnummer OND00153 Nieuwegein.
- Lamain M. (ed.), 2003. Kracht door Kiezen, Kiezen voor Kracht. Samenwerkingsverband Noord-Nederland, Groningen.
- Lamers L. (ed.) e.v.a., 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003-2006. OBN-team i.o.v. Directie Kennis van het ministerie van LNV Rapport DK nr. 2006/057-O.
- Lammens E.H.R.R., 1978. Productie en voedselopname van O+ brasem, *Abramis brama*. Doctoraal verslag, RU Utrecht.
- Lammens E.H.R.R., 1982. Growth, condition and gonad development of bream (*Abramis brama* L.) in relation to its feeding conditions in Tjeukemeer. *Hydrobiologia* 95: 311-320.
- Lammens E.H.R.R., 1984a. A comparison between the feeding of white bream (*Blicca bjoerkna*) and bream (*Abramis brama*). *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22 (2): 886-890.
- Lammens E.H.R.R., 1984b. A test of a model for planktivorous filter feeding by bream *Abramis brama*. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Environmental Biology of Fishes* 13: 288-296.
- Lammens E.H.R.R., 1986. Interactions between fishes and the structure of fish communities in Dutch shallow eutrophic lakes. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Dissertatie, L.U. Wageningen*.
- Lammens E.H.R.R., 1987. De verandering in de visstand in het Tjeukemeer na de splitsing van de visrechten in 1977. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Onze Zoetwatervisserij* 80: A1-A7.
- Lammens E.H.R.R., 1988. Tropic interactions in the hypertrophic Lake Tjeukemeer: top-down and bottom-up effects in relation to hydrology, predation and bioturbation during the period 1974-1985. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Limnologica* 19 (1): 81-85.
- Lammens E.H.R.R., 1989. Causes and consequences of the success of bream in Dutch eutrophic lakes. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiological Bulletin* 23: 11-18 pp.
- Lammens E.H.R.R., 1990. The relation of biotic and abiotic interactions to eutrophication in Tjeukemeer, the Netherlands. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiologia* 191: 29-37.
- Lammens E.H.R.R., 1991. De ontwikkeling van de visstand in de Friese meren na de bevissing in de winter 1989-1990. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut (i.o.v. F.F.v.S.), verslag nr. 1991-1*.
- Lammens E.H.R.R., 1992. De ontwikkeling van de visstand in de Friese meren na de tweede bevissing in de winter 1990-1991. *Nieuwersluis/Lelystad, Limnologisch Instituut/RIZA (i.o.v. F.F.v.S.), verslag nr. 1992-1*.
- Lammens E.H.R.R., 1994a. De ontwikkeling van de visstand in de Friese meren na de derde bevissing in de winter 1991-1992. *Nieuwersluis/Lelystad, Limnologisch Instituut/RIZA (i.o.v. F.F.v.S.)*.
- Lammens E.H.R.R., 1994b. De ontwikkeling van de visstand in de Friese meren na de vierde bevissing in de winter 1992-1993. *Nieuwersluis/Lelystad, Limnologisch Instituut/RIZA (i.o.v. F.F.v.S.)*.
- Lammens E.H.R.R., 1996. De ontwikkeling van de visstand in de Friese meren 1985-1995. RIZA Lelystad en NIOO Nieuwersluis RIZA-werkdocument 96.188X.

- Lammens E.H.R.R. & Klein Breteler J.G.P., 1995. Evaluatie van een zegen- en staande-netten-visserij als beheersmaatregel t.b.v. sport- en beroepsvisserij in de Friese boezem. Lelystad, RIZA, OVB, RIZA-werkdocument 95.145X/OVB-onderzoeksrapport 1995.23.
- Lammens E.H.R.R. & Raat A.J.P., 1989. Visstandbeheer in Friesland. Een globale verkenning. Oosterzee/Nieuwegein, OVB, Limnologisch Instituut, OVB/LI rapport 1989-5.
- Lammens E.H.R.R. & Visser J.T., 1988. Variability of mouth width in European eel, *Anguilla anguilla*, in relation to varying feeding conditions in three Dutch lakes. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut.
- Lammens E.H.R.R., Boesewinkel-de Bruyn N., Hoogveld H. & Donk E. van, 1992. P-load, phytoplankton and fish stock in Loosdrecht lake and Tjeukemeer: confounding effects of predation and food availability. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiologia 233: 87-94.
- Lammens E.H.R.R., Densen W.L.T. van & Knijn R., 1990. The fish community structure in Tjeukemeer in relation to fishery and habitat utilization. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, J. Fish. Biol. 36: 933-945.
- Lammens E.H.R.R., Geursen J. & Mac Gillavry P.J., 1985. Diet shifts, feeding efficiency and coexistence of bream (*Abramis brama*), roach (*Rutilus rutilus*) and white bream (*Blicca björkna*) in hypereutrophic lakes. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Proc. Fifth. Congr. Europ. Ichtyol.: 153-162.
- Lammens E.H.R.R., Nes E.H. van & Mooij W.M., 2002. Differences in the exploitation of bream in three shallow lake systems and their relation to water quality. Freshwater Biology 247: 2435-2442.
- Lammens E.H.R.R., Nie H.W. de, Vijverberg J. & Densen W.L.T. van, 1985. Resource partitioning and niche shifts of bream (*Abramis brama*) and eel (*Anguilla anguilla*) mediated by predation of smelt (*Osmerus eperlanus*) on *Daphnia hyalina*. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Can. Journ. of Fish. and Aquat. Scien. 42: 1342-1351.
- Lammers O., 2005. Roelof Veeningen, projectleider Wetterskip Fryslân: "Maatregelen moeten politiek en burgers vooral aanspreken". Het Waterschap 90 (14): 20-21.
- Lammertsma D., Kuiters A.T., Niewold F.J.J., Jansman H.A.H., Koelewijn H.P., Perez Halo M.I., Boerwinkel M.-C. & Bovenschen J., 2008. Het gaat goed met de otter. Zoogdier 19-2: 3-5.
- Lammertsma D., Niewold F., Jansman H., Kuiters L., Koelewijn H.P., Perez Halo M., Adrichem M. van, Boerwinkel M.-C. & Bovenschen J., 2006. Herintroductie van de otter: een succesverhaal? De Levende Natuur 107 (2): 42-46.
- Lammertsma D.R., Jansman H.A.N. & Kuiters A.T., 2011. Advies over mitigerende maatregelen voor de otter in Friesland. Alterra Wageningen i.o.v. provincie Fryslân. Alterra-rapport 2104.
- Land B., 1972. Verslag van een voorjaarsexcursie van de N.M.V. in Friesland gedurende het weekend 14 t/m 16 mei 1971. Corr.blad van de Ned. Mal. Ver. 147: 94-102.
- Landinrichtingsdienst, 1990. Inventarisatie bestaande moerassen: mogelijke onderzoeksobjecten in Friesland. Utrecht, Landinrichtingsdienst.
- Landschapsbeheer Friesland, 2004. Monitoring drinkpoelen en dobben in Friesland & monitoring dobben in het ROM-gebied zuidoost Friesland. Resultaten en analyse inventarisatiegegevens. Landschapsbeheer Friesland Beetsterzwaag.
- Landschapsbeheer Friesland, 2007. Monitoring dobben in het ROM-gebied zuidoost Friesland; fase 2, 2005/2006. Landschapsbeheer Friesland Beetsterzwaag.
- Langbroek E.K. & Wal R.J. van der, 1984. Vegetatiekartering Twijzel-Buitenpost. Deel 1 en 2. Leeuwarden, Bureau van der Wal & Langbroek (i.o.v. Landinrichtingsdienst).
- Lange C., 2010. Waardevolle dobben?! Natuur- en landschapswaarden van dobben in Opsterland. Van Hall Larenstein i.o.v. provincie Fryslân.
- Lange H.J. de, Lammertsma D.R., Keizer-Vlek H. & Haan M. de, 2013. De invloed van watervogels op de bacteriologische zwemwaterkwaliteit. STOWA rapport 2013-12.
- Lange L. de, 1972. An ecological study of ditch-vegetation in the Netherlands. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.
- Langeveld J. & Hulsbeek J., 2006. Strategiestudie afvalwaterketen Wetterskip Fryslân. Royal Haskoning i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Langhout A. & Wijnsma B., 1995. Natuurontwikkeling aan de oostkant van de Alde Feanen. Groningen, OPAF, afstudeerverslag 95.02, Van Hall Instituut.
- Latour Advies, 2000. Toestand leefmilieu Fryslân 1999. Provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân.
- Latour J., 2009. Toestand leefmilieu Fryslân 2008. J. Latour 3dTransition i.o.v. provincie Fryslân.
- Latour J. & Wymenga E., 2002. Verkenning van de mogelijkheden voor natuurmonitoring in Fryslân. A&W-rapport 343, Veenwouden / Latour advies, Apeldoorn.
- Lavaleye M.S.S., 1978. De algenvegetatie in het overgangsgebied "zout-zoet" op de Boschplaat "Terschelling". Doct. Onderzoek jan. t/m dec. 1976, Leiden. Rijksherbarium 1978. RIN-rapport nr. 1262.
- LB & P., 1994. Gewenste waterhuishouding natuurgebieden. Beilen, LB & P. (i.o.v. Provincie Friesland), nr. 10044.
- Lee K. van der, 1987. Ottermigratie, knelpunten bij brugsituaties. Deel I. Arnhem, Vereniging Das & Boom.
- Lee M.K. van der, Hoek-van Nieuwenhuizen M., Kotterman M.J.J. & Hoogenboom L.A.P., 2011. Verontreiniging Nederlandse schieraal, onderzoek naar dioxines, PCB's en vlamvertragers (PBDE's) in schieraal uit Friese meren en het riviereengebied. Rikilt Wageningen UR rapport 2011.005 i.s.m. Imares.
- Leenen J.D., 1982. Hydrology of Tjeukemeer. Hydrobiologia 95: 199-203.
- Leenen J.D., 1982. Wind induced diffusion in a shallow lake, a case study. Hydrobiol. Bull. 16 (2/3): 231-240.
- Leentvaar P., 1955a. Verslag van twee bezoeken in April en Juni aan het Tjeukemeer. Excursierapport RIVON.
- Leentvaar P., 1955c. Hydrobiologische waarnemingen in Zuid-Friesland. D.L.N. 58 (9): 180-184.
- Leentvaar P., 1955. Verslag van het planktononderzoek van het Nannewijd op 14-4-1955. Excursie-rapport RIVON 14 april 1955.
- Leentvaar P., 1956a. Enige waarnemingen in het Zwin. Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P., 1956b. Slotermeer (oostoever). Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P., 1956c. Hydrobiologische waarnemingen op Terschelling. RIVON-rapport.
- Leentvaar P., 1956d. Voorjaarsplankton van enige Nederlandse meren. D.L.N. 59 (6): 132-137.
- Leentvaar P., 1956e. Stobbenpoel bij Tronde. Excursie-rapport 22 maart 1956. RIVON.
- Leentvaar P., 1957a. Hydrobiologische waarnemingen in duinplassen op Terschelling. D.L.N. 60: 32-39.
- Leentvaar P., 1957b. Plankton van de Nederlandse meren. Niet gepubliceerd rapport.
- Leentvaar P., 1960. Het phytoplankton als maatstaaf voor de eutrofië van het water van de grote meren. RIVON-notitie.
- Leentvaar P., 1963a. Resultaten van het hydrobiologisch onderzoek van oppervlaktewater in 1960. Water 47 (16): 203-207. RIVON mededeling nr 140.

- Leentvaar P., 1963b. Hydrobiologie op Terschelling. Schylge myn lântse 3 (2): 11-14.
- Leentvaar P., 1967. Duinmeren 2; Zwanewater, Muy, Oerd en Van Hunenplak. *Dodonaea* 35: 228-266. RIVON mededeling 261.
- Leentvaar P., 1981a. Hydrobiologie van natuurlijke duinmeren. *H2O* 14 (9): 188-191.
- Leentvaar P., 1981b. Hydrobiology of dune waters. in: Smit C.J. et al. (ed.) *Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area: 128-146*. Report 10 of the Wadden Sea Working Group.
- Leentvaar P., 1984. Comparative abundance-frequency assessment exemplified by data from Bergumermeer, a lake in The Netherlands. *Hydrobiological Bulletin* 18 (1): 76-77.
- Leentvaar P. & Higler L.W.G., 1962. Hydrobiologische waarnemingen op Ameland. D.L.N. 65: 257-262.
- Leentvaar P. & Morzer Bruijns M.F., 1956b. Plas van Kleine Polle en Vogelhoek bij Hemelum. Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P. & Morzer Bruijns M.F., 1956c. De Grote Brekken. Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P. & Morzer Bruijns M.F., 1956d. Tjeukemeer met oeverlanden. Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P. & Morzer Bruijns M.F., 1956e. De Morra bij Hemelum. Excursie-rapport RIVON.
- Leentvaar P. & Morzer Bruijns M.F., 1956e. de Holken en de Fluessen. Excursierapport RIVON.
- Leentvaar P. & Sinkeldam J., 1976. De waterkwaliteit in het CRM-reservaat "Rottige Meenthe" in 1975. Rapport RIN Leersum.
- Leentvaar P. & Voo E.E. van der, 1960. Dobbe bij Paulinahoeve. Excursie-rapport 29 juli en 20 september 1960 RIVON.
- Leentvaar P., Voo E.E. van der & Meulen H. van der, 1960. Dobbe op 800 meter ten N.O. van Paulinahoeve. Excursie-rapport 2 en 13 september 1960 RIVON.
- Leeraar R., 2007. Van Kust tot Koningsdiep; analyse knelpunten vismigratie in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Van Hall Instituut – Wetterskip Fryslân.
- Leeuw C.C. de, 2006. Rapportage nulmonitoring verdrogingsbestrijding Sneekermeergebied. A&W-rapport 631.
- Leeuw C.C. de & Oosterveld E.B., 2004. Onderzoek ontwikkelingsmogelijkheden Slenk Ameland. A&W-rapport 561, Veenwouden i.o.v. provincie Fryslân.
- Leeuw C.C. de & Wymenga E., 2004. Waterberging in de kop fan 'e Bloksleatpolder, Verslag van een praktijkproef in een natuurgebied eindrapportage 2000-2003. A&W-rapport 439 i.o.v. provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân, SBB en Wetterskip Marne-Middelsee.
- Lenselink G. & Gerrits R., 2000. Kansen voor herstel van zout-zoet overgangen in Nederland. RIZA rapport 2000.032 Lelystad.
- Leonards P., Kesteren J. van, Ubbels G., Burgers I. & Hattum B. van, 1995. Microverontreinigingen in paling uit enkele Friese binnenwateren, voorjaar 1995. Amsterdam, IVM (i.o.v. Waterschap Friesland), rapportnr. W-95/43.
- Liebert F. & Deerns W.M., 1920. Onderzoek naar de oorzaak van een vischsterfte in de polder Workumer Nieuwland nabij Workum. *Verh. Rijksinst. Vissch. Onderz.* 1: 81-93.
- Liere L. van, 2006. Excursieverslag van de WEW subgroep Realisatie naar de Leijen, 14 september 2006. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer.
- Ligtvoet W. & Grimm M.P., 1992. Basisdocument Vis in het waterbeheer van Friesland; een vis-ecologische benadering. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Provincie Friesland), projectcode Lw.33.1.
- Limavera A., 2009. The constructed wetland Aqualan and the pilot study on mesocosms at the wastewater treatment plant Grou, Friesland, The Netherlands. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Lobstein J. & Huig P., 1995. Lindevallei, Noorderbreedte-excursie. *Noorderbreedte* 19 (5): 207-210.
- Loeb R., 2014. Samenstelling oppervlaktewater De Mieden. B-ware i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Loeve R., Claassen T.H.L. & Droogers P., 2006b. Klimaatverandering en waterkwaliteit. *H2O* 39 (22): 35-38.
- Loeve R., Droogers P. & Veraart J., 2006a. Klimaatverandering en waterkwaliteit. *FutureWater* i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Loffler M.A.M., Leeuw C.C. de, Haaf M.E. ten, Verbeek S.K., Oost A. P., Grootjans A.P., Lammerts E.J. & Haring R.M.K., 2008. Eilanden natuurlijk; natuurlijke dynamiek en veerkracht op de Waddeneilanden. *Het Tij Gekeerd*.
- Lok K., 1989. Analyses van particulier fosfor en stikstof en de rol van stikstof bij de groei van *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer. *Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag* 1989-11.
- Lok W. & Krol J., 1988. Blauwe Reiger, broedsucces in 2 Friese kolonies. *Vanellus* 41 (2): 43-45.
- Lont C., 2002. Verkennend onderzoek naar verontreiniging in vis en waterbodem uit de Luts en het Slotermeer. Laboratorium Wetterskip Fryslân. projectcode 220-E239.
- Lont C. & Brummelman H. (eds.), 2011. *Wetterlannen*; KRW innovatieproject voor zuiverend gemaal en nazuivering afvalwater. Tauw, Wetterskip Fryslân, gemeente Tytsjerksteradiel & Van Hall Larenstein.
- Lont C., Blom J., Brummelman H. & Claassen T.H.L., 2012. Emissiereductie vanuit puntbronnen blijkt kansrijk in Wetterlannen. *H2O* 45 (11): 34-36.
- Loon H. van & Timmers W., 1985. Onderzoek naar de ontwikkelingen van de vegetatie, water- en bodemkwaliteit in duinplassen. Nijmegen, Ministerie van VROM, stageverslag K.U. Nijmegen, publicatie no. 220.
- Loosjes T., 1969. Verspreiding van enige cladocerensoorten in het Tjeukemeer. *Doctoraal verslag* Leiden.
- Los B., Haselen C.O.G., Jansen J., Boekelman R.H., Maas C. & Akker C. van den, 2002. Kansenkaarten voor de verziltingsbestrijding in Noord-Friesland. *Het Waterschap* 87 (4): 172-179.
- Louman J.P.M., 2007. *Fries waterstaatsbestuur. Een geschiedenis van de waterbeheersing in Friesland vanaf het midden van de achttiende eeuw tot omstreeks 1970*. proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- LUW, 1993. Regiwa-project tegenaan verdroging Duurswouderheide. *Evaluatierapport* 1992. Beetsterzwaag, L.U. Wageningen (i.o.v. Staatsbosbeheer).



M

*Microsterias thomasiana* (sieralg)



- Maarleveld G.C. & Toorn J.C. van den, 1955. Pseudo-sölle in Noord-Nederland. K.N.A.G. 72 (4): 344-360.
- Maas J.L. & Espeldoorn A., 2005. Effecten in oppervlaktewater en effluent in Leeuwarden en Drachten. RWS RIZA werkdocument 2005.069X.
- Maasdam R., 1994a. Een water in Nederland: de boezem van Friesland. Nieuwsbrief Werkgroep Ecologisch Waterbeheer nr. 19: 19-20.
- Maasdam R., 1994b. Technisch document totaalfosfaat en totaalstikstof in polderwater 1984-1993. intern rapport afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.
- Maasdam R., 1999. De boezem als graadmeter voor natuurontwikkeling in Fryslân. Twirre 10 (1): 10-13.
- Maasdam R. & Claassen T.H.L., 1997. The Frisian lakes: Trends in water quality. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26 (2): 736-739.
- Maasdam R. & Claassen T.H.L., 1998. Trends in water quality and algae growth in shallow Frisian lakes, The Netherlands. Wat. Sci. Tech. 37 (3): 177-184; tevens in symposiumbundel Eutrophication research, state-of-the-art, Wageningen.
- Maenhout A., 1992. Verdroging in Friesland. Leeuwarden, SFM, stagerapport Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde.
- Maier-Van Hagen B., 1976. Een onderzoek naar de verspreiding en oecologie van desmidiaceeën en diatomeeën op Terschelling. Hugo de Vries lab., Amsterdam.
- Manen W. van, 1993. Broedvogels van het Sneekermeer in 1993. Beek, SOVON, SOVON-rapport 1993/13.
- Manen W. van, 1994. Broedvogels van het Sneekermeer in 1993. Vanellus 47 (6): 153-158.
- Manni H., 1984. Dynamiek in de energie-inhoud van een standaard snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) in relatie tot de voortplantingscyclus en het voedselaanbod in het Tjeukemeer, in de periode maart-augustus 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-9.
- Marsman D.J. & Brakel P.J.T. van, 1994. Waterconservering in Friesland; een verkenning van mogelijkheden. TAUW, Landinrichting 34 (6): 13-18.
- Martens V., 1988. Verspreiding van de Otter *Lutra lutra* (L.) in Noord-Nederland. Groningen, SON.
- Martens V., 1995. De Noordse Woelmuis, *Microtus oeconomus*, de waterspitsmuis, *Neomys fodiens* en dwergmuis, *Micromys minutus*, in moerasgebieden in Friesland. Utrecht, WZ, WZ-rapport 25.
- Mateman H.J., Jansonk R.F. & Schreuders C.G., 2002. Integraal uitvoeringsplan De Leijen. Tauw Assen projectnr. 4208374 i.o.v. provincie Fryslân.
- Matthews J. & Nicholson G., 1993. An investigation to discover if the number of boats effects the amount of sediment present in suspension in three channels of Alde Feanen. Olterterp, It Fryske Gea, stagerapport Van Hall Instituut.
- Medemblik J., 1991. Beheersvisie "De Gruyts". Een hydrologisch verslag. Kollum, Vogelwacht Kollum.
- Medemblik J., Roeter E. & Zweers L., 1993. De Burd: eiland onder water. Olterterp, It Fryske Gea, stagerapport IAHL.
- Medemblik J.H., 1994. "De Gruyts" en de vogelwacht Kollum. Vanellus 47 (3): 68-73.
- Meegen B. van, 1985. Boezemgraslanden in Friesland. Leeuwarden, PPD Friesland.
- Meer G. van der, 1987. De uitspoeling van Cu uit veengrond uit de polders rond het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1987-16.
- Meer M. van der & Walder H., 2013. CvB project schieraal over de dijk in Friesland afgerond met succes. Resultaten 2011 en 2012. Apesca en Costa i.o.v. Stichting Dupan i.o.v. CvB.
- Meerendonk J.H. van, 1996. Van water naar watersystemen in Friesland. H2O 29 (10): 286-289.
- Meerendonk J.H. van, 1999. Gebedsgerichte waternormering in Fryslân. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer themanr. 15: 41-47.
- Meerendonk J.H. van, 2013. De Friese boezem, een vliegvisgebied van formaat. De Nederlandse Vliegvisser 107a: 14-15.
- Meerendonk J.H. van, Steenwijk J.M. van, Phernambucq A.J.W. & Barreveld H.L., 1994. Speuren naar sporen II, verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland; metingen 1992. RIZA, DGW, RIZA-nota 94.013; RIKZ-rapport 94.007.
- Meester-MangerCats V. de, 1987. De otter waarschuwt. Boerderij 72 (21): 36-37.
- Meeuse J., 1996. Herinstructie van de otter in midden-Friesland, een Landschapsecologische beschouwing. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 96.02.
- Mei R. van der & Moenis A., 1997. Inventarisatie en beoordeling van de onderzoeken welke uitgevoerd zijn in de afvalstort 'De Saiter'. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 97.05.
- Meijer J.E., 1987. Landschapsecologische verkenning van West-Ameland. Leeuwarden, Consulentschap NBLF.
- Meijer J.E., 1989. Globale landschapsecologische schets van het gebied de Bouwepet/De Ryd. Leeuwarden, Consulentschap NBLF.
- Meijer K.H.G.B., 1993. Een waterhuishoudkundige verkenning van de Leijen. Leeuwarden, Waterschap Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.
- Meijer M.L., 2000. Biomaniipulation in The Netherlands 15 years of experience. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Meijer M.L. & Boois I. de, 1998. Actief Biologisch Beheer in Nederland; evaluatie projecten 1987-1996. RIZA rapport 98.023, Lelystad.
- Meijer-Bielenin I., 1994. Technisch document "Waddeneilanden 1993", verslag van chemisch en biologisch onderzoek in functiewateren op de Waddeneilanden in 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern verslag.
- Meijer-Bielenin I., 1995. Technisch document 'Oude Venen 1994'. Leeuwarden, Laboratorium Waterschap Friesland, intern rapport.
- Meijer-Bielenin I., 1996. Technisch document 'Wateren met een hoog chlorofyl gehalte'; verslag van onderzoeksgegevens 1985-1995. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland.
- Meijer-Bielenin I., 1998. Technisch document 'Oude Venen 1995-1997'. Waterschap Friesland afdeling Laboratorium projectcode 300-T032.
- Meijer-Bielenin I., 1999. Technisch document 'Waddeneilanden 1997'. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland projectcode 300-T046.
- Meijer-Bielenin I., 2003. Technisch document "De Kraanlannen". Wetterskip Fryslân projectcode 080\_99.

- Meinardi C.R. & Eertwegh G.A.P.H. van den, 1995. Onderzoek aan drainwater in de kleigebieden van Nederland; deel 1: resultaten van het veldonderzoek. RIVM-rapport nr. 714901007.
- Melis J., Jong R. de & Koopmans M. (eds.), 2013. Vissen in Fryslân, werkatlas II, verspreiding 1990-2012. Wetterskip Fryslân, Altenburg&Wymenga en Fryslân Groen, Leeuwarden.
- Mertens A., 1995. Diatomeeënanalyses van kleine wateren uit Friesland. Amsterdam, Aquasense (i.o.v. Waterschap Friesland), analyserapport 95.0691.
- Mertopawiro C., 2010. Zuiverende gemalen. Van Hall Larenstein Velp en Wetterskip Fryslân.
- Mes R., Schuckard R. & Smit H., 1980. Flora en fauna van de Engelsmanplaat. Mededeling nr. 5 van de werkgroep Waddengebied.
- Meuleman A.F.M., 1999. Performance of treatment wetlands. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Meulen H.T. van der, 1987. Waarnemingen van visotters in Friesland over een periode van 40 jaar. Vanellus 40 (3): 60-64.
- Meulen H.T. van der & Jong T. de, 1993. Rijperkerpolder, inventarisatie 1993. Olterterp, AHoF (i.o.v. It Fryske Gea), stagerapport AHoF.
- Mheen H.W. van der, 1984. Groei en fecunditeit van de snoekbaars in het Tjeukemeer in 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-18.
- Middendorp B., 1992. Herkomst en voedselkeuze van aalscholvers op de steile Bank gedurende juli-september 1992. Lelystad, RWS, werkdocument 1992-23 Lio.
- Mienis H.K., 1965. Over het voorkomen van *Potamopyrgus jenkinski* op Terschelling. Corr.blad van de Ned. Mal. Ver. 114: 1193-1194.
- Milfac, 1994. Nader bodem- en slibonderzoek op het terrein aan de Bildtdijk te Berlikum. Milfac (i.o.v. gemeente Menaldumadeel), rapport B887.
- Ministerie van LVN, 1996a. Gebiedsvisie Grootte Wielen-Zwagemieden. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Noord, Groningen.
- Ministerie van LVN, 1996b. Gebiedsvisie Friese Waddeneilanden; over het vastleggen van dynamiek. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Noord, Groningen.
- Ministerie van LVN, 1996c. Gebiedsvisie De Deelen e.o. Ministerie van LNV Directie Noord, Groningen.
- Ministerie van V en W, RWS, NBLF & Staatsbosbeheer, 1993. Tussen zilt verleden en een zoete toekomst; natuurontwikkeling in het Lauwersmeergebied. Ministerie van V en W, RWS, NBLF, Staatsbosbeheer.
- Ministerie van VW, 1989. Ecologische structuur: natte as Friesland Deltagebied. RWS RIZA rapport nr. 89.077.
- Minnema N. & Brongers M., 2009. Verdrogingsbestrijding Oksekop. A&W-rapport 1304 i.s.m. Successie Natuurzaken i.o.v. provincie Fryslân.
- Minnen G. van & Oudega M., 2001. Herintroductie in de Alde Feanen? Onderzoek naar de mogelijkheden van heintroductie van dieren in de Alde Feanen. Van Hall Instituut i.o.v. It Fryske Gea. Projectnr. 308109.
- Moed J.R., 1971a. Aluminiumoxide as adsorbent for natural water-soluble yellow material. Limnol. Oceanogr. 16 (1): 140-142.
- Moed J.R., 1971b. Chemische analyses in de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 5 (3): 142-145.
- Moed J.R., 1973. Effect of combined action of light and silicion depletion on *Asterionella formosa* Hass. Verh.Int.Ver.Limnol. 18: 1367-1374.
- Moed J.R. & Haan H. de, 1982. Verschillend verloop van chlorophyll-A en part.-N bij een veranderende algensamenstelling in een Fries *Oscillatoria* meer. in: Waterkwaliteit en waterkwantiteit in het IJsselmeergebied, CHO/TNO, rapport 9: 106-115.
- Moed J.R. & Hoogveld H.L., 1975. Dominant diatoms in Tjeukemeer. 1. The appearance of *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Agardh. Freshwater Biology 5: 159-165.
- Moed J.R. & Hoogveld H.L., 1982. The algal periodicity in Tjeukemeer during 1968-1978. Hydrobiologia 95: 223-234.
- Moed J.R., Bloem J. & Hoogveld H.L., 1984. Study of the seasonal growth of *Oscillatoria redekei* in Tjeukemeer, The Netherlands. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh.Internat.Verein. Limnol. 22 (2): 882-885.
- Moed J.R., Hoogveld H.L. & Apeldoorn W., 1976. Dominant diatoms in Tjeukemeer (The Netherlands). 2. The Silicon depletion. Freshwater Biology 6: 355-362.
- Moed J.R., Hoogveld H.L. & Haan H. de, 1988. A study of factors regulating the succession of cyanobacteria in lake Tjeukemeer, The Netherlands. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23 (4): 1894-1897.
- Moed N., 2010. Water fleas (*Daphnia magna*) in the waterharmonica system Aqualân Grou. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Moen P., Setten J.D. van & Kootwijk E.J. van, 1997. De kwaliteit van Nederlandse binnenwateren gemeten met vliegtuig remote sensing in 1995. BCRS rapport 96-27; NRSP-2.
- Molen D. van der, 1984a. Onderzoek naar de bijdrage van diffuse bronnen, in het bijzonder de landbouw, aan de fosfaatbalans van het Tjeukemeer. Oosterzee/Wageningen, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-16.
- Molen D. van der, 1984b. Het Tjeukemeer gezien vanuit de natuur- en landschapsfunctie. Wageningen, L.U. Wageningen, verslag nr. 767.
- Molen D. van der, 1999. The role of eutrophication models in water management. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen.
- Molenaar W.J. & Niemeijer A.H., 2003. Inrichtingsplan It Swin en De Dollen. Royal Haskoning, Groningen projectnr. 9M3597 i.o.v. provincie Fryslân.
- Molenaar W.J., Niemeijer A.H. & Holsteijn C.S. van, 2004. Fugelhoek Haalbaarheidsonderzoek verdrogingsbestrijding. Royal Haskoning Groningen i.o.v. provincie Fryslân.
- Moll G.C.M. van, 1988. De otterleefgebieden in Friesland en Overijssel. Sterfgevallen en verspreiding van de otter vanaf 1938 en elementen voor het beheer van terreinen. Vereniging Das en Boom.
- Mols E., 1972. Een kwantitatief onderzoek naar de mogelijke migratie van *Eurytemora affinis* Poppe vanuit het IJsselmeer naar het Tjeukemeer. Doctoraal verslag Utrecht.
- Moelij W.M., 1992. Recruitment of fish in a shallow eutrophic lake (Tjeukemeer, The Netherlands). Amsterdam, Dissertatie Universiteit van Amsterdam.
- Moelij W.M., Lammens E.H.R.R. & Densen W.L.T. van, 1994. The growth of O+ fish in relation to temperature, body size and food in shallow eutrophic lake Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Can. Journ. of Fish. and Aquat. Scien. 51: 516-526.
- Morzer Bruyns M.F. & Leentvaar P., 1956. Haskerwijd en Nannewijd. excursie-rapport Rivot 23 maart 1956.
- Muizelaar P. & Otto J.P., 1975. Onderzoek van de Sneeker grachten (april 1974-maart 1975). Vanellus 28 (6): 189-198.
- Muizelaar P. & Otto J.P., 1977. Onderzoek van de Sneker grachten (1976 en 1977). Vanellus 30 (6).
- Mukai T. & Haan H. de, 1992. Adsorptive characteristics of iron (III) onto hydrous manganese dioxide in model lake water under acidic conditions. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiological Bulletin 25 (3): 183-189.
- Mulder J., Bijkerk W., Bakker R. & Veen K. van der, 2013. Sleatkanten yn Fryslân; oeverstructuur, vegetatie en maatregelen polderwaterlichamen Wetterskip Fryslân. A&W-rapport 1705, Veenwouden i.o.v. Wetterskip Fryslân.

- Mulling B.T.M., 2013. Particles matter; Transformation of suspended particles in constructed wetlands. proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Mulling B.T.M, Boomen R.M. van den, Geest H.G. van der, Kappelhof J.W.N.M. & Admiraal W., 2013a. Suspended particle and pathogen peak discharge buffering by a surface-flow constructed wetland. *Water Research* 47: 1091-1100.
- Mulling B.T.M., Boomen R.M. van den, Claassen T.H.L., Geest H.G. van der, Kappelhof J.W.N.M. & Admiraal W., 2013b. Physical and biological changes of suspended particles in a surface flow constructed wetland. *Ecological Engineering* (see Chapter 2 in thesis Bram T.M. Mulling, 2013).

N

*Nitella hyalina* (kranswier)



- Nat E., 2005. Is *Nitella hyalina* te behouden voor de Put van Joure? *Nieuwsbrief Kranswieren* 9 (15): 2-3.
- Natuurbeschermingsraad, 1991. Over moerassen en trilvenen. Een visie op de ontwikkeling van nieuwe laagveenmoerassen. Natuurbeschermingsraad op verzoek van ministerie van LNV.
- Neeft C.P., 1984. 1. Rol van de snoekbaars in de ontwikkeling van de prooivispopulaties; 2. dynamiek van prooivissen in het Tjeukemeer, Morra en het Beulakerwijdje in 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-10.
- Nes E. van, Lammens E.H.R.R., Roijackers R.M.M. & Veeningen R., 2007. Herstelmaatregelen in ondiepe meren: zijn de verbeteringen blijvend? *H2O* 40 (1): 29-32.
- Neve J.F., 1970. De Schapepoel. *Veld en Vitrine* 42: 226-230.
- Nicolai A.P., 2003. Vegetatieopnames waterplanten 2003. FFF-Planteferban, werkgroep Vegetatiekunde. FFF-publicatie nr 79.
- Nie H.W. de, 1974. De micro- en macroverspreiding van de Crustaceapopulaties van het Tjeukemeer. Doctoraal verslag, RU Utrecht.
- Nie H.W. de, 1976. Botulisme aan het Bergumermeer (12 aug.-1 sept. 1976). Verslag aan C.D.I. over kadavervondsten en temperatuurmetingen. Werkgroep Bergumermeer Limnol. Inst., afd. Oosterzee.
- Nie H.W. de, 1979. Effects of thermal effluents from the Bergum power station on the zooplankton in Lake Bergum. *Hydrobiol. Bull.* 13 (2-3): 100.
- Nie H.W. de, 1982a. A note on the significance of large bivalve molluscs (*Anodonta* spp. and *Dreissena* sp.) in the food of the eel (*Anguilla anguilla*) in Tjeukemeer. *Hydrobiologia* 95: 307-310.
- Nie H.W. de, 1982b. Effects of thermal effluents from the Bergum power station on the zooplankton in the Bergumermeer. *Hydrobiologia* 95: 337-349.
- Nie H.W. de, 1987. Food, feeding periodicity and consumption of the eel, *Anguilla anguilla* (L.) in the shallow eutrophic Tjeukemeer (The Netherlands). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, *Archiv für Hydrobiologie* 109: 421-443.
- Nie H.W. de, 1988. Food, feeding periodicity and growth of the eel, *Anguilla anguilla* (L.) in a Dutch eutrophic lake. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Dissertatie, L.U. Wageningen.
- Nie H.W. de & Jansen A.E., 1988. De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. Oosterzee; Arnhem, Limnologisch Instituut, RIN, intern rapport, RIN-rapport 88/54.
- Nie H.W. de & Lammens E.H.R.R., 1988. Veranderingen in de visfauna van het Tjeukemeer; oorzaken en mogelijkheden voor beheer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, *De Levende Natuur* 89 (5): 144-150.
- Nie H.W. de & Vijverberg J., 1985. The accuracy of population density estimates of copepods and cladocerans, using data from Tjeukemeer (The Netherlands) as an example. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, *Hydrobiologia* 124 (1): 3-11.
- Nie H.W. de & Wanders J.B.W., 1976. Voortgangsrapport Bergumermeeronderzoek 1976. Intern rapport t.b.v. begeleidingscommissie.
- Nie H.W. de & Wanders J.B.W., 1977. Voortgangsverslag Bergumermeeronderzoek 1977. Interim-rapport Limnologisch Instituut, afd. Oosterzee.
- Nie H.W. de, Bromley H.J. & Vijverberg J., 1980. Distribution patterns of zooplankton in Tjeukemeer, the Netherlands. *J. Plankton Res.* (4): 317-334.
- Niemeijer A.H. & Riemersma P., 2001. Analyse peilbuisgegevens Rottige Meente & Brandemeer ten behoeve van het op te stellen hydrologisch monitoringplan. Grontmij Friesland i.o.v. Staatsbosbeheer Regio Friesland.
- Nieser N., 1967. Waterwantsen uit Friesland. 1. Inleiding, Notonectidae. *Veld en Vitrine* 36: 68-73.
- Nieser N., 1968a. Waterwantsen uit Friesland. 2. Corixidae, duikerwantsen. *Veld en Vitrine* 36: 130-136.
- Nieser N., 1968b. Waterwantsen uit Friesland. 3. Overige families. *Veld en Vitrine* 37: 149-151.
- Nieuwe Hanze Interregio, 1995. Naar een toekomst zonder grenzen. De NHI. Nieuwe Hanze Interregio.
- Niewenhuizen W, La Haye M.J.J. & Mertens F., 2000. De Noordse woelmuis in Fryslân; naar een duurzame instandhouding. *Alterra-rapport* 149, Wageningen. ISSN 1566-7197.
- Nijland F., 1979. Het Wielengebied. *Noorderbreedte* 3 (4): 118-120.
- Nijland F., 1985a. Waterrecreatie en natuur in het Grote Wielengebied. *Noorderbreedte* 9 (6): 167-169.
- Nijland F., 1989a. Vogels van de Groote Wielen. I. Duikers, futen, aalscholvers en reigerachtigen. *Vanellus* 42 (4): 91-101.
- Nijland F., 1989b. Vogels van de Groote Wielen. II. Zwanen en ganzen. *Vanellus* 42 (6): 147-160.
- Nijland F., 1990a. Vogelarchief Groote Wielen 1978-1987, duikers t/m reigerachtigen. *Gytsjerk, Twirre* 1 (1): 6-12.
- Nijland F., 1990b. Vogelarchief Groote Wielen 1978-1987, zwanen en ganzen. *Gytsjerk, Twirre* 1 (3): 1-6.
- Nijland F., 1991a. Vogels van de Groote Wielen. III. Eenden. *Vanellus* 44 (6): 134-143.
- Nijland F., 1991b. Vogelarchief Groote Wielen 1978-1987, eenden. *Gytsjerk, Twirre* 2 (4): 1-9.
- Nijland F., 1994. Vogelarchief Groote Wielen 1978-1987, hoenders & rallen. *Gytsjerk, Twirre* 5 (1): 5-11.
- Nijland F. & Bergsma G. (eds.), 2000. *Dagvlinders in Fryslân; het vluchtige vastgelegd*. Vlinderwerkgroep Friesland & De Vlinderstichting. Fryske Akademy nummer 911.
- Nijland F. & Dekkers F. (eds.), 1979. *Grote Wielen-gebied*. Rapport Wielenwerkgroep.
- Nijland F. & Timmerman A. Azn., 1986a. De betekenis van de Groote Wielen en omgeving voor vogels. *Limosa* 59 (3): 115-118.

- Nijland F. & Timmerman A. Azn., 1986b. Vogellevens rond de Groote Wielen. Giekerk/Oostermeer, Het Vogeljaar 34 (3): 97-107.
- Nijland F. (ed.), 1985b. Natuur en recreatie in het Groote Wielengebied. Wielenwerkgroep, uitgave nr. 4 van de Wielenwerkgroep.
- Nijland F., Timmerman A. Azn. & Valen T. van, 1985. Het Groote Wielengebied. Vanellus 38 (1): 155-159.
- Nijland G., 1992. De vegetatie van 32 zandwinplassen in Friesland. Taarlo, AD.ECO (i.o.v. IWACO).
- Nijlunsing W., 1991. De Lindepolder in 1991. Olterterp, It Fryske Gea.
- Nijssen M., Duinen G.-J. van, Geertsma M., Jansen J., Kuper J. & Esselink H., 2001. Gevolgen van verzuring, vermessing en verdroging en invloed van beheer op fauna en flora van duingebieden op Ameland en Terschelling. Stichting Bargerveen en afdelingen Dierecologie en Milieukunde KUN i.o.v. SBB.
- Nijssen L., 1994. Effecten van herstelmaatregelen in meren en plassen. Zeist, Grontmij, stageverslag Hogeschool Zeeland.
- Nijsten G.J. & Schunselaar S., 2003. Herstel waterhuishouding rond ijsbaan Schiermonnikoog; versterking van klakrijke kwel richting Kapenglop, opheffen van grondwaterafvoer naar riool. Grontmij rapportnr. 102697 i.o.v. afdeling Milieu en Water van provincie Friesland.
- NLTO, 2002. Schoon oppvlaktewater: van wezenlijk belang: doe-het-zelf-test. NLTO Projecten, Drachten.
- Noordenbos F. & Spriensma S., 1995. Fosfaatfixatie Nanneewijd. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Stageverslag Van Hall Instituut.
- Noordenbos T., Piekstra B. en Wijma F.K., 1986. Uitbreiding bemalingscapaciteit Friesland's boezem. Leeuwarden, afstudeerverslag HTS.
- Nouta C. & Zijlstra J., 2012. Monitoringsplan oppervlaktewaterkwaliteit Meulereed. Van Hall Larenstein en Wetterskip Fryslân PMK13-B.
- NovioConsult, 2004. Evaluatie Actieprogramma diffuse bronnen provincie Fryslân. NovioConsult Nijmegen i.o.v. provincie Fryslân. 2452/hkhw.
- Nugteren J. van, 1990. Peilverlagingen en oppervlaktewaterkwaliteit. Een literatuuronderzoek naar de gevolgen van polderpeilverlagingen voor de oppervlaktewaterkwaliteit in kwel-veenweidegebieden in de provincie Friesland. Groningen, IWACO i.o.v. Provincie Friesland, projectnr. 220.5300.
- NVA, 1990. Fosfaat en de Friese boezem: modellen, bestrijding en beheer, 13 december 1990. Leeuwarden, NVA.



*Oenanthe aquatica* (Watertorkruid)



- Oenema S., 1967. Pingo's in Friesland. Veld en Vitrine 34: 101-103.
- Oldenkamp A., 1995. Beschrijving en evaluatie van de herstelmaatregelen in De Deelen. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Afstudeerverslag Van Hall Instituut.
- Olivier L., 2003. Relatie peilfluctuering en (riet)oeervervegetatie; een onderzoek naar de ecologische toestand van de oeervervegetatie van de Friese boezem in relatie tot het waterstandsregime. Van Hall Instituut & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Olivier L. & Buist J., 2002. Omgevingskenmerken van bemonsteringspunten. Van Hall Instituut & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Olthuis E., 1982. Fosfaathuishouding en eutrofiëringsproblematiek in het Slotmeer. Stagerapport PWS Friesland/LH Wageningen.
- Oostermeijer J.G.B. jr., 1987. Oecologie, syntaxonomie, verspreiding en beheer van het *Nanocyperion flavescens* op Terschelling. Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, Hugo de Vries-Laboratorium, rapport nr. 227.
- Oosterveld E., 1984. Fochteloöerveen, beheersplan 1985-1995. s Graveland, NM.
- Oosterveld E.B. & Brongers M., 2003. Kleine natuurterreinen in zuidoost-Fryslân: knelpunten en mogelijke oplossingen. Basisrapport. A&W-rapport 383 i.o.v. Staatsbosbeheer regio Fryslân.
- Oosterveld E.B. & Brongers M., 2014. Perspectieven voor natuur in de Friese boezem, een methode voor doel- en maatregelkeuze, toegepast op de Aldegeaster Brekken en omgeving. A&W-rapport 1929 i.o.v. provincie Fryslân.
- Oosting H., 1986. Een nieuw model aquatische enclosure als representatief mesosysteem in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenrapport 1986-14.
- Oranjewoud, 1984. Rapport betreffende de aanpassing van de waterbeheersing in het natuurreservaat "De Lindevallei". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. It Fryske Gea).
- Oranjewoud, 1985. Beheersvisie (beheersplan) Natuurmonument Stoenkherne Hindeloopen. Heerenveen, Consulentschap NBLF, projectnr. 02251.
- Oranjewoud, 1987. Milieu-effectrapportage afvalstortlocatie Nijehaske-Noord, Biotisch kenmerken. Oranjewoud heerenveen projectnr. 03342-31. Bijlage 7 bij MER.
- Oranjewoud, 1990a. Rapport inzake het onderzoek naar de hydrologische effecten van een peilverlaging door middel van onderbemaling in een ca. 60 ha groot gebied bij Earnewâld. Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 17589-55804.
- Oranjewoud, 1990b. Ecologische evaluatie van de watersportzonerings in Friesland. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland).
- Oranjewoud, 1991a. Rapport inzake de aanvullende werkzaamheden bemonstering waterbodems in de provincie Friesland. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 19900-03989.
- Oranjewoud, 1991b. Onderzoek naar de natuurwetenschappelijke waarde van dobben in de gemeente Opsterland. Heerenveen, Oranjewoud, projectnr. 56760.
- Oranjewoud, 1992. Waterbodemonderzoek ter plaatse van enkele locaties in de gemeente Lemsterland. Heerenveen, Oranjewoud, projectnr. 16546-56665.
- Oranjewoud, 1993a. Rapport inzake het inventariserend onderzoek naar de fosfaatverzadiging in Friesland. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 13382-56784.
- Oranjewoud, 1993b. Waterkwantiteitsbeheersplan De Wâlden (1994-1997). Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Waterschap de Wâlden).
- Oranjewoud, 1993c. Knelpuntennota voor de sportvisserij in de regio "De Wâlden". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. F.F.v.S.), projectnr. 10478-55848.
- Oranjewoud, 1993d. Knelpuntennota voor de sportvisserij in de regio "Boarnferd". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. F.F.v.S.), projectnr. 10478-55848.
- Oranjewoud, 1993e. Knelpuntennota voor de sportvisserij in de regio "Tusken Mar en Klif". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. F.F.v.S.), projectnr. 10478-55848.



Oranjewoud, 1993f. Knelpuntennota voor de sportvisserij in de regio "De Middelsé krite". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. F.F.v.S.), projectnr. 10478-55848.

Oranjewoud, 1993g. Knelpuntennota voor de sportvisserij van de Provinciale en Staatswateren in de regio's "De Middelsékrite", "Tusken Mar en Klif", "Boarnferd" en "De Wâlden". Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. F.F.v.S.), projectnr. 10478-55848.

Oranjewoud, 1993h. Waterkwantiteitsbeheersplan 1994-1997 De Stellingwerven. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Waterschap "De Stellingwerven"), projectnr. 17589-57077.

Oranjewoud, 1993i. Waterkwantiteitsbeheersplan 1994-1997 Lits en Lauwers. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Waterschap Lits en Lauwers), projectnr. 17589-56904.

Oranjewoud, 1995a. Evaluatierapport sanering waterbodem Ee Woudsend; code FR/156/401. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Waterschap Friesland), evaluatierapport.

Oranjewoud, 1995b. Oriënterend waterbodemonderzoek stadswateren Harlingen. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 13382-59474.

Oranjewoud, 1995c. Oriënterend waterbodemonderzoek stadswateren Franeker. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 13382-59474.

Oranjewoud, 1995d. Saneringsonderzoek waterbodem nabij voormalig gasfabrieksterrein aan het Laag Bolwerk te Bolsward; code FR/021/001. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Provincie Friesland), projectnr. 14207-59623.

Oranjewoud, 1995e. Nader waterbodemonderzoek Lemster Rien te Lemmer; code FR/081/401. Heerenveen, Oranjewoud (i.o.v. Waterschap Friesland), projectnr. 14207-59879.

Oranjewoud, 1995f. Evaluatie Gebever-project De Deelen fase 3. Oranjewoud, Heerenveen projectnr. 17589-78224 i.o.v. Waterschap Friesland sector Waterbeheer.

Oranjewoud, 1998a. Saneringsplan voor de sanering van de waterbodem in de Workumertrekvaart te Bolsward beschrijving revisie 0.1. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Oranjewoud, 1999a. Rapport sanering waterbodem Zoutsloot en Noordersluis te Harlingen. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Oranjewoud, 1999b. Saneringsplan voor de sanering van de waterbodem Zoutsloot en de Grote Sluis te Harlingen. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Oranjewoud, 1999c. Evaluatie-rapport sanering waterbodem Workumertrekvaart te Bolsward. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Oranjewoud, 2006. Rapportage bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater periode 2001-2005. rapportage Oranjewoud, Almere projectnr. 164510.

Oranjewoud, 2009. De Botmar; ecologisch herstel van een laagveenplas. Oranjewoud, Heerenveen projectnr. 184707 i.o.v. It Fryske Gea.

Oranjewoud, 2010a. Aanvullend nader waterbodemonderzoek Nesserzjilroede-Boorne te Akkrum. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân Projectnr. 10269-232552. (FR/026/412 en FR/026/001).

Oranjewoud, 2010b. Aanvullend waterbodemonderzoek Harlingervaart ter hoogte van perceel Snekertrekweg 89 te Leeuwarden. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân Projectnr. 10269-217188.

Osinga A., 1987. Ganzen ..... anders bekeken. Vanellus 40 (6): 150-151.

Osinga D., 1982. Verslag van een plantkundig onderzoek in een natuurgebied bij Berlikum. Het Leech. Stichting Lerarenopleiding Ubbo Emmius, Leeuwarden.

Oterdoorn T., 2012. Evaluatie vuilwatercampagnes. Elzinga & Oterdoorn, Haren i.o.v. provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân.

Otte A.J. & Dam H. van, 1996. Overzicht van isoetide waterplanten (1991-1995) en selectie van vennen in het kader van de Milieuverkenningen. AquaSense TEC i.o.v. RIVM rapportnr. 96.0647.

Ottens H.J., 1993. Landbouw en eutrofiëring. Groningen, stageverslag Van Hall Instituut Groningen.

Otto J.P., 1931. *Cymbasoma rigidum* im Hafen von Harlingen. Tijdschrift Ned. Dierk. Ver. 3<sup>e</sup> serie (4): 212-220.

Otto J.P., 1938. De voortplantingscyclus van de Chinese wolhandkrab. Vakblad voor Biologen 19 (9): 161-163.

Otto J.P., 1941. Het plankton-onderzoek. Onderzoek van het grachtwater te Sneek. Bijlage dissertatie P. Spaander; Zwemwater in Nederland, Amsterdam.

Otto J.P., 1954. Over de flora en fauna van een oud baggerstortterrein en zijn omgeving. D.L.N. 57: 177-180, 192-196 en 214-219.

Otto J.P., 1957. Bezoek van vissen aan Friesland. Vanellus 10 (11): 226-227.

Otto J.P., 1961. De riviergrondel. Vanellus 14 (9).

Otto J.P., 1962. De zalm in het Bergumermeer. Vanellus 15 (1): 23-24.

Otto J.P., 1963. Bezoek van zeeprikken aan de binnenwateren van Friesland. Vanellus (7 en 8): 157-161.

Otto J.P., 1964. De invasie van de driedoornige stekelbaars in Friesland. Onze zoetwatervisserij 57: 14-15.

Otto J.P., 1969. Een tochtje op de afgesloten Lauwerszee. Vanellus 22 (9): 161-164.

Otto J.P., 1971. Plankton en zoutgehalte in het Lauwersmeer. Vanellus 24 (2): 28-33.

Otto J.P., 1973. Wolhandkrabben nu en in het verleden. Vanellus 26.

Otto J.P., 1975a. Het botulisme, in het bijzonder in Friesland. Vanellus 28 (4): 123-126.

Otto J.P., 1975b. De gesteldheid van het water in de provincie Friesland en iets over de methodiek van het wateronderzoek. Vanellus 28 (5): 153-158.

Otto J.P., 1976a. Bacteriologisch onderzoek van de Sneeker grachten. Vanellus 29 (5).

Otto J.P., 1976b. Nog op andere plaatsen in Friesland zoetwaterkwalletjes. Vanellus 29: 45.

Otto J.P. & Wielinga D.T., 1933. Hydrobiologisch Notizen vom Brackwassergebiet der Provinz Friesland, speziell in der Nähe von Harlingen. Tijdschrift Ned. Dierk. Ver. 3<sup>e</sup> serie, 2-3: 49-74.

Ouweland J., 2005. Amfibieën, reptielen en vissen in vijf reservaten van It Fryske Gea in 2005. Altenbrug & Wymenga rapport 731.

Ovaa B.P.S.A. & Vlist M.J. van der, 1996. Evaluatie REGIWA-project Nanneiid: evaluatie van een samenwerkingsproject van vijf overheden. Vakgroep Ruimtelijke Planvorming Landbouwuniversiteit Wageningen.

OVB, 1993. De visstand in de Rottige Meente; inventarisatie en knelpunten in de ontwikkeling. OVB project PF/OV 92-03.

# P

*Pungitius pungitius* (Tiendoornige stekelbaars)



- Papenburg G., 1990. Beroering en rust in Rohel. *Twirre* 1 (2): 9-11.
- Paris P., 1987. In vogelvlucht De Deelen. *Noorderbreedte* 11 (6): 201.
- Paris P., 1994. Het Botmeer in vogelvlucht. *Noorderbreedte* 18 (1): 24-25.
- Peeters E.T.H.M. & Gardeniers J.J.P., 1997. Naar een hanteerbare gedifferentieerde milieukwaliteit in Fryslân. Landbouwniversiteit Wageningen rapportnummer M282.
- Peeters E.T.H.M. & Gardeniers J.J.P., 1998. Vereenvoudiging van de gedifferentieerde milieukwaliteit van oppervlaktewater in Fryslân. Landbouwniversiteit Wageningen rapportnummer M284.
- Pel A., 1998. Vissen en verontreinigde waterbodems in de provincie Friesland; een verkennend onderzoek naar de relatie tussen verontreinigde waterbodems en vissen. Van Hall Instituut en Waterschap Friesland afdeling Watersystemen, Leeuwarden projectcode 220-E020.
- Pellenburg N.P., 1971. Het gebruik van een computerprogramma bij het berekenen van waterstanden op Friesland's boezem. Afstudeerverslag, TH Delft, Hydrologie.
- Peterman P.A.M., 2008. Uitkomst typen faunavorzieningen voor 15 MJPO knelpunten spoorwegen in Groningen, Friesland en Drenthe. Ecogroen advies projectcode 08064.
- Petersen J. & Westhoff V., 2001. Duinvalleien van Terschelling; de vegetatie in verleden en heden. *De Levende Natuur* 102 (3): 114-117.
- Pieneman C.J., 2006. Behandeling afvalwater toiletvoorzieningen eilanden Friese meren. Grontmij Assen i.o.v. De Marrekrite, Grou.
- Plantinga J.E., 1995. De Rottige Meente: waterkwaliteit en inrichtingsaspecten van een laagveenmoeras. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Stageverslag Van Hall Instituut.
- Plantinga J.E., 2006. Trilveen in de Rottige Meenthe. *Twirre* 17 (1): 25-30.
- Plantinga J.E., Veen K. van der & Bijkerk W., 2012. De flora en vegetatie van de Alde Feanen 2010-2011. A&W-rapport 1567 i.o.v. provincie Fryslân, IFG, Wetterskip Fryslân, DLG en Overlegorgaan NP De Alde Feanen.
- Plas A. van der, 1994. Provinciale bijdragen aan milieuthema's; vijfde inventarisatieronde-1990. Den Haag, Ministerie van VROM, publicatiereeks Emissieregistratie nr. 17, april 1994.
- Ploeg D.T.E. van der, 1956. Wijngaardslak bij Waaksens. *Vanellus* 9: 133.
- Ploeg D.T.E. van der, 1960. De floristiek van oostelijk Friesland. *Wetensch. Meded. KNNV* no. 36.
- Ploeg D.T.E. van der, 1966a. *Potamogeton nodosus* Poir. in Friesland. *Gorteria* 3 (5): 74-75.
- Ploeg D.T.E. van der, 1966b. *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John. in Friesland. *Gorteria* 3 (5): 76.
- Ploeg D.T.E. van der, 1968. *Potamogeton*, *Elodea* en ruilverkavelingen. *Gorteria* 4 (6/8): 113-114.
- Ploeg D.T.E. van der, 1971. Een stabiele grens: *Caltha palustris* L. in Friesland. *Gorteria* 5 (7/10) 198-201.
- Ploeg D.T.E. van der, 1974. Een 3-tal *Potamogeton* hybriden in Friesland, waaronder *Pot. X sparganifolius*, nieuw voor Nederland. *Gorteria* 7 (1): 1-6.
- Ploeg D.T.E. van der, 1975. Boeken oer . . . . . Planten van Friesland. *Fryske Akademy*, Leeuwarden, no. 3.
- Ploeg D.T.E. van der, 1977a. Nieuwe vondsten van enige *Potamogeton*-hybriden in Friesland. *Gorteria* 8: 129-133.
- Ploeg D.T.E. van der, 1977b. Atlas fan de flora fan Fryslân. *Fryske Akademy*, Leeuwarden.
- Ploeg D.T.E. van der & Rudolphy F., 1970. Nieuwe vindplaatsen in Friesland van *Carex aquatilis* Wahlenb. *Gorteria* 5 (1): 16-17.
- Ploeg D.T.E. van der & Rudolphy F., 1971. Nieuwe vindplaatsen in Friesland van *Carex aquatilis* Wahlenb. *Gorteria* 5: 257-259.
- Ploeg D.T.E. van der & Rudolphy F., 1981. *Carex x bakkerana* (= *Carex acutiformis* Ehrh. X *C. rostrata* Stokes) nieuw voor de wetenschap. *Gorteria* 10 (10): 173-179.
- Poelen M.D.M. e.v.a., 2012. WaterBODEMbeheer in Nederland: Maatregelen Baggeren en Nutriënten (Baggernut); metingen interne nutriëntenmobilisatie en decompositie (MIND Baggernut).
- Pol M., 2002. Boven Water; een verkenning van de visstropen in Fryslân. Bureau milieuhandhaving politie Fryslân, Leeuwarden op verzoek van begeleidingscommissie Visstropenteam Friesland.
- Popma C., 1990a. Onderzoek naar de waterbalans en beheersalternatieven voor De Deelen. Eindrapportage. Rijkshogeschool Groningen / Iwaco Groningen i.o.v. provincie Friesland.
- Popma C., 1990b. Notitie: Waterbalansstudie de Deelen. Iwaco Groningen i.o.v. provincie Friesland.
- Popma C.C.W., 1989. Microdistributie van Cyprinidenlarven afhankelijk van milieufactoren in de oeverzone van het Tjeukemeer. Oosterzee/ Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1989-4.
- Postma J.F. & Keijzers C.M., 2014. De chemische toestand van de waterlichamen van Wetterskip Fryslân. Toetsing van de jaren 2011-2013. Ecofide, Weesp i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Postma M., 1996. Oppervlaktewaterkwaliteit bij melkveebedrijf op zandgrond. Van Hall Instituut Groningen i.o.v. IWACO i.s.m. Waterschap Friesland.
- Pot R., 2010. Toestand en trends in de waterkwaliteit van Nederlandse meren en plassen. Resultaten van de vijfde eutrofiëringsequete. Roelf Pot Onderzoek- en adviesbureau i.o.v. de Werkgroep Routekaart Heldere Meren.
- Pothaar A. & Leendertse P., 2009. Introductie van het sleepdoek in Friesland: een project van Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân, CLM Onderzoek en Advies & DLV Plant.
- Potma A., 1985. Hydrologie in Zuid-West Friesland; onderzoek naar de waterbeweging in enkele meren en kanalen, met name rond het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag TU Twente nr. 1985-25.
- Prak H., 1996. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE), 1<sup>e</sup> voortgangsrapportage. Ministerie van LNV Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht.
- Pranger D.P. & Everts F.H., 1992. Vegetatiekartering Klaarkampermeer, Jouswierpolder en andere gebieden. Groningen, Everts & De Vries e.a. (i.o.v. Staatsbosbeheer), Rapport nr. EV 92/6.
- ProCensus, 2004. Leidraad Stedelijk Waterbeheer (LSW). Procensus i.o.v. Wetterskip Fryslân.

ProCensus, 2008. Habitattoets Hooglandgemaal; passende beoordeling capaciteitsuitbreiding Hooglandgemaal te Stavoren. Procensus i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Projectgroep "Remote Sensing IJsselmeergebied", 1985. Remote Sensing en waterkwaliteit in het IJsselmeergebied. Delft, Projectgroep "Remote Sensing IJsselmeergebied", RWS, MDLK-R-8537.

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 1997a. Dynamisch kustbeheer midden en oostelijk Terschelling; een advies over het kustbeheer van paal 0 tot paal 8. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 1997b. Dynamisch kustbeheer kustzone noordwest Ameland tot paal. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 1998. Dynamisch kustbeheer midden en oostelijk Terschelling; een advies over het beheer van de kustzone van paal 8 tot paal 26. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 1999. Dynamisch kustbeheer Vlieland; een advies over het beheer van de kustzone van km 40.0 tot km 54.8. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 2000a. Kustbeheer Schiermonnikoog anno 2000; een advies over het beheer van de zandige kustzone tot paal 10,4. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 2000b. Dynamisch kustbeheer kustzone midden en oost Ameland van km 7 tot km 23. Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (POK-F).

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1955. Verzilting openbare wateren in Friesland. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1962. Waterkwaliteitsonderzoek 1960-1961. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1963a. Voorlopig rapport waterafvoer en ontzilting van Friesland's Noordwesthoek. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1963b. Waterkwaliteitsonderzoek 1962. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1964a. Rapport doorspoelproef Noordwesthoek. Zomer 1963. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1964b. Waterkwaliteitsonderzoek 1963. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1965. Rapport doorspoelproef Noordwesthoek. Zomer 1964. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1970. Nota Bestrijding waterverontreiniging in Friesland. Provinciale Waterstaat van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1971. Onderzoek waterkwaliteit Friese merengebied 1970. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1972. Hoofdlijnen Provinciaal Zuiveringsplan Friesland. Provinciale Waterstaat van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1973a. Voorlopig verslag merenonderzoek 1971, 1972 en 1973. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1973b. De verzilting van het oppervlaktewater. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1974a. Waterkwaliteit Friesland 1963-1973. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1974b. Zuiveringsplan provincie Friesland. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1976. Nota biologische aspecten van de kwaliteit van het Friese oppervlaktewater in het bijzonder de eutrofiëring. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1977a. Bedrijfsresultaten rioolwaterzuiveringsinstallaties 1975 en 1976. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1977b. Onderzoek naar zware metalen en pesticiden in het oppervlaktewater. Tussentijdsverslag, PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1978a. Oeverinventarisatie van het Friese merengebied 1977. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1978b. Rioleringsenquête 1978. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979a. Bedrijfsresultaten rioolwaterzuiveringsinstallaties in 1977. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979b. Biologische aspecten van de waterkwaliteit. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979c. Waterkwaliteit Friesland 1974-1978. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1979d. Waterkwaliteitsplan provincie Friesland 1979. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1980a. Bedrijfsresultaten rioolwaterzuiveringsinstallaties in 1978 en 1979. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1980b. Onderzoek chloridebelasting Dongjumer-/Menaldumervaart. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1982a. Kwaliteit oppervlaktewater 1979-1981. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1982b. Kwaliteit zwemwater Friesland 1979-1981. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1983a. Nota van aanvulling op het Waterkwaliteitsplan Friesland 1979. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1983b. Kwaliteit zwemwater Friesland 1982. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1983c. Beheers- en bedrijfsresultaten-rapport 1980-1982 rioolwaterzuiveringsinstallaties. PWS Friesland, Leeuwarden.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1984a. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1982-1983. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1984b. Kwaliteit zwemwater Friesland 1983. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1984c. Bemonsterings- en onderzoeksprogramma oppervlaktewater Friesland 1984. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1985. Kwaliteit zwemwater Friesland 1984. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Provinciale Waterstaat van Friesland, 1986. Inventarisatie zwemgelegenheden in oppervlaktewater in Friesland, situatie 1985. Leeuwarden, PWS van Friesland.

Provincie Friesland, 1972. Hoofdlijnen Provinciaal Zuiveringsplan Friesland. Provincie Friesland vanuit de Commissie Zuiveringsbeheer 16 maart 1972.

Provincie Friesland, 1975. Nota's inzake 1. de inventarisatie van de oevers langs de boezemwateren in Friesland en 2. de financiering van het onderhoud en herstel van de oevers. Werkgroep voor onderzoek problematiek recreatief gebruik oevers en vaarten.

Provincie Friesland, 1976. Op weg naar integraal beleid milieuzorg. Gedeputeerde Staten van Friesland.

Provincie Friesland, 1977. Nota over verlaging van de slootwaterstand en het door Gedeputeerde Staten van Friesland te voeren beleid terzake. Werkgroep Peilverlaging.

Provincie Friesland, 1981. Milieukartering in de provincie Friesland. Rapport, uitgebracht door de Projectgroep Milieukartering.

Provincie Friesland, 1982. Eindrapport van de projectgroep onderzoek oeververdedigingen in Friesland, ingesteld door G.S. van Friesland. Gedeputeerde Staten van Friesland.

Provincie Friesland, 1985. Rioleringsenquête 1985. Leeuwarden, Provincie Friesland, rapport MR0045/C.

Provincie Friesland, 1986a. De bijdrage van de landbouw en veengronden aan de eutrofiëring van het boezemwater in Zuid-West Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland, Hoofdgroep Waterstaat en Milieu.

Provincie Friesland, 1986b. Grondwaterplan Friesland. afdeling Milieu en Water provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1986c. Kwaliteit oppervlaktewater 1984-1985. Provincie Friesland Hoofdgroep Waterstaat en Milieu.

Provincie Friesland, 1986d. Kwaliteit zwemwater Friesland 1985. Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1987a. Polderwater en eutrofiëring in de provincie Friesland, 1986. Leeuwarden, Provincie Friesland hoofdgroep Waterstaat en Milieu.

Provincie Friesland, 1987b. Bemonsterings- en onderzoeksprogramma oppervlaktewater Friesland 1987-1988. Hoofdgroep Waterstaat en Milieu provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1987c. Zwemmen in Friesland; hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en zwembaden. Hoofdgroep Waterstaat en Milieu provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1987d. Beleidsnota voor landschapszorg en natuurbeheer in Friesland. Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1988a. Zwemmen in Friesland 1987; hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en zwembaden. Hoofdgroep Waterstaat en Milieu provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1988b. Projectvoorstel voor integrale eutrofiëringsbestrijding in de Oude Venen, Friesland. Provincie Friesland, It Fryske Gea en het Limnologisch Instituut.

Provincie Friesland, 1989a. Kwaliteit Oppervlaktewater Friesland 1986-1987-1988. Leeuwarden, Provincie Friesland, rapportnr. WKB\RAP\WKB0016\M.

Provincie Friesland, 1989b. Boezembeheer 1988. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1989c. Zwemmen in Friesland 1988: hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen. Provincie Friesland, hoofdgroep Waterstaat en Milieu.

Provincie Friesland, 1990a. Nutriëntenbelasting vanuit polders op de Friese boezem. Samenvattend rapport van balansstudies 1984 tm 1988. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1990b. Waterkwaliteitsplan 1989-1995, beleid en beheer. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1990c. Achtergrondocument eutrofiëringsbestrijdingsplan (EBP). Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1990d. Reactie-nota concept-Waterkwaliteitsplan 1988-1995. Leeuwarden, Provincie Friesland, no. WAT/RAP/WR0016k/S.

Provincie Friesland, 1990e. Verslag milieuklachten 1987. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1990f. Verslag milieuklachten 1988. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1990g. Antwoord-nota ontwerp-Waterkwaliteitsplan 1988-1995. Leeuwarden, Provincie Friesland, no. WKB/COR/NO2611/W.

Provincie Friesland, 1990h. Verslag mest- en gierlozingen op oppervlaktewater seizoen 1989-1990. Leeuwarden, Provincie Friesland, no. WKB/COR/NO2711.

Provincie Friesland, 1990i. Boezembeheer 1989. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1990j. Zwemmen in Friesland 1989: hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en in zwembaden. Leeuwarden, Provincie Friesland, no. WKB/RAP/TOTRAP2.

Provincie Friesland, 1990k. Waterkwaliteitsbeheer in Friesland: een ecologisch perspectief. Informatie ten behoeve van de studiedag "Waterrijke gebieden in Friesland" op 13 juni 1990. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991a. Plan ecologische verbindingzones; een plan voor de ecologische infrastructuur in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991b. Programma Eutrofiëringsbestrijding Friesland 1990-1995 voor de Friese boezemwateren. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991c. Verslag controle lozingen agrarische bedrijven op oppervlaktewater seizoen 1990-1991. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1991d. De gemeentelijke riolering in Friesland anno 1990; stand van zaken en knelpunten. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991e. Eerste Waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991f. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1989-1990. Leeuwarden, Provincie Friesland Hoofdgroep Waterstaat en Milieu.

Provincie Friesland, 1991g. Verslag milieuklachten 1990. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991h. Zwemmen in Friesland 1990: hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en in zwembaden. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991i. Notitie stikstof verwijdering op provinciale rioolwaterzuiveringsinstallaties. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991j. Uitvoeringsprogramma eerste Waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991k. Projectvoorstel proef- en voorbeeldprojecten regionaal en integraal waterbeheer (REGIWA) Nanneveld en Kleinewijd. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991l. Boezembeheer 1990. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1991m. Fosfaat en de Friese boezem: modellen, bestrijding en beheer. H2O 24 (1): 34-36. NVA programmagroep 4, 13 december 1990 congresverslag.

Provincie Friesland, 1992a. Kwaliteit oppervlaktewater 1991. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1992b. Rioleringsbeleid; nieuwe richtlijnen voor rioolstelsels. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1992c. Overzichtsrapport de Oude Venen. Waterkwaliteit 1987-1991. Leeuwarden, Provincie Friesland, afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1992d. Staat er nog water? Een inventarisatie van verdrogingsproblemen in natuurgebieden in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland Bureau Waterhuishouding en Afdeling Landelijk Gebied.

Provincie Friesland, 1992e. Plan van aanpak waterbodem Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992f. Inspectie-verslag agrarische lozingen op oppervlaktewater seizoen 1991-1992. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Waterkwaliteitsbeheer.

Provincie Friesland, 1992g. Beheers- en bedrijfsresultatenrapport rioolwaterzuiveringsinstallaties 1989-1991. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992h. Zwemmen in Friesland 1991: hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en in zwembaden. Leeuwarden, Provincie Friesland afdeling Mlieu en Water.

Provincie Friesland, 1992i. Boezembeheer 1991. Leeuwarden, Provincie Friesland.



Provincie Friesland, 1992j. Inventarisatie verdrogingsstoestand in tien natuurgebieden in Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992k. Bodemsaneringsprogramma Provincie Friesland 1993-1996. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992l. Voortgangsrapportage 1992 (bij het Eerste Waterhuishoudingsplan 1992-1995). Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992m. Afvalwaterproblematiek bij jachthavens. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1992n. Notitie inventarisatie afvalwaterproblematiek bij jachthavens. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993a. Verdrogingsnotitie (inclusief het aangepast peilbeleid). Uitwerkingsnotitie Eerste waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995. Leeuwarden, G.S. van Friesland.

Provincie Friesland, 1993b. Voortgangsrapportage 1993 en uitvoeringsprogramma 1994-1997 (bij het Eerste Waterhuishoudingsplan 1992-1995). Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993c. Zwemmen in Friesland 1992: hygiëne en veiligheid bij zwemplaatsen in oppervlaktewater en in zwembaden. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993d. Notitie bagger(bergings)beleid. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993e. Beleid voor kwaliteit van oppervlaktewater in Friesland na 1 januari 1993. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993f. Ambtelijke notitie over de eutrofiëringsbestrijding. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993g. Beleidsnotitie voor de kwaliteit van het oppervlaktewater (inclusief onderzoeksprogramma 1993). Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1993h. Verdrogingsnotitie (inclusief het aangepast peilbeleid). Uitwerkingsnotitie Eerste waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995. Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994a. Realiseringskader voor natuurlijke verbindingen en natuurtechnische voorzieningen. Deel 1 Inleiding, Deel 2 Projectbeschrijvingen. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994b. Voortgangsrapportage 1994 en uitvoeringsprogramma 1995-1998 (bij het eerste Waterhuishoudingsplan 1992-1995). Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994c. Tussenrapportage van het strategisch onderzoek naar de Waterhuishoudkundige inrichting van Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994d. De waterhuishoudkundige inrichting van Friesland op lange termijn; samenvatting van een symposium gehouden op 3 oktober 1994. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994e. Uitvoeringsprogramma Milieu 1995-1998. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994f. Circulaire baggerbergingsbeleid. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994g. Zwemwater 1994. Resultaten oppervlaktewater Friesland. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1994h. Interimbeleid hergebruik licht verontreinigde grond en ingedroogd baggerspecie. Leeuwarden, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1995a. Programma Bodemsanering/Waterbodemsanering 1996. Uitvoeringsprogramma Milieu 1996-1999. Leeuwarden, G.S. van Friesland.

Provincie Friesland, 1995b. Programma Bodemsanering/Waterbodemsanering 1996. Uitvoeringsprogramma Milieu 1996-1999. Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1996a. Verdrogingsbestrijding in uitvoering, aanpak provincie Friesland. Provincie Friesland.

Provincie Friesland, 1996b. Van veen naar zand; een verkenning van de bodemkundige veranderingen, uitgevoerd in het kader van de WIF-studie. rapport van de Afdeling Milieu en Water, Provincie Friesland.

Provincie Friesland, Waterschap Friesland, Waterleiding Friesland & Kiwa, 1996. Onderzoek "oppervlaktewater als alternatieve bron voor de drinkwatervoorziening in Friesland". Werkgroep "van oppervlaktewater naar drinkwater" van genoemde organisaties.

Provincie Friesland, Waterschap Friesland, Waterleiding Friesland & Kiwa, 1998. Oppervlaktewater als alternatieve bron voor de drinkwatervoorziening in Fryslân. Eindrapportage. Werkgroep "van oppervlaktewater naar drinkwater" van genoemde organisaties.

Provincie Fryslân, 1997a. Voortgangsrapportage Waterhuishouding 1995/1996; Beheerrapportage Grondwater 1995-1996 en Uitvoeringsprogramma 1997-2000. afdeling Milieu en Water provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 1997b. Maaiveldsdaling in de Friese veenweidegebieden en de gevolgen voor bebouwing en (waterhuishoudkundige) infrastructuur. deelonderzoek WIF-studie Afdeling Milieu en water, provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2000. Tweede Waterhuishoudingsplan Fryslân 2000-2008 'Dreaun troch it wetter'. Provincie Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2001. Zwemwateronderzoek in de provincie Fryslân 2000. afdeling Milieu en Water provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2002. Libje en libje litte. Provinciale Beleidsregels ter uitvoering van de Flora- en faunawet en voor het Provinciaal Soortenbeleid. provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2003a. Evaluatie Meetgebieden. Beleidsevaluatie van de instelling van 24 meetplichtige gebieden in Fryslân (1993-2003). Provincie Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2003b. Deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050. sector Ruimte, Infrastructuur en Water provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2004. Nota Visserijbeleid. Nota en reactienota.

Provincie Fryslân, 2005a. Aanpak van GGOR in Fryslân; kaderstellende nota. Provincie Fryslân afdeling Water.

Provincie Fryslân, 2005b. Mear omtinken soarten konkretisearre (MOSK) 2003-2006. provincie Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2005c. Werkplan soortenbeleid 2006-2013. provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2006. Ecologische verbindingzones in Fryslân. Evaluatie en beleidsaanpassing. Provincie Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2007. Baggeren onder de KRW in Rijn Noord. provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2009. Waterhuishoudingsplan Fryslân 2010-2015 Wiis met Wetter. Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2011a. Beheerplan Natura 2000 Groote Wielen. Provincie Fryslân i.s.m. It Fryske Gea; Ontwerp plan.

Provincie Fryslân, 2011b. Aanpak verdieping Friese Meren: "It Nije Ferdjipjen" (Langwarder Wielen). provincie Friesland.

Provincie Fryslân, 2012a. Natuer en lanlik gebiet; Mei-inoar fierder. Provincie Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân, 2012b. Booming business: wetland restoration in the marshes of Natura 2000 Alde Feanen. LIFE+ Nature. provincie Fryslân i.s.m. IFG, gemeente Boarnsterhim, STOWA en Wetterskip Fryslân.

Provincie Fryslân, 2013a. De Staat van Fryslân. Staf Ondersteuning bestuur en directie provincie Fryslân.

Provincie Fryslân, 2013b. Beheerplan Natura 2000 Groote Wielen. afdeling Sted en Plattelan Provincie Fryslân i.s.m. It Fryske Gea.

Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 1999. Toestand Leefmilieu Fryslân 1999. Latour Advies i.o.v. Provincie Fryslân afdeling Milieu en Water & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2009a. Status, toestand, waterkwaliteitsdoelen en maatregelen KRW-waterlichamen 2010-2015. Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

- Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2009b. Achtergronddocument: Beschrijving watersystemen en wettelijk kader. Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2009c. Kaarten behorende bij het Waterhuishoudingsplan en Waterbeheerplan Fryslân. Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, 2011. Startnotitie Veenweidevisie. Achtergrondrapport. Provincie Fryslân & Wetterskip Fryslân, Leeuwarden i.s.m. DLG.
- Provincies Friesland & Groningen, 1988. Inrichtingsschets Lauwersmeergebied.
- Provincies Groningen, Friesland & Drenthe, 1990. Landelijk Noord-Nederland; verkenningen van de problemen en oplossingsrichtingen van en voor de landelijke gebieden in de provincies Groningen, Friesland en Drenthe. Grontmij, R.U. Groningen, LB & P (i.o.v. provincies Groningen, Friesland & Drenthe).
- Puijtenbroek P.J.T.M., Cleij P. & Visser H., 2010. Nutriënten in het Nederlandse zoete oppervlaktewater: toestand en trends. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, Bilthoven.
- Puijtenbroek P.J.T.M., Janse J.H. & Knoop J.M., 2004. Integrated modelling for nutrient loading and ecology of lakes in The Netherlands. Ecological Modelling 174: 127-141.

Q

*Quistadrilus multisetosis* (borstelworm)



- Quené F., 1990. Vegetatie en hydrologie van Kooiwaard, Stoenkherne en Mokkebank. Consulentenschap NBLF.
- Querner E.P., Frissel J.Y., Harmsen J., Dolging J. & Toorn A. van de, 2003. Knelpuntenanalyse oppervlaktewaterkwaliteit voor veedrenking: een toepassing m.b.v. GIS-analyse in Friesland. Alterra rapport 845, Wageningen.
- Querner E.P., Harmsen J. & Dolging J., 2004. GIS-analyse van risico vuil oppervlaktewater voor vee in Friesland. H2O 37 (18): 39-42.

R

*Radix auricularia* (poelslak)



- Raad J.S., Peerboom R.A.L. & Feenstra J.F., 1993a. Stofbalansen voor de Friese boezem. Amsterdam, IVM i.o.v. Waterschap Friesland afdeling Watersystemen, deelonderzoek: E93/17.
- Raad J.S., Peerboom R.A.L., Dorland C., Hanegraaf M.C. & Feenstra J.F., 1993b. Diffuse bronnen van verontreiniging van het oppervlaktewater in Friesland; inventarisatie en kwantificering. Amsterdam, IVM (i.o.v. Waterschap Friesland), deelonderzoek: E93/16.
- Raat A.J.P. & Laak G.A.J. de, 1990. De visstand in De Deelen in maart 1990. Nieuwegein, OVB (i.o.v. Provincie Friesland), OVB-onderzoeksrapport 1990-7.
- Raggers H. & Hogenkamp W., 1989. Verslag veldpracticum Oldeholtspade. Leeuwarden, Stageverslag AHoF.
- Rattip P., 2010. "Waterharmonica Aqualân Grou" evaluation of 3 years monitoring. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2004. Kaderrichtlijn Water Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Noord 2004. RBO Rijn-Noord / Stuurgroep water 2000+.
- RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2008a. Beslisnota KRW / WB21 Schoon en gezond water in Noord- Nederland: Implementatie Europese Kaderrichtlijn Water in de gebieden Nedereems, Rijn-Noord en Eeems-Dollard. RBO Rijn-Noord / Stuurgroep water 2000+.
- RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2008b. Beslisnota KRW / WB21 Schoon en gezond water in Noord- Nederland: Samenvatting adviezen KRW-gebiedsgroepen beheergebied Wetterskip Fryslân. RBO Rijn-Noord / Stuurgroep water 2000+. Bijlage van WF bij de Beslisnota.
- RBO Rijn-Noord / Stuurgroep Water 2000+, 2008c. Nota van antwoord bij Beslisnota Schoon en gezond water in Noord- Nederland. RBO Rijn-Noord / Stuurgroep water 2000+.
- Redeke H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland. Backhuys & Meesters, Amsterdam.
- Regionaal Adviesgroep REGIWA Friesland, 1994. Evaluatie Regeling Regionaal Integraal, Waterbeheer (REGIWA). Leeuwarden, Regionaal Adviesgroep REGIWA Friesland (i.o.v. Bestuurlijk R).
- ReGister, 1994. Nader onderzoek Lemster Rien; fase 1 Historisch onderzoek, lokatiecode FR/081/401. Groningen, ReGister (i.o.v. Waterschap Friesland), eindrapport.
- ReGister, 1995a. Nader onderzoek Dokkumer Ee Leeuwarden; fase 1 Historisch onderzoek, lokatiecode FR/071/401. Groningen, ReGister (i.o.v. Waterschap Friesland).
- ReGister, 1995b. Nader onderzoek Stadsgrachten Dokkum Noordzijde; fase 1 Historisch onderzoek, lokatiecode FR/036/401. Groningen, ReGister (i.o.v. Waterschap Friesland).
- Reinhard A.J., Polman N.B.P., Michels R. & Smit H., 2007. Baten van de Kaderrichtlijn Water in het Friese Merengebied; een interactieve MKBA-vingeroefening. WOT-rapport 48, Wageningen UR.
- Reinhard S., Witmer M. & Ietswaart T., 2007. MKBA Kaderrichtlijn water in het Friese merengebied. H2O 40 (16): 37-40.
- Reinold J.O., 1994. Risico-analyse van het foerageren boven verontreinigde waterbodems door de Meervleermuis en de Watervleermuis. Dordrecht, RWS, RIZA, nota 94.024.
- Reitsma J.M., 1995. Peilbeheer en vegetatie in de Kroon's polders, Vlieland. Bureau Waardenburg BV (i.o.v. RWS), rapportnr. 95.19.

- Reitsma J.M., Bergsma J.H. & Soes D.M., 2008. Vegetatie- en visonderzoek Westerplas 2008. Bureau Waardenburg i.o.v. Wetterskip Fryslân rapport nr. 08-203.
- Rekers M. & Tonckens H., 2002. Ecologisch groenbeheer Noord-Nederland in beeld. AOC Terra, Frederiksoord.
- Renema Y. & Zeilstra J., 1982. Polychloorbifenylen in vis uit het Friese water. Keuringsdienst van Waren, Leeuwarden.
- Renema Y. & Zeilstra J., 1983. Polychloorbifenylen in vis uit het Friese water 1982. Keuringsdienst van Waren, Leeuwarden.
- Richter A.F., Schrotenboer G.J., Vijverberg J. & Visser S., 1987. Onderzoek in enclosures ten behoeve van actief biologisch beheer. Oosterzee/ Nieuwersluis, Limnologisch Instituut (i.o.v. RWS, DBW, RIZA), intern verslag 1987-2.
- Richter B., 1978. Een computersimulatie van de Crustaceapopulaties van het Tjeukemeer. Doctoraal verslag RU Utrecht.
- Richter B., 1994. Evaluatie van beheersmaatregelen, waaronder actief biologisch beheer, in de Oude Venen in Friesland. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Stageverslag Van Hall Instituut.
- Riemersma J.H., 1901. Een en ander over de verontreiniging van de openbare wateren in Nederland, met vermelding van eenige bijzonderheden betrekkelijk het Friesche binnenwater. 1, 2 en 3. Leeuwarder Courant, nov. en dec. 1901.
- Riemersma P., 1995. Evaluatie vispassage Heidehuizen voorjaar 1995. OVB rapport project OVB/KD/94-01 i.o.v. Waterschap Het Koningsdiep.
- Riemersma P., 2007. Monitoring Hoofdwatergangen Hoxwier; effecten van profielverruiming en gedifferentieerd onderhoud op de ecologische kwaliteit van hoofdwatergangen. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Riemersma P., 2008. Rietonderhoud Friese boezem: implicaties Flora- en faunawet. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Riemersma P., 2009. Beheer- en onderhoudsplan 2010-2015. Naar een meer gedifferentieerd en extensief onderhoud van hoofdwatergangen in het landelijk gebied. Grontmij, Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Riemersma P. & Jansen H., 2008. Proefproject rietmaaien Friese boezem: herhalingen van opnames in een aantal proeflocaties in Friesland; It Wiid (Berlikum), Oude Vaart (Gerkesklooster), Jentjemeer en Nieuwe Diep (Nij Beets). Grontmij Drachten projectnr. 241729 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Riemersma P. & Meeteren H.G. van, 1998. Evaluatie vispassage Drachten-zuid; onderzoek naar de werking van een De Wit-vispassage bij de driedelige stuw in het Verbindingskanaal. OVB rapport project OVB/KD/11849/01 i.o.v. Waterschap Sevenwolden.
- Riemersma P., Niemeijer A. & Veeman I., 2002. Watermeetplan Rottige Meente en Brandemeer-Zuid. Grontmij Friesland, Drachten projectnr. 102443 i.o.v. Staatsbosbeheer.
- Rienks W.A., Gerritsen A.L., Meulenkamp W.H.J., Ottburg F.G.W.A., Schouwenberg E.P.A.G., Akker J.J.H. van den & Hendriks R.F.A., 2004. Veenweidegebied in Fryslân - de effecten van vier peilstrategieën. Alterra-rapport 989, Wageningen.
- Riep C., 1980. Het Fochteloërveen, de waarden, kwetsbaarheden en het beheer. in: Het Fochteloërveen een voor grondwaterstandsverlaging zeer kwetsbaar natuurgebied. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten, 's-Graveland; pp. 6-13.
- Rietdijk J., 2009. Waterharmonica Grou; efficiency van een nazuiveringssystem. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Rijkeboer M., Dekker A.G. & Gons H.J., 1998. Subsurface irradiance reflectance spectra of inland waters differing in morphometry and hydrology. *Aquatic Ecology* 31 (3): 313-323.
- Rijkeboer M., Dekker A.G. & Kokke J.M.M., 1996. Kleurmetingen van Nederlandse oppervlaktewateren; rapportage van de metingen aan oppervlaktewateren in Nederland. IVM VU Amsterdam E-96/09 i.o.v. BCRS en Rijkswaterstaat.
- Rijkeboer M., Gons, H.J. & Dekker A.G., 1998. Optische teledetectie van waterkwaliteitsparameters: demonstratie voor het waterbeheer. *H2O* 31 (15): 19-21.
- Rijkeboer M., Hoogenboom H.J. & Dekker A.G., 1997. Realisatie Spectrale Bibliotheek van Nederlandse Wateren. IVM VU Amsterdam W-97/07.
- Rijkens B.G.A., 2008. Evaluatie van de waterkwaliteit en herstelmaatregelen in De Deelen. Radboud Universiteit Nijmegen verslagen Milieukunde nr. 320.
- Rijkens B.G.A., Claassen T.H.L., Thannhauser-Douwma M. & Leuven R., 2008. Waterplanten om van troebel helder water te maken. *H2O* 41 (22): 46-49.
- Rijkswaterstaat, 1977. Een globale berekening van de kwel en infiltratie in Noord-Holland, Friesland en Groningen. RWS, directie Waterhuishouding en waterbeweging. Nota WH-77.20.
- Rijkswaterstaat, 1989. "De otter terug en nog veel meer . . . . !" Toepassing van een moerasfilter om het inlaatwater voor de Friese boezem schoner te maken. -aanzet tot een haalbaarheidsonderzoek-. Leeuwarden, Rijkswaterstaat directie Friesland, notitie ANW 89.15.
- Rijkswaterstaat, 1992. Meetprogramma zoutgehalten in de Terschellinger polder in verband met de versterking van de Waddenzee-dijk. RWS-DNN, Leeuwarden.
- Rijkswaterstaat, 1996. Waterkwaliteitsmeting in de havens van Harlingen d.d. 3 juli en 18 oktober 1995. afdeling ANWP RWS-DNN, Leeuwarden.
- Rijs G.B.J. & Leenen E.J.T.M., 2005. Beïnvloeding van de (zwem)waterkwaliteit door pleziervaart. RWS/RIZA en Grontmij Mis-West RIZA werkdokument 2005.052x.
- Ringnalda H. & Vis S., 2010. Beoordeling natuurvriendelijk- en verdedigde oevers Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân & Van Hall Larenstein.
- Rintjema S., Claassen T.H.L., Hettema H., Hosper U.G. & Wymenga E., 2001. De Alde Feanen; schets van een laagveenmoeras. Friese Pers Boekerij & It Fryske Gea.
- Ris R.C., Hurdle D.P., Vledder G. Ph. van & Holthuijsen L.H., 2001. Deep water wave growth at short fetches for high wind speeds; a desk study on deep fetch-limited wave growth using empirical formulations and SWAN. WL, TU Delft & Alkyon i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- RIZA, 1992. Bepaling fosfaatnalgeving Nanneewijd sediment. Lelystad, RIZA (i.o.v. Provincie Friesland), RIZA AO/8718, Provincie Friesland WM.92/58167.
- Roedema A.P., 1999. De laagveenmoerassen het Houtwiel, het Ottema-Wiesrma reservaat en de Sippenvennen. Van Hall Instituut en afdelingen Laboratorium en Watersystemen Wetterskip Fryslân projectcode 300-T169.
- Roedema A.P. & Brill M., 2000. Bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater van Friesland, 1991-1999. Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 300-T221.
- Roem A.J., 1984. Leeftijdsbepaling en stadia van ovariumontwikkeling bij de snoekbaars in het Tjeukemeer, april-juni 1983. Oosterzee/ Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentverslag 1983-18.
- Roeters P.B. & Buiteveld H., 1993. Gebruik van satelliet-opnamen voor eutrofiëringsonderzoek van de Friese boezemmeren. Lelystad, RIZA, RIZA-nota 93.008.
- Roijackers R.M.M., 1989. De Alde Feanen. Verslag bodemonderzoek biobeschikbaar- en totaal-fosfor. Wageningen, L.U. Wageningen, analyseverslag.

- Roijackers R.M.M. (ed.), 1993. Eindverslag doktoraalexkursie Intgeraal waterkwaliteitsbeheer 22, 23 en 24 september 1993. Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer H050-216.
- Roijackers R.M.M., Joosten A.M.T., Claassen T.H.L. & Roos C., 1995. Het ecologisch beoordelingssysteem voor meren en plassen; een landelijk systeem. STOWA, H2O 28 (13): 392-395.
- ROM-themagroep Natuur, 1993a. De beekdalen van de Friese Wouden; een sektorvisie op de natuur in Zuid-Oost Friesland, een uitwerking op het Natuurbeleidsplan ten behoeve van het ROM-project. Leeuwarden, ROM-themagroep Natuur.
- ROM-themagroep Water, 1993b. Standaard rapport Themagroep Water; resultaten eerste fase ROM-project Zuid-Oost Friesland, thema water. Leeuwarden, ROM-themagroep Water.
- Roodt A., 1997. PCB onderzoek in de Oude Venen; een gegevens inventarisatie in relatie tot de otter. Van Hall Instituut i.o.v. Waterschap Friesland afdeling Watersystemen projectcode 220-E019.
- Roodzand S.J. & Holthuijsen S.J., 2008. Actie=Reactie; een effectenanalyse van KRW maatregelen op Natura 2000 doelen in Fryslân. Wetterskip Fryslân & Van Hall Larenstein, Leeuwarden projectnr. 588203.
- Roorda M., 2000. De waterkwaliteit in De Deelen in 1990 en 1998. Toetsing aan het visecologisch biotisch streefbeeld. i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Roos C. & Hooijkaas L.J., 1997. Knelpunten en oplossingen voor het stedelijk water in Leeuwarden. H2O 30 (13): 430-432.
- Roos C., Boomen R.M. van den & Veeningen R., 1994. Een nadere beschouwing van vervuilingbronnen in Leeuwarden: de algemene milieukwaliteit haalbaar in stedelijk gebied? H2O 27 (26): 773-777.
- Roos C., Hylkema J. & Backse J.J.G.M., 1991. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater: karakterisering van meren op basis van visstandgegevens. STORA rapport 91-01, Den Haag.
- Roosma J., 1987. Watervogeltellingen Bergumermeer en de Leijen, winter 1986-1987. Twirre 10 (3): 68-71.
- Rotman W., 1984. Rekrutering en migratie van vislarven in relatie tot de hydrologie in het IJsselmeer en de Friese meren. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-17.
- Rotsaert M., 2008. Lauwersmeer "Derde Weg" scenario. Haalbaarheidsanalyse. Svasek Hydraulics, Rotterdam i.o.v. provincie Groningen.
- Roukema Y., 1981. Kleinere poelen en meertjes in het lage midden van Friesland. Nota 267 PPD Friesland, Leeuwarden.
- Roukema Y. & Smittenberg J.H., 1982. De permanente ecologische proefvlakken langs de Friese meeroevers in 1979, 1980 en 1981. PPD Friesland, rapport nr. 271.
- Royal Haskoning, 2002. Verkenning robuuste verbindingzone Noordelijke Natte As. Samenvatting Drenthe, Fryslân en Groningen. Royal Haskoning, Groningen.
- Royal Haskoning, 2006. Onderzoek winning zout water en hergebruik RWZI-effluent drinkwatervoorziening Vlieland. Royal Haskoning Groningen i.o.v. Vitens. Projectnr. 9R7801.
- Royal Haskoning, 2012. Uitwerking gewenste antiverdrogingsmaatregelen Groote Wielen. Royal Haskoning Groningen i.o.v. provincie Fryslân.
- Royal Haskoning DHV, 2013a. Evaluatie Beheer- en Onderhoudsplan 2010-2015, gedifferentieerd onderhoud van de hoofdwatergangen. RoyalHaskoning DHV.
- Rozemeijer J. & Klein J., 2013. Trends in stikstof-en fosfaatconcentraties in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Deltares project 1208369-000 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Rus J.-S., 2004. MER evaluatie drinkwaterwinning Schiermonnikoog. Royal Haskoning projectnr. 9M9815 i.o.v. provincie Fryslân.
- Rus J.-S. & Braat C., 2014. Haalbaarheidsonderzoek natuurherstel Westerplas Schiermonnikoog. Bureau Hunzebreed & Stichting FREE Nature i.o.v. NM, Vitens en Wetterskip Fryslân.
- Rus J.-S., Bakker M. & Houten M. van, 2001. Veerkracht op de rand, onderzoek Integraal Waterbeheer (randzone) Fochteloërveen. Iwaco i.o.v. Waterschap Sevenwolden, projectnr. 25272.
- Rus J.-S., Bakker M., Velde J. van der & Straathof N., 2004. Randzone Fochteloërveen klaar voor aangepast waterbeheer. H2O 37 (14/15): 28-31.
- Rus J.-S., Brorens B., Bonnema F.D. & Kok A., 1997. Integraal waterbeheer Vlieland: werken aan eilandeigen oplossingen. H2O 30 (1): 2-7.
- Rus J.S., Groenewolt A., Swart D. & Zonneveld T., 1992. Van Schiermonnikoog tot Vlieland: maatregelen tot waterconservering op de Waddeneilanden. CHO-TNO-rapport no. 28. Integraal waterbeheer in de praktijk gebracht: 137-149.
- Rus J.S., Oude Munnik J.M.E., Bergen P. van, Wit G.J. de, Hees B.W.M. van, Zonneveld L.M.L. & Grootjans A.P., 1989. Onderzoek grondwaterwinning Waddeneilanden. IWACO, LB & P, R.U. Groningen (i.o.v. Provincie Friesland, WLF), rapportnr. 20.158.
- Rusken T., 2010. Welke invloeden spelen op het Bergumermeer en wat zijn de effecten? Lauwerscollega Buitenpost. PWS onderzoek, klas V6B.
- Rutjes H.A. & De la Haye M.A.A., 2014. De ene oever is de andere niet. Pilotstudie naar maatregel-effect relaties tussen natuurvriendelijke oevers en vis. Grontmij, Amsterdam i.o.v. Wetterskip Fryslân en Hoogheemraadschap van Rijnland.
- RWS & RIZA, 1994. Chemomanipulatie-experimenten met het sediment van het Nanneveld. Lelystad, werkdocument 94.008X.

S

*Sigara striata* (nymf van waterwants)



- Saeyns H., 1986. Omgaan met water in Friesland. Waterstaatskundige aspecten van het milieu in Friesland. Waterstaatskundige aspecten van het milieu in Friesland geplaatst in Nationaal en Europees perspectief. Leeuwarden.
- Sala L., Claassen T.H.L., Kampf R., Sala J., Boix D. & Geest H. van der, 2007. Trophic webs from discharges: nature enhancement through the Waterharmonica concept. Annual meeting of the society of wetland scientists 'Integrating our approaches to wetland science' Bangor, UK.
- Salman A., 1984. Waterwinning op de Waddeneilanden. Waddenbulletin 19 (4): 188-191.
- Sarneel J. e.v.a., 2007. Onderzoek ten behoeve van het herstellen en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Tussentijdse OBN-rapportage fase 2. OBN team i.o.v. Directie Kennis van het ministerie van LNV.



- Schaaf J. van der, 2007. Flinke opknopbeurt voor de Fugelhoeke. *It Fryske Gea* 3/2007: 18-19.
- Schaafsma A., 1976. Pingo-ruïnes en zandwielen. Praktijkverslag HLS Leeuwarden. Intern verslag SBB.
- Schaafsma-Tilstra M., Verhoogt H., Houten M. van, Voerman A., Essen E. van, Ebbens L., Ziel C. van der & Verheijen M., 2013. Factsheets Veenweidevisie Fryslân i.o.v. Wetterskip Fryslân, provincie Fryslân en VFG. Royal HaskoningDHV, Groningen.
- Schaap L.A., Uijtendaal J.M. & Willemsen J., 1985. Snoekbaars- en posonderzoek ten behoeve van het visstandbeheer in Friesland. IJmuiden, RIVO, rapportnr. BW 85-04; project: 5-7020.
- Schaft M. van der, 1984. De paai-populatie van de spiering, *Osmerus eperlanus*, bij Lemmer in het voorjaar van 1983. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-5.
- Schalk P., 2013. Onderzoek visstand in de Friese boezemmeren. Van Hall Larenstein en Wetterskip Fryslân i.s.m. Sportvisserij Nederland en Fryslân.
- Schaminee J.A.M., Maasdam R. & Meer R. van der, 1995. Bestrijdingsmiddelen klei, onderzoek naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater en neerslag in het Noordelijk kleigebied van de provincie Friesland, 1995. Wetterskip Fryslân projectcode 300-T003.
- Schaminee J.A.M., Maasdam R. & Meer R. van der, 1996. Onderzoek naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater en neerslag in het Noordelijk kleigebied van de provincie Friesland. Waterschap Friesland Laboratorium.
- Schat E., 2011. Vorst en vissterfte. *Handhaving* 26 (2): 16.
- Scheenstra H.S., 1995. Ontwikkeling van een eenvoudige ecologische beoordelingsmethode voor meetplichtige gebieden in Friesland. Wageningen, L.U. Wageningen, rapportnr. 015/95.
- Schilderman C., 1994. GIS en de Oude Venen. Waterschap Friesland, stageverslag Van Hall Instituut.
- Schils C.M.G.J., Zwart F. & Smittenberg J.H., 1977. ISP milieu-onderzoek Noorden des Lands. Deelrapport Ameland. Provinciale Planologische Dienst Friesland.
- Schimmel H.J.W., Meulen H.T. van der & Timmerman A., 1972. Voorlopig overzicht van de natuurwetenschappelijk belangrijke terreinen in de Marrekrite in de provincie Friesland. RIN Leersum, 1972.
- Schomaker A.H.H.M. & Sniijders J., 2013. Waterkwaliteitsonderzoek in de omgeving van de toekomstige recreatieplas Appelscha-Noord. Notitie van RoyalHaskoningDHV i.o.v. de gemeente Ooststellingwerf.
- Schomaker A.H.H.M., Kamp R. & Herpen F. van, 2014. Waterharmonica Aqualân Grou, Evaluatie 2006-2013. RoyalHaskoningDHV i.s.m. Rekel/water i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Schoppers E. & Mars H. de, 2011. Ecohydrologisch onderzoek Wybe Poel. Royal Haskoning i.o.v. provincie Fryslân projectnr. 9T9250.
- Schoppers E. & Mars H. de, 2012. Uitwerking gewenste antiverdrogingsmaatregelen Groote Wielen m.b.t. de Noordse woelmuis en het porseleinhoen. Royal Haskoning i.o.v. provincie Fryslân. Projectnr. 9V6928.
- Schothorst M. van & Leusden F.M. van, 1975. Onderzoek naar het voorkomen van *Clostridium botulinum* in paling uit het Tjeukemeer en Bergumermeer. RIVO rapport nr. U 155/75.
- Schotsman N., 1985. Natuurwaarden in het Milieubeleidsplan. Leeuwarden, PPD Friesland.
- Schotsman N., 1987. Het natuurreservaat "De Lindevallei" bij Wolvega (Zuid-Oost Friesland). Olterterp, Biologisch Centrum Haren, *It Fryske Gea*, Laagland bekenproject no. 10-1987.
- Schotsman N., 1988. Onbemest grasland in Friesland; hydrologie, typologie en toekomst. Leeuwarden, Provincie Friesland Hoofdgroep Ruimtelijke ordening.
- Schotsman N., 1990. De Lindevallei van ontginning tot bescherming. *Noorderbreedte* 14 (1): 14-19.
- Schotsman N. & Roukema Y., 1983. Ecologische inventarisatie van de Friese vaarwegen. Deel 1: het Dokkumer Ee-gebied en het gebied tussen Bolswardertrekvaart en Zwette. PPD Friesland, nota nr. 273.
- Schotsman N. & Roukema Y., 1985. De ecologische betekenis van de Friese vaarwegen. Leeuwarden, PPD Friesland, nota nr. 280.
- Schotsman N., Grootjans A.P., Koole E.H. & Schipper P.C., 1986. Het water van het Drents Plateau. *Natuur en Milieu* 86/2: 13-17.
- Schouten R., 1978. Oecologie van de pos met speciale aandacht voor de productie en voedselopname van O+pos. Doctoraal verslag, LH Wageningen (Tjeukemeer).
- Schreurs H., 1992. Cyanobacterial dominance; relations to eutrophication and lake morphology. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Schroevens P.J., 1962. Een oriënterend onderzoek naar de vegetaties van boezem- en rietlanden langs de Friese meren. RIVON-rapport.
- Schroevens P.J., 1970a. Verslag van het werkkamp van de Hydrobiologische Vereniging in de Lindevallei (Friesland) in 1969, Inleiding. *Meded. Hydrobiol. Ver. 4* (2): 54-57.
- Schroevens P.J., 1970b. De natuurlijke verscheidenheid van microfytengezelschappen in de Lindevallei, in het bijzonder tussen de Linde en de polders. *Meded. Hydrobiol. Ver. 4* (2): 105-126.
- Schut J. & Brenninkmeijer A., 2006. Resultaten onderzoek beschermde vissoorten zoeklocaties glastuinbouw noordwest-Fryslân. A&W-rapport 767 i.o.v. Oranjewoud.
- Schut J., Dulleman D. van & Koese B., 2005. Libellenfauna van de Leijen. Inventarisatie van libellen in 2004. A&W-rapport 563 i.o.v. provincie Fryslân.
- Schut J., Hut R.M.G. van der & Wymenga E., 2006. Ecologische toetsing van het trace van de Centrale As. A&W-rapport 853 i.o.v. provincie Fryslân.
- Schut J., Wymenga E. & Altenburg W., 2010. Monitoringplan openstelling Polderhoofd kanaal. Aangepaste versie december 2010. A&W-rapport 1160a (aangepaste versie van 1160 (2009)).
- Schut J., Wymenga E. & Dulleman D. van, 2002. Aanbevelingen voor ecologische oeverinrichting van kaden bij de Terkaplesterpoelen. A&W-rapport 337, Veenwouden.
- Schutten J., 2005. Biomechanical limitations on macrophytes in shallow lakes. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Schuermans T. & Weperen J.R. van, 2005. Slotermeer, visie en maatregelen. Grontmij Drachten i.o.v. provincie Fryslân.
- Sierdsma F. & Verhoogt J.C., 2009. Passende beoordeling Waterhuishoudings- en Waterbeheerplan. Royal Haskoning i.o.v. provincie Fryslân. Projectnr. 9V4053A0.
- Sierdsma F., Voerman A., Schoppers E. & Ziel C. van der, 2009. EHS kwadrant Burgum-Hurdegaryp-Feanwalden; inventarisatie van knelpunten naar oplossingsrichtingen en (koppel)kansen. Rapport van Provincie Fryslân en gemeenten T-diel en Dantumadiel.
- Sijbesma B., 1977. Verslag van een stageperiode bij de werkgroep "Voedselketen- en productieonderzoek" gedurende augustus 1976-januari 1977. 1. Voedselsamenstelling en voedselselektie bij O+ spiering. Stageverslag analistenopleiding, Utrecht.
- Sikkema H., 1989. De invloed van bemesting op enkele poldergebiedjes in Friesland, onderzoek 1988. Leeuwarden, Provincie Friesland, intern rapport WKB/RAP/WKB0012var/S.

- Sikkema K., 1978. Echtener en Grote Veenpolder, een ecologische vegetatiekartering. IBS karteringsverslag nr. 179.
- Silvis F., 2013. Radiësthetische metingen waterharmonica Aqualân Grou. Vortex Vitalis i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Singelenberg O.A., 1972. Primaire productie. Doctoraal verslag, Groningen (Tjeukemeer).
- Sinkeldam J.A., 1980. Hydrobiologische waarnemingen op Vlieland in 1980. Intern rapport RIN, Leersum.
- Sinnema J., Wierstra K. & Buruma J., 1992. Fjirtich-Mêd en de waterkwaliteit en de otter en ..... Zwolle, verslag Lerarenopleiding Biologie Windesheim.
- Sipkema W., 1997. Vergelijking van de analyse van totaal stikstof en totaal fosfaat via de UV-methode en de klassieke NEN-methode. Laboratorium Waterschap Friesland, Leeuwarden.
- Sjoukes K.J., 1988. Landschapsoecologisch onderzoek De Sippenfennen. Leeuwarden, Langbroek bv.
- Sjoukes K.J., 1988. Beheersplan It Bûtenfjild. Beilen, LB & P. i.o.v. It Fryske Gea, nr. 88049.
- Sjoukes K.J. & Wal R.J. van der i.s.m. Jansen A.J.M., 1988. Beheersplan Rijperkerkerpolder. Olterterp/Beilen, LB & P. i.o.v. It Fryske Gea.
- Slager H. & Smit G.F.J., 1987. De waarden langs de Friese IJsselmeerkust: samenhang tussen bodem, hydrologie en vegetatie. Landschap 4 (4): 264-273.
- Slager H. & Smit G.F.J., 1988. De buitendijkse natuurgebieden langs de Friese IJsselmeerkust: bodem, grondwater en vegetatie. Lelystad, RIJP, Flevobereicht nr. 287.
- Slager H. & Smit G.F.J., 1989. De waarden langs de Friese IJsselmeerkust: samenhang tussen bodem, hydrologie en vegetatie. Den Haag, KNNV. Wetenschappelijke mededeling KNNV nr. 194.
- Slooten L., 1968. Planktonic copepods in the Tjeukemeer. Versl. Limnol. Inst. Nieuwersluis, 1-29.
- Slooten L., 1969. Seizoenperiodiciteit en verticale migratie van copepoden in het Tjeukemeer. Doctoraal verslag, Leiden.
- Sloois-Koning K.M. van der, 1990. Milieueffecten van tuinbouw. Leeuwarden, SFM, stageverslag AHoF.
- Sluiter D.-J., 2006. MKBA: de brug tussen beleid en werkelijkheid? Hogeschool Windesheim i.s.m. Tauw.
- Smid M.D., Leonards P.E.G., Hattum B. van & Jongh A.W.J.J., 1994. PCBs in European otter (*Lutra lutra*) populations. Instituut voor Milieuvraagstukken en Stichting Otterstation Nederland R-94/7.
- Smit C., 1974. Algen langs enkele transecten op de strandvlakte van Schiermonnikoog. Doctoraal verslag Amsterdam, 1-17.
- Smit D., 2013. Evaluatie Beheer- en Onderhoudsplan 2010-2015, gedifferentieerd onderhoud van de hoofdwatergangen. Royal HaskoningDHV i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Smit H., 1987. Over waterbodems en misvormingen bij muggelarven. Reinwater 1987 (3): 7-9.
- Smit M.D., 1990. De belasting van waterbodems en biota (vis en otter) met microverontreinigingen. Leeuwarden, SON, Provincie Friesland.
- Smit M.D., 1991a. PCB-gehalten in ottergebieden te hoog. Groningen, SON, Noorderbreedte 15 (4): 158-159.
- Smit M.D., 1991b. Onderzoek ten behoeve van de otter. Vanellus 44 (2): 44-47.
- Smit M.D. & Jongh A.W.J.J. de, 1991. PCB contamination of otter areas in The Netherlands. Proceedings V International Otter Colloquium, Hankensbüttel, Habitat 6: 229-234.
- Smit M.D. (ed.), 2000. De otter werom yn Fryslân. Werkgroep Otters Friesland i.s.m. Stichting Otterstation Nederland.
- Smit W., 1972. Bedrijfsresultaten van de beroepsvisserij in de Friese binnenwateren 1966 t/m 1970. Landbouw Economisch Instituut, afd. Visserij, 1972.
- Smits J.G. & Vries H.M. de, 1989. Ecologische infrastructuur sleutelwoord tot levensvatbare otterpopulaties in Friesland? Velp, IAHL.
- Smittenberg J.H., 1981. Ecologische kwetsbaarheid van Friese meren en oeverzones. Recreatievoorzieningen (4): 165-172.
- Smittenberg J.H. & Roukema Y., 1979. Ecologische inventarisatie van de meeroevers in Friesland. PPD Friesland (nr. 260).
- Snel A., 1978. De rol van bodemfosfaten bij de eutrofiëring van het Friese boezemwater. Stageverslag PWS, Friesland-Wageningen.
- Snellen B., Essen R. van, Kroes J. & Stuyt L., 2012. Sociaal-economisch spoor verziltig Noord-Nederland: effecten van aan klimaatverandering gerelateerde verziltig op de bedrijfsvoering van landbouwbedrijven in Noord-Nederland. Acacia Water. Rapport 18/7/2011 i.o.v. Klimaat voor Ruimte.
- Snelling H., 1990. Inrichting en exploitatie van het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit. Bilthoven, RIVM, rapportnr. 728517061.
- Soes D.M., Horssen P.W. van, Bouma S. & Collombon M.T., 2007. Chinese wolhandkrab, een literatuurstudie naar ecologie en effecten. Bureau Waardenburg Culemborg. Rapport nr. 07-234.
- Soesbergen M. & Mertens A., 1997. Diatomeeën uit Friesland 1996. AquaSense TEC rapportnr. 97.1073 i.o.v. Waterschap Friesland.
- Soest L. van, 1988. Peilverlagingen en hydrologische systemen: een oriënterend onderzoek naar de relatie tussen peilverlagingen, veranderingen in lokale, sub-regionale en regionale stromingstelsels en veranderingen in afgevoerde hoeveelheden grondwater in het Lage Midden van. Leeuwarden, Consulentenschap NMF, stageverslag IAHL.
- Sojo L.E. & Haan H. de, 1991. Multicomponent kinetic analysis of iron speciation in Lake Tjeukemeer: Comparison of fulvic acid from the drainage basin and lake water samples. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Environmental Science & Technology 25 (5): 935-939.
- Sollie P.S., 1998. Technisch document Waterkwaliteitsonderzoek 't West in 1997. afdeling Watersystemen Waterschap Friesland.
- Sollie P.S., 2003. Technische rapportage IBA's bij PTC+ in Oenkerk. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.
- Sollie P.S., 2006. Meten en balansen. Rijkshogeschool IJsselland Deventer en Waterschap Friesland.
- Sollie P.S. & Bergs J. van den, 2003. Rapportage Quick-scan Riiooloverstorten. Wetterskip Fryslân afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek prj12\_2002.
- Sondergaard M., Jeppesen E., Lauridsen T.L., Skov C., Nes H. van, Roijackers R., Lammens E. & Portielje R., 2007. Lake restoration: successes, failures and long-term effects. Journal of Applied Ecology.
- Spaak P., 1994. Genetical Ecology of a Coexisting *Daphnia* Hybrid Species Complex. Utrecht, Limnologisch Instituut, Dissertatie Universiteit van Utrecht.
- Spaander P., 1941. Onderzoek van het grachtwater te Sneek' in: Zwemwater in Nederland. p 61-65 in: P. Spaander 1941 Proefschrift Amsterdam opgenomen in: Het plankton-onderzoek J.P. Otto (Schermer's Drukkerij, Bolsward).
- Spieksma J., 1994. Waterbeheer in Friese boezemlanden. Noorderbreedte 18 (4): 160-163.
- Spieksma J.F.M., Diggelen R. van & Schouwenaars J.M., 1994. Gevolgen van hydrologische maatregelen voor de vegetatie van Friese boezemlanden. Groningen, R.U. Groningen Vakgroep Fysische geografie, Laboratorium voor plantenoecologie (i.o.v. Provincie Friesland).
- Spieksma J.F.M., Schouwenaars J.M. & Diggelen R. van, 1995. Assessing the impact of water management options upon vegetation development in drained lake side wetlands. Den Haag, R.U. Groningen, Wetlands Ecology and Management 3 (4): 249-262.
- Spiereburg P., 2000. Ecologische effectmodellering van vissen in meren en plassen. Hogeschool Delft i.o.v. RIVM.
- Spierts I. & Vis H., 2011. KRW-visstandbemonstering de Leijen zomer 2011. Royal Haskoning projectnr. 9W9165 i.s.m. VisAdvies.
- Sportvisserij Fryslân, 2011. Visplan Friese Boezem 2011; deel Sportvisserij. Sportvisserij Fryslân, Grou.

Staatsbosbeheer, 1982. Beheersvisie C.R.M.-reservaat Rottige Meente. Staatsbosbeheer Utrecht.

Staatsbosbeheer, 1991. Beheersplan object de Mieden. Staatsbosbeheer.

Staatsbosbeheer, 1993. Bakkeveen Beheersplan 1992-2001. Driebergen, Staatsbosbeheer.

Staatsbosbeheer, 1994. Het Lauwersmeer; Jong natuurgebied vol met leven. Driebergen, Staatsbosbeheer, brochure.

Staatsbosbeheer & RWS-DNN, 1999. Beheersplan Rijksgronden Vlieland. Arcadis Assen i.o.v. SBB & RWS-DNN rapportnr. 631/NA99.

Staatsbosbeheer & Waterschap Het Koningsdiep, 1991. Definitief proefproject Duurswouderheide. Staatsbosbeheer, Waterschap Het Koningsdiep.

Stäb J.A., Frediks I.L. & Cofino W.P., 1993. Organotinverbindingen in driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in de Nederlandse Zoetwateren. IVM, V.U. Amsterdam, rapportnr. W-93/08.

Steenbeek K. & Wit P. de, 1995. Waterbeheersing van het natuurreservaat Lindevallei. 269-274 in: Dynamiek, inrichting en beheer van het landelijke gebied no.4. Leiden Backhuys.

Steenbeek P., Cleveringa P. & Gans W. de, 1981. Terreinvoering in Friesland uit de laatste ijstijd. It Baken: 249-272.

Steenbruggen T. & Wit A. de, 1996. Verdrogingsbestrijding in Friesland. Landinrichting 36 (7): 9-13.

Steenvoorden J.H.A.M., Breeuwisma A., Boer W.A. de & Reijerink J.G.A., 1988. Fosfaatuitspoeling uit een perceel met fosfaatverzadigde bovengrond. Wageningen, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding nr. 44.

Steenwijk J.M. van, Lourens J.M., Meerendonk J.H. van, Phernambucq A.J.W. & Barreveld H.L., 1992. Speuren naar sporen I, verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland; metingen 1990-1991. DGW, RIZA, RIZA-nota 92.057; DGW rapport 92.040.

Steenwijk J.M. van, Meerendonk J.H. van & Phernambucq A.J.W., 1994. Speuren naar sporen I, een verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland. H2O (27) 1994: 112-117.

Stegenga J., 1986. Onderzoek naar de hydroxamaatproductie van *Scenedesmus quadricauda* en *Oscillatoria agardhii* uit het Tjeukemeer in ijzerbeperkte chemostaten. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenrapport 1986-1.

Stegenga J., 1994. De gevolgen van de Evaluatienota Water voor de klasse-indeling van waterbodems in de provincie Friesland. Oosterend, Provincie Friesland, afstudeerverslag Van Hall Instituut.

Steltema J., 1980. Botulisme; een overzicht van de drie noordelijke provincies en een inventarisatie van het onderzoek in Nederland. Noorderbreedte 4 (4): 105-110.

Stelling M. & Suiker A., 1990. Wetland of weg land? Utrecht, R.U. Utrecht, Doctoraalverslag Biologie.

Steveninck R. van, Bakker W. de, Houben J., Lambermont W. & Esselink K., 2014. Eindrapport 'Casus Building with Nature', onderzoek naar de mogelijkheden voor 'bouwen met de natuur' in de Wite en Swarte Brekken. Hogeschool Van Hall Larenstein Velp i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, 1994a. Dobben en pingoruiens 1992. Drachten, Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, project Fr-E32.

Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, 1994b. Dobben en pingoruiens 1993. Drachten, Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, project Fr-E33.

Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, 1995. Dobben en pingoruiens 1994. Drachten, Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, project Fr-E34.

Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, 1996. Dobben en pingoruiens 1995. Drachten, Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland, project Fr-E35.

Stienstra M. & Vollenbroek R., 2009. De bijdrage van humusverbindingen, zwevende stof en algen aan het doorzicht van oppervlaktewater. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.

Stoep J.W. van der, 1977a. Resultaten van het onderzoek naar de bodemfauna van het Bergumermeer gedurende de periode september 1974 tot januari 1976. KEMA.

Stoep J.W. van der, 1977b. Resultaten van het onderzoek naar de bodemfauna van het Bergumermeer gedurende de periode januari tot en met december 1976. KEMA.

Stoep J.W. van der, 1978a. Resultaten van het onderzoek naar de bodemfauna van het Bergumermeer gedurende de periode januari tot en met december 1977. KEMA.

Stoep J.W. van der, 1978b. Resultaten van het onderzoek naar de littorale macrofauna van het Bergumermeer gedurende de periode januari tot en met december 1977 in verband met de lozing van koelwater van de Bergumermeercentrale. KEMA.

Stoep J.W. van der, 1979. De 24-uursperiodiciteit van ingezogen vis bij de centrale Bergum in 1978. KEMA, memo 7, 79-30 MO-B.

Stoep J.W. van der, 1981. Experimenten met barrières om de hoeveelheid ingezogen vis bij de centrale Bergum te verminderen. KEMA, memo 7, 81-13 MO-B.

Stoep J.W. van der, 1982. Ingezogen vis bij de centrale Bergum in de periode juni 1976 tot en met mei 1979. KEMA-rapport 4 5192-82 MO-B.

Stoep J.W. van der, 1983. De 24-uursperiodiciteit van ingezogen vis bij de centrale Bergum in 1978. Aanvullende gegevens. KEMA, memo 7, 83-13 MO-B.

Stoop J. & Pak G., 1995. Riioverstorten in agrarisch gebied. Het Waterschap 80 (16): 638-640.

STORA, 1989. Kenmerken van niet rechtstreeks door afvalwater beïnvloed binnenwater. STORA-rapport 89-05, Den Haag.

Stovring Harbo M., Pedersen J. & Johnsen R. (eds.), 2011. Groundwater in a future climate. The CLIWAT Handbook. Danish Ministry of the Environment Nature Agency & the CLIWAT project group.

STOWA, 1998. Toepassing van DB-Switch op de veenplaaen Geerplas en Nanneewijd. STOWA rapport 98-W01. Onderzoeksrapport WL Delft Hydraulics nr. T1697.

STOWA, 2012a. Gemalen of vermalen worden? STOWA rapport 2012-04, Amersfoort.

STOWA, 2012b. Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten; overkoepelend rapport. STOWA rapport 2012-40, Amersfoort.

STOWA, 2012c. Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel; Hoofdrapport. STOWA rapport 2012-38, Amersfoort.

STOWA, 2012d. Flexibel peil, van denken naar doen; Hoofdrapport. STOWA rapport 2012-41, Amersfoort.

STOWA, 2014. Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel. Resultaten vervolgmonitoring 2013. STOWA rapport 2014-17, Amersfoort.

Straetmans A., 1978. Verslag van een onderzoek naar de invloed van stroming en opwarming van het water door de Bergumermeercentrale op verspreiding en leeftijdsopbouw van *Neomysis integer* (Leach) in het Bergumermeer, gedurende de maanden november, december en januari 1977-1978. Versl. Limnol. Inst. Oosterzee.

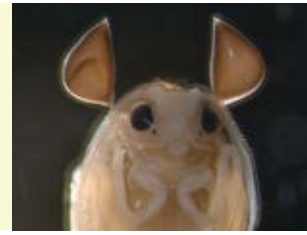
Straten G. van, 1989. Frifos: een eenvoudig model ter berekening van de totaal-fosfaatgehalten in Zuid-West Friesland bij verschillende beheersopties. Enschede, T.U. Twente, rapportnr. CT89/068/133.

- Straten G. van & Visscher D.A., 1985a. Analysis of the sediment-water phosphorus fluxes in the south-western Frisian Lake District. Enschede, T.U. Twente.
- Straten G. van & Visscher D.A., 1985b. Analyse van fosfaatuitwisseling tussen water en sediment uit het zuid-westelijk Friese merengebied. Enschede, T.U. Twente.
- Straten H. van, 1981a. De bruikbaarheid van E.G.V.-meting voor de benadering van het chloridegehalte van grond- en oppervlaktewater. Hogere Landbouwschool Leeuwarden en Intern rapport PWS Friesland.
- Straten H. van, 1981b. Zoute kwel-onderzoek in noord en noordwest Friesland. Intern rapport PWS Friesland.
- Straten J.W.H., Semmekrot S., Maasdam R. & Haan H. de, 1998. Regionale watersysteemrapportage in beeld. H2O 31 (15): 17-18.
- Streefkerk J.G., Schouten M.G. & Schievink G., 1994. Wijnjeterperschar. Voorstel t.b.v. beheer van het reservaat. Heerenveen, Staatsbosbeheer.
- Streekstra H.J. & Veen J. van der, 1992. Binnemiede/Weeshuispolder. Rypstjer.
- Strein A.J. van, 1999g. Vissen en Verontreinigde Waterbodems in de Luts te Balk. Laboratorium Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E155.
- Strien A.J. van, 1997. Aanvullend nader waterbodemonderzoek noordelijke Stadswateren te Dokkum (locatiecode FR/036/401). afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân. Projectcode 220-EO14.
- Strien A.J. van, 1998. Bestrijdingsmiddelen ROM-gebied; onderzoek naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater in het ROM-gebied in zuidoost Friesland. Waterschap Friesland Laboratorium projectcode 300-T015.
- Strien A.J. van, 1999a. Milieurisico's van het effluent van RWZI's. Beoordeling van de ecotoxicologische risico's van organische microverontreinigingen en zware metalen in het effluent van RWZI's in Fryslân over 1998. Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 300-T048.
- Strien A.J. van, 1999b. Aanvullend nader onderzoek de Luts te Balk; Verontreiniging in vissen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E155. locatiecode FR/051/404.
- Strien A.J. van, 1999c. Verkennend waterbodemonderzoek in meertjes ten noordwesten van Heeg. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Strien A.J. van, 1999d. Actualisatie kwaliteitsgegevens waterbodems de Potmarge in Leeuwarden. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Strien A.J. van, 1999e. Verkennend waterbodemonderzoek Botmeer. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Strien A.J. van, 1999f. Vissen en verontreinigde waterbodems in de provincie Friesland; een verkennend onderzoek naar de relatie tussen verontreinigde waterbodems en vissen. Laboratorium Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E020.
- Strien A.J. van, 2000. Verkennend waterbodemonderzoek Ee te Woudsend. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Strien A.J. van, 2001. Onderzoek naar de verontreinigingssituatie nabij de lozingspunten van zes RWZI's in Friesland. Wetterskip Fryslân, Laboratorium projectcode 220-E163.
- Strien A.J. van, 2009. Aanvullend nader waterbodemonderzoek Zuider Ee te Dokkum (locatiecode FR/036/401). afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Strien A.J. van & de Vries-van Balen M.E.M., 2001. Verkennend waterbodemonderzoek in Noord Friesland. Sloten rond vliegbasis Leeuwarden Huizem Finkumervaart. Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 220-E235.
- Strien A.J. van & Meer R. A. van der, 2009. Aanvullend Nader Onderzoek Zuider Ee te Dokkum; locatie Fr/036/401. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 730-E010.
- Strien A.J. van & Meer R. A. van der, 2010. Verkennend waterbodemonderzoek Fabrieksvaart te Augustinusga. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân projectcode 730-E011.
- Studiegroep Natuurontwikkeling IJsselmeergebied (RWS, Min. Van LNV), 1994. Natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied; onderzoeksplan 1994. Studiegroep natuurontwikkeling IJsselmeergebied.
- Studiegroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden, 1991. Natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied; planvorming, uitvoering en relevante onderzoeksgegevens van 5 natuurontwikkelingsprojecten in de periode 1989-1990. Stuurgroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden.
- Studiegroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden, 1992. Natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied; onderzoeksplan 1992a. Stuurgroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden.
- Studiegroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden, 1993. Natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied; onderzoeksplan 1993. Stuurgroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden.
- Stuurgroep RWSV-Friesland, 2001. Implementatie Regionale-Water-Systeem-Rapportage in de provincie Fryslân. Friese waterschappen & provincie Fryslân.
- Stuurgroep proefproject verdroging Schiermonnikoog, 1993. Proefproject integraal waterbeheer Schiermonnikoog. Uitvoeringsplan Schiermonnikoog. Stuurgroep proefproject verdroging Schiermonnikoog.
- Stuurgroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden, 1992. Natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied - uitbreiding oeverzones. Projectenplan 1992-1997. Stuurgroep Vooroeverontwikkeling IJsselmeergebied en Inrichting Buitendijkse Gebieden.
- Stuyfzand P.J., Lüers F. & Grootjans A.P., 1992. Hydrochemie en hydrologie van het Kapenglop, een natte duinvallei op Schiermonnikoog. KIWA-rapport SWE 92-038.
- Swart B., 1991. Zout en verzilting: van (on)oplosbaar probleem naar hanteerbaar verschijnsel: verslag van een vooronderzoek. Leeuwarden, Provincie Friesland.
- Swart B. & Laane W., 1998. Verslag van de workshop "Mogelijkheden peilbeheer in relatie tot de bouw van een zeeemaal." Grontmij Drachten i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.
- Sweerts J-P.R.A., Mooij W.M., Ruijgh E.F.W. & Dekker E.A., 1992. Waterkwaliteitsmodel Friese boezem; advisering ten behoeve van het meetnet in relatie tot het waterkwaliteitsmodel. Delft, WL, rapport T553.
- Sykora K.V., 1978. De invloed van de extreme droogte van 1976 op enkele vennen en op de duinvalleien van Terschelling. KU Nijmegen, Bot. Lab.



# T

*Tanyus kratzii* (muggelarve)



- Tacoma H.M., 1984. Vegetatiekartering van de Makkumer Noordwaard. Wageningen, L.U. Wageningen, Doctoraalverslag L.U. Wageningen.
- Tamma K., 1994. Lânsdouwe wetter, problematiek rond afvalwater en oppervlaktewater. Groningen, Waterschap Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.
- Tamma M., 1986. Produktiestructuur en milieuverontreiniging in Friesland. Een input-output analyse. Leeuwarden, provincie Friesland.
- Tamsma T., 2012. Gevolgen van klimaatverandering voor de waterkwaliteit in een Fries veenweidegebied. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.
- Tamsma T., 2014. Vegetatie-inventarisaties KRW-waterlichamen. Een nader inzicht in de KRW-Basismonitoring vegetatie en de Vegetatie- en oeverinventarisatie KRW-waterlichamen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Tanis J.J.C., 1963. Land- en zoetwatermollusken van Terschelling. Correspondentieblad v.d. Ned. Malacologische Ver. 104: 1084-1085.
- Tanis J.J.C., 1964. Macrolepidoptera van Terschelling. RIVON-mededeling nr. 154. Entom. Berichten 24: 21-29.
- TAUW, 1967. De kwaliteit van het water in de Friese meren. Techn. Adviesbureau der Vereniging van Ned. Gemeenten.
- TAUW, 1986. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap "It Marnelân". Deventer, Tauw.
- TAUW, 1991. Algemeen model waterkwantiteitsbeheersplan. Deventer, Tauw.
- TAUW, 1992a. Verkenning van de mogelijkheden voor waterconservering in Friesland. Deventer, Tauw (i.o.v. Provincie Friesland), projectnummer 31999.67 (rapportnummer 920811).
- TAUW, 1992b. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap Noardlik Westergoa. Deventer, Tauw, projectnummer 32084.35.
- TAUW, 1993a. Waterkwantiteitsbeheersplan 1994-1997 Waterschap Tusken Mar en Klif. Deventer, Tauw, projectnummer 31965.50.
- TAUW, 1993b. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap Tusken Waed en Ie. Deventer, Tauw, projectnummer 31892.36.
- TAUW, 1993c. Waterkwantiteitsbeheersplan 1994-1998 Waterschap Boarnferd. Deventer, Tauw, projectnummer 31892.28.
- TAUW, 1994a. Nader onderzoek waterbodeme te Woudsend; code FR/156/401. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. R3308650.A04.
- TAUW, 1994b. Nader onderzoek waterbodeme Oostervaart/Dijkvaart; code FR/096/402. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. R3308685.A05.
- TAUW, 1994c. Nader onderzoek waterbodeme Appelschastervaart; code FR/106/401. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. 3308707.A04.
- TAUW, 1994d. Aanvullend nader onderzoek waterbodeme Potmarge te Leeuwarden; code FR/071/069. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap Friesland), nr. R3308715.W02.
- TAUW, 1994e. Aanvullend oriënterend waterbodemonderzoek provincie Friesland. Deventer, Tauw (i.o.v. Provincie Friesland), nr. R3325539.A03.
- TAUW, 1994f. Waterkwantiteitsbeheersplan 1994-1997 Waterschap Het Koningsdiep. Deventer, Tauw, projectnummer 21869.70.
- TAUW, 1994g. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap De Terschellingerpolder. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap De Terschellingerpolder), projectnummer 31965.42.
- TAUW, 1994h. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap De Middelsékrite. Deventer, Tauw, projectnummer 32662.81.
- TAUW, 1994i. Waterkwantiteitsbeheersplan Waterschap Friesland, afdeling Ameland 1995-1998. Deventer, Tauw (i.o.v. Waterschap Friesland), projectnummer 70023.19.
- TAUW, 2002. Integraal uitvoeringsplan De Leijen. Tauw Assen projectnr. 4208374 i.o.v. provincie Fryslân.
- TAUW, 2011. Projectomschrijving Ombouw gemaal Offerhaus naar visvriendelijk gemaalconcept Fish Track; innovatie KRW. TAUW projectnr. KRW08049.
- Termes A.P.P. & Eysink W.D., 2005. Watervisie Lauwersmeer Quick scan Estuarien. HKV Lijn in Water & Arcadis i.o.v. provincie Groningen.
- Teule K.J., 1990. Helofytenfilters voor oppervlaktewaterzuivering; een inventarisatie van toepassingen en toepassingsmogelijkheden in Friesland. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Stageverslag Van Hall Instituut.
- Teunissen R., 1982. Een vegetatiekundige en oecologische inventarisatie van petgaten in Friesland. Intern rapport Hugo de Vries lab. no. 119. UvA.
- Teunissen W.A., 1991. Uitstralingseffecten van geluidsproductie van de schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijs. Arnhem, RIVN, rapport 91/2.
- Thannhauser-Douwma M., 1994. Makrofyten-inventarisatie Friese boezemmeren 1994. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland 220-K002.
- Thannhauser-Douwma M., 1998. Ontwikkelingen in de Rottige Meente en de Brandemeer; waterkwaliteitsonderzoek en beheersmaatregelen. Waterschap Friesland, Leeuwarden projectcode 300-T027.
- Thannhauser-Douwma M., 1999. Makrofyteninventarisatie Friese meren 1998. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân 300-T050.
- Thannhauser-Douwma M., 2000. De Deelen; 1995 tot en met 1998; Waterkwaliteitsonderzoek in verband met herstelmaatregelen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Thannhauser-Douwma M., 2002. Notitie: Monitoring oevervegetatie Friese boezemmeren in 2002. Wetterskip Fryslân.
- Thannhauser-Douwma M., 2003. Waterkwaliteitsonderzoek in de meanders van de Tjongerdellen noord en zuid: 1994 tot en met 2000. afdelingen Laboratorium en Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân projectcode 300-T045.
- Thannhauser-Douwma M., 2006. Begeleidend waterkwaliteitsonderzoek 2002-2005 bij project Onderhoud op Maat. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Thannhauser-Douwma M., 2008. Alweer een bijzondere vondst in zandput Langweer: *Tolypella glomerata*. Nieuwsbrief Kranswieren 12 (7): 2-3.
- Thannhauser-Douwma M., 2010. Vegetatieontwikkeling in De Deelen 2003 t/m 2008 in het bijzonder vier petgaten en acht enclosures. Wetterskip Fryslân.
- Thannhauser-Douwma M., 2011. Waterkwaliteit Beekdal Koningsdiep 1990 t/m 2010 ten behoeve van landinrichting Koningsdiep. Wetterskip Fryslân.

- Thannhauser-Douwma M., 2012. Bergumermeer; problematiek blauwalgen en zwemwaterprofielen 2006-2011. Wetterskip Fryslân.
- Thannhauser-Douwma M. & Claassen T.H.L., 2008. Vegetatieontwikkeling en -structuur in representatieve proefvlakken van oevers van de Friese boezem. Monitoring oevervegetatie 2002 t/m 2006. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Thijssen S., 1990. Landelijk Noord-Nederland; verkenning van kansen en kwaliteiten in landelijke gebieden van de provincies Groningen, Friesland en Drenthe. Grontmij, R.U. Groningen, LB & P.
- Tieleman I. & Ozinga W., 1994. Vegetatieontwikkeling in stuifduinen op Schiermonnikoog. Amoeba 68 (3): 98-99.
- Tieleman R.B., 1981. Zoute kwel-onderzoek in "Noardlik Westergoa". Stagerapport Bijzondere Hogere Landbouwschool Leeuwarden en PWS Friesland.
- Timmerman A. & Hoekstra J.S., 1980. De Boorne, van hoogveen naar zee. Noorderbreedte 4 (5): 137-147.
- Tol J.B.A. van, Geedink M.J., Meer R.A. van der, 1998. Milieurisico's van het effluent van RWZI's. Beoordeling van de ecotoxicologische risico's van organische microverontreinigingen in het in- en effluent van RWZI's in Fryslân. Groen Agro Control i.o.v. Laboratorium Wetterskip Fryslân. Projectcode 300-T047.
- Tol-Moll T.H., 2000. Milieurisico's van het effluent van RWZI's. Beoordeling van de ecotoxicologische risico's van organische microverontreinigingen in het effluent van RWZI's in Fryslân van 1994 tot 2000. Van Hall Instituut en Laboratorium Wetterskip Fryslân. Projectcode 300-T204.
- Tonckens J., 2007. Flora en fauna onderzoek Brandemeer. Tonckens Ecologie i.o.v. Dienst Landelijk Gebied Leeuwarden.
- Tonkes M., Soesbergen M. & Meulemans J.T., 1993. Habitatanalyse Rottige Meente: inventarisatie van vegetatie(structuur), dieptes en bodemtypes. Amsterdam, Aquasense, OVb (i.o.v. Waterschap Friesland), rapport 93.0336.
- Tooren B. van, 1994. Vegetatieontwikkeling in een stuifkuil op Schiermonnikoog. De Levende Natuur 95 (1): 24-28.
- Tooren B. van et al., 1987. Inventarisatie Desmidiaceeën in de Alde Feanen.
- Tooren B.F. van & Tooren A.J. van, 1981. Desmidiaceeën van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. D.L.N. 83 (2): 37-45.
- Tooren B.F. van & Tooren A.J. van, 1984. Recent verschijnen van Desmidiaceae in de ijsbaan van Beetsterzwaag. It Beaken 46: 58-66.
- Tooren B.F. van & Tooren A.J. van, 1996. Desmidiaceeën in de ijsbaan van Beetsterzwaag. De Levende Natuur 97 (4): 151-154.
- Torenbeek R., 2008. Notitie effect lozing De Grootte Veenpolder op de boezem van NW-Overijssel. Waterschap Reest en Wieden.
- Tuinhof A., 1976. Toepassing van het computerprogramma "FLOWS" op het netwerk van de Friese boezem. Afstudeerverslag, TH Delft, Hydrologie.
- Tulp A.S., 1955. Aantekeningen betreffende het littoraal bij Ezumazijl. Het Zeepaard 15: 2-4.
- Tulp A.S., 1958. Oeverzones van grote meren als biotoop. Amoeba 34: 92-95.
- Tulp A.S., 1967. Hydrobiologische notities over de Grote Wielen. D.L.N. 70 (2): 27-41.
- Tulp A.S., 1971. Over enige Turbellaria van Terschelling. D.L.N. 74: 109-115.
- Tulp A.S., 1972. Over de eendenbloedzuiger in Friesland. Vanellus 25: 243-246.
- Tulp A.S., 1973. Over twee platwormen uit het Klaarkampermeer. Vanellus 26 (1): 3-7.
- Tulp A.S., 1974. Turbellaria van Ameland. D.L.N. 77: 62-69.
- Tulp A.S., 1977. Turbellaria van Vlieland. D.L.N. 80 (5): 111-119.
- Tweel M. van, 1995. De Grote Vuurvliinder en Waterzuring-vegetaties; deel 2. Een vervolgonderzoek naar het voorkomen van de Grote Vuurvliinder (*Lycaena dispar batava*) in de laagveengebieden van Noordoost-Overijssel en Friesland in relatie tot vegetaties met waterzuring (*Rumex*). Wageningen, De Vlinderstichting, stageverslag.
- Tydemann P., 2005. Integraal Waterbeheerproject het Nannewijd: na 10 jaar de balans opgemaakt; overzicht en analyse 1991-2004. afdelingen Beleidsevaluatie en Peilbeheer en Laboratorium Wetterskip Fryslân.

U

*Utricularia minor* (Klein blaasjeskruid)



- Uffelen E. van & Kooistra H., 2006. De Deelen water en veen. leergang A5m.
- Uibel E.C., 2003. Watersysteemcluster Lauwers (Westerkwartier): verkennend onderzoek. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Uiterwijk Winkel A.B.P., 1981. De invloed van de pleziervaart op de kwaliteit van het recreatiewater. H2O 14 (3): 57-66 en 70.
- Urk G. van & Kerkum F.C.M., 1986. Misvormingen bij muggelarven uit Nederlandse oppervlaktewateren. H2O 19 (26): 624-627.

V

Viswatertype ruisvoorn-snoek (OVb/SN)



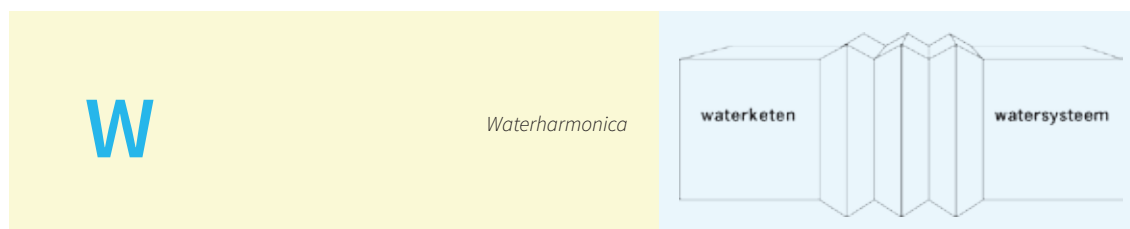
- Vaate A. bij de, 1975. The occurrence of the blue-green alga *Oscillatoria agardhii* Gom. In some water discharging into the Lauwersmeer (The Netherlands). Hydrob. Bulletin 9 (2): 55-59.
- Vader W.J.M., 1963. Crustacea van Schiermonnikoog. 2. Het Zeepaard 23: 96-107.
- Van Grunsven Latour, 2004. Toestand Leefmilieu Fryslân 2004. Van Grunsven Latour i.o.v. provincie Fryslân.
- VBC Friese Boezem, 2008. Evaluatieregeling bijvangst van snoekbaars in de Friese boezem 1 juni 2006-31 mei 2008. VBC Friese Boezem, Grou.
- VBC Friese Boezem, 2012. Visplan Friese Boezem 2013. rapport VBC Friese Boezem, Grou.

- VBC Lauwersmeer, 2013. Visplan Lauwersmeer. VBC Lauwersmeer, Grou.
- Veeman E., 2003. Vissen in de Alde Feanen; analyse van de visstand in relatie tot maatregelen. Van Hall Instituut, Wetterskip Fryslân & It Fryske Gea OPAF rapport 00.01.
- Veen B. van der, 1965a. Literatuur over vissen in Friesland. D.L.N. 68 (11): 287-288.
- Veen B. van der, 1965b. Publicatie over weekdieren in Friesland. Corr. Blad Ned. Mal. Ver. no. 115: 1209.
- Veen S. van der, 2013a. De Langweerder Wielen. De Nederlandse Vliegvisser 107a:88-91.
- Veen S. van der, 2013b. De Wijde Murk & Eeltjemeer. De Nederlandse Vliegvisser 107a: 95-97.
- Veen S. van der, 2013c. De zandafgraving van Nederhorst. De Nederlandse Vliegvisser 107a: 123-125.
- Veen W.S. van der, 1988. Verlandingsvegetaties met riet (*Phragmites australis*) en hun successie. Vegetatieopnamen indichtgegroeide sloten, petgaten en andere wateren in reservaat "Het Houtwiel" bij Veenwouden. Veenwouden, verslag M.Tu.S.
- Veen W.S. van der, 1992. De vegetatie van een drietal natuurterreintjes in de middenloop van de Tjonger in 1992. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 42.
- Veen W.S. van der, Hazelhorst H. & Wymenga E., 1991. Vegetatie en broedvogels in twee natuurontwikkelingsgebieden in de Alde Feanen. I. Het eerste jaar na herinrichting. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 91-01.
- Veeningen R., 1991. Strijd tegen eutrofiëring in Friesland. Noorderbreedte 91: 36-37.
- Veeningen R., 1994. Het schone Nanneviid in wording. Leeuwarden, Waterschap Friesland, foto-collage.
- Veeningen R., 1997a. Restoration of Lake Nanneviid: first results. IAWPRC Eutrophication Research.
- Veeningen R., 1997b. Eutrophication of the Lake Nanneviid: first results. 273-279 in: Eutrophication research: state-of-the-art: inputs, processes, effects, modelling, management, 28-29 August Wageningen.
- Veeningen R., 1998. De betekenis van de resultaten van de Vierde eutrofiëringsonderzoek voor Friesland. H2O 31 (11): 27-29.
- Veeningen R. & Bosch W., 2005. Waterplan Leeuwarden. H2O 38 (19): 30-31.
- Veeningen R. & Bult B., 2004. The role of emission of sewage treatment plants in restoring the water quality of the Frisian lakes. p 87-94 in: EWA conference on Nutrient Management; European experiences and perspectives. 28-28 September 2004, Amsterdam.
- Veenstra B., 1997. Wat komt er allemaal uit de lucht vallen; een onderzoek naar het optimale meetnet voor de natte depositie in de provincie Fryslân. Rijkshogeschool IJsselland, Deventer en Waterschap Friesland, Leeuwarden.
- Veenstra S., 1998. The Netherlands. Constructed Wetlands for wastewater Treatment in Europe, pp. 289-314. Edited by J. Vymazal et al.
- Veer J. van der, 1972. *Paulova helicata* (Haptophyceae) a new species from the Frisian Island Schiermonnikoog, The Netherlands. Nova Hedwegia 23: 131-156.
- Veer R.J.H.M. van der, 2002. Economic analyses of nutrient abatement policies in the Rhine basin. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam.
- Vegt P. van der, 1993. Natuurlijk waterbeheer; kansen voor duurzaamheid in het kwantiteitsbeheer. Leeuwarden, FMF.
- Vegte F.W. van der, 1973. Onderzoek naar het voorkomen en de standplaatsoecologie van *Vaucheria*-soorten op de Boschplaat (Terschelling). Doctoraal verslag, Amsterdam.
- Vegter J.E. & Punter H., 2005. Stroomlijnen, een handreiking voor het waterbeheer in Fryslân, west-Groningen, noord-Drenthe en de Waddenzee. Staatsbosbeheer, It Fryske Gea, Friese Milieufederatie, Waddenvereniging, Natuurmonumenten, e.a.
- Vegter J.E. & Wintermans G.J.M., 2003. Haalbaarheidsstudie naar een estuariene overgang in Noord Fryslân Butendyks. JV-rapport 03-02 / WEB-rapport 03-02, Groningen Finsterwolde.
- Vegter J.E. & Wintermans G.J.M., 2010. Varianten beoordeling 'Hallumer Ryt'. JV-rapport 10-02 / WEB-rapport 10-01. Wintermans Ecologenbureau.
- Veld M. in 't, 2003. Waterkwaliteit in Friesland. Noorderbreedte themanummer: Er gaat niets boven water 27: 26-28.
- Velde R.S. van der, Geenen S. & Bosch W., 1997. Vuiluitworpreductieplan Leeuwarden, gedifferentieerde doelstellingen. H2O 30 (7): 226-227 en 231.
- Veldt P. van der, 2000. Een onderzoek naar macrozoöbenthos in het sublitorale gedeelte van de derde en vierde Kroon's Polder op Vlieland. RWS RIKZ werkdocument RIKZ/OS/2000.606x.
- Veling K., 1995. Analyse dagvlindergegevens streefbeeldsoorten laagveengebieden en beekdalen Friesland. Wageningen, De Vlinderstichting (i.o.v. Waterschap Friesland), rapportnr. VS 95.24.
- Velsma J., 1985. Onderzoek aan het bandenpatroon van *Oscillatoria agardhii* na dichtheidsgradiëntcentrifugatie van Tjeukemeerwater. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1985-1.
- Veraart A.J., 2012. Denitrification in Ditches, Streams and Shallow Lakes. Proefschrift Wageningen UR.
- Verdonschot P.F.M., 2008. Steekmuggenoverlast op Schiermonnikoog in 2007. Alterra-rapport 1652 i.o.v. Directie Kennis van het ministerie van LNV en de gemeente Schiermonnikoog.
- Verdonschot R.C.M., 2012. Drainage ditches, biodiversity hotspots for aquatic invertebrates. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Vereniging Eastermar's Lânsdouwe, 1993. Verwevingsmogelijkheden van landbouw met milieu, natuur, landschap en recreatie in de Lânsdouwe. Eastermar.
- Vereniging Natuurmonumenten, 1997. Beheerplan 1997 en beheervisie 1998-2013 NP Schiermonnikoog. O&B-rapport 97-17 Natuurmonumenten.
- Vereniging Natuurmonumenten, 1999. Beheer- en inrichtingsplan Nationaal Park Schiermonnikoog 1999-2008. NM en werkgroep BIP, vastgesteld door Overlegorgaan NP Schiermonnikoog.
- Vereniging Natuurmonumenten, 2000. Een nieuwe toekomst voor het Fochteloërveen. Natuurmonumenten 's-Graveland.
- Verhagen F.J.C., 1996. Sportvisserij in de Kleine Wielen. afdeling Ruimtelijke Ordening en Accomodaties, NVWS.
- Verhagen R. & Claassen T.H.L., 2010. Waterkwaliteitsveranderingen van Friese laagveengebieden onder invloed van hertsel-maatregelen. Twirre 21 (1): 29-34.
- Verhagen R. & Korthorst M., 2010. Groene glazenmaker en Waterschapsbeheer. Evaluatie van een praktijkproef m.b.t. de effecten van verschillende beheervormen op de Groene glazenmaker. Oranjewoud projectnr. 204119 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Verhagen R. & Molenaar W., 2006. Ecohydrologische beschrijving Butenfjild-Houtwiel. Oranjewoud i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Verhagen R., Bouwhuis H. & Molenaar W., 2007. Laagveenmoerassen in Fryslân, evaluatie van herstelmaatregelen en beschrijving van KRW-doelen. Oranjewoud Heerenveen projectnr. 14792-163574 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Verhagen R., Claassen T.H.L., Molenaar W. & Bouwhuis H., 2008. Naar KRW-doelstellingen voor de Friese laagveenmoerassen. H2O 41 (2): 44-47.
- Verhoeven H.L. & Bastiaansen C.A., 1959a. Witte Meer. Excursie-rapport 14 juli 1959 Rivon.
- Verhoeven H.L. & Bastiaansen C.A., 1959b. Plas ten noordoosten van Hermitage. Excursie-rapport 15 juli 1959 Rivon.

- Verhoeven H.L. & Bastiaansen C.A., 1959c. Plassen in de Heide van Duurswoude. Excursie-rapport 16 en 22 juli 1959 Rivon.
- Verhoeven J., Vierssen W. van, Jansen Duijghuijzen G. & Scheperboer G., 1978. Flora en fauna in de brakke ringdobben op de Friese kwelder. Waddenbulletin 13 (3): 567-572.
- Verhoeven J.T.A. & Klinge M., 2000. Advies beheermaatregelen De Deelen. OBN Deskundigenteam Laagveenwateren.
- Verkuyl J.C.A.M., 1984. Invloed van net-selectiviteit op groeibepalingen bij de snoekbaars in Tjeukemeer en Beulakerwijdte. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-19.
- Vermaat J.E. & Hellmann F., 2009. Covariance in water- and nutrient budgets of Dutch peat polders: what governs nutrient retention? Biogeochemistry (open access).
- Vernooij S. & Kampen J., 2007. Monitoring van de visstand in een anatal wateren binnen het beheergebeid van Wetterskip Fryslân, 2006. AquaTerra Stellendam.
- Versluys M., 1988a. Broedvogelinventarisatie Het Brandemeer 1988. Leeuwarden, Staatsbosbeheer.
- Versluys M., 1988b. Broedvogelinventarisatie De Deelen. Leeuwarden, Staatsbosbeheer.
- Versteeg R., Groot, S. & Klopstra D., 2012. Regionale knelpuntenanalyse Noord-Nederland 2012 in het kader van het Deltadeelprogramma zoetwater. HKV Lijn in Water i.o.v. provincies Groningen, Fryslân en Drenthe en inliggende waterschappen.
- Verwey W., 1991. Speciation and bioavailability of copper in Lake Tjeukemeer. Wageningen, Limnologisch Instituut, Dissertatie L.U. Wageningen.
- Verwey W., Haan H. de, Boer T. de & Voerman J., 1989. Copper complexation in eutrophic and humic Lake Tjeukemeer, The Netherlands. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Freshwater Biology 21 (3): 427-436.
- Vethaak A.D., Rijs G.B.J., Schrap S.M., Ruiten H., Gerritsen A. & Lahr J., 2002. Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. RIZA/RIKZ report no. 2002.001.
- VFG, provincie Fryslân, Waterschap Friesland, Bond van Friese Waterschappen & WFL, 1997. Aanpak Rioleringsproblematiek in Fryslân. Bestuurlijk Overleg Riolerings Fryslân.
- Vierssen W. van & Verhoeven J.T.A., 1983. Plant and animal communities in brackish supra-littoral pools ("dobben") in the northern part of the Netherlands. Hydrobiologia 98: 203-221.
- Vijverberg J., 1976. Het ecosysteem van het Tjeukemeer met speciale aandacht voor de rol van zoöplankton. Contactbl. v. Oecol. 12: 34-37.
- Vijverberg J., 1977. Population structure, life histories and abundance of copepods in Tjeukemeer. Freshwat. Biol. 7: 579-597.
- Vijverberg J., 1980. Effect of temperature in laboratory studies on development and growth on Cladocera and Copepoda from Tjeukemeer, The Netherlands. Freshwat. Biol. 10 (4): 317-340.
- Vijverberg J., 1981. Populatiodynamica en produktie van zoöplankton in het Tjeukemeer. Proefschrift, Leiden.
- Vijverberg J., 1991. Variability and possible adaptive significance of day-time vertical distribution of *Leptodora kindtii* (Focke) (Cladocera) in a shallow eutrophic lake. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Hydrobiological Bulletin 25 (1): 85-91.
- Vijverberg J. & Bromley H.J., 1970. Population dynamics and production of zooplankton (Copepods and Cladocera) in the Tjeukemeer. IBP Progress report.
- Vijverberg J. & Densen W.L.T. van, 1984. The role of the fish in the foodweb of Tjeukemeer, The Netherlands. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Verh. Internat. Verein. Limnol. 22 (2): 891-896.
- Vijverberg J. & Richter A.F., 1982a. Population dynamics and production of *Daphnia hyalina* (Leydig) and *Daphnia cucullata* (Sars) in Tjeukemeer. Hydrobiologia 95: 235-259.
- Vijverberg J. & Richter A.F., 1982b. Population dynamics and production of *Acanthocyclops robustus* (Stars) and *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in Tjeukemeer. Hydrobiologia 95: 261-274.
- Vijverberg J., Gulati R.D. & Mooij W.M., 1993. Food-web studies in shallow eutrophic lakes by The Netherlands Institute of Ecology: main results, knowledge gaps and new perspectives. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Netherlands Journal of Aquatic Ecology 27 (1): 34-49.
- Vink J.P.M., Brinke A. ten & Winkels H.J., 1992. De kwaliteit van de waterbodem van het Lauwersmeer. RWS, rapport 1992-4Lio.
- Visser D.M., 2002. Evaluatie Natuurvriendelijke Oevers. Dienst Landelijk Gebied & Van Hall Instituut.
- Visser G.J.M., 1970. Water als niche, in het bijzonder voor mollusken op Terschelling. Corr. Blad Ned. Mal. Ver. 137: 1516-1520 en 139: 1549-1562.
- Visser G.J.M., 1973. Chemische samenstelling, flora en fauna van binnendijks water op Terschelling, speciaal met betrekking tot duinplassen. Biol. Station Oosterend 1-103. RIN-rapport.
- Visser G.J.M., 1977. De plantengroei op Terschelling toen en nu 1870-1970. Natura 74 (3): 64-73.
- Visser G.J.M., 1980. Het duizendknoopfonteinkruid op Terschelling. D.L.N. 82: 119-125.
- Visser G.J.M., . Iets over de verspreiding en oecologie van waterplanten op Terschelling in 1937 en 1969. Gorteria.
- Visser J.T., 1987. Bekreëdte, dieet en conditie van aal (*Anguilla anguilla*) uit drie Nederlandse meren (Beulakerwijdte, Morra en Tjeukemeer). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1987-4.
- Visser J.T., Steege M.W. ter & Tirion H.B., 1998. Toestand van het milieu 1993-1996. provincie Fryslân afdeling Milieu en Water.
- Visser K., 1990. Indikatorenkartering in de objecten Meerpolders en Dokkumerwouden en korte vegetatiebeschrijvingen van een aantal dobben in het object Dongeradeel. Leeuwarden, Staatsbosbeheer.
- Visser S., 1985. Laboratory studies on buoyancy of *Oscillatoria agardhii* in Tjeukemeer water during 1984 (in Dutch). Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, intern verslag 1985-4.
- Vitens, 1998. Oppervlaktewater als alternatieve bron voor de drinkwatervoorziening in Fryslân: eindrapportage. Werkgroep 'Oppervlaktewater'.
- Vlas J. de, 1988. Ganzemest in de Groote Wielen, beter bekeken. Vanellus 41 (1): 3-8 pp.
- Vlaski S., Hoeijmakers R., Woldring J. & J.S. Rus, 2006. Onderzoek winning zout water en hergebruik RWZI-effluent drinkwatervoorziening Vlieland. Royal Haskoning i.o.v. Vitens. Projectnr. 9R7801.
- Vlieger J., 1979. De Linde. Noorderbreedte 3 (6): 174-179.
- Vliet F. van der & Wessels Y., 2006. Zoogdieren in de Leijen; monitoring van muizen en vlermuizen in 2005. AquaSense, Amsterdam rapportnr. 06.2454a i.o.v. provincie Fryslân.
- Vlist M.J. van der, Bischoff N.T. & Ovaa B.P.S.A., 1994. Evaluatie beheersplannen. Een evaluatie van enkele beheersplannen (ex art. 9 Wet waterhuishouding) in de provincies Noord-Brabant, Friesland en Zuid-Holland. Wageningen, L.U. Wageningen (i.o.v. RIZA).
- Vogel S., 1977. Voedsel en voedselselektie van de O+ baars in het Tjeukemeer. Doctoraal verslag, LH Wageningen.
- Voo E.E. van der, 1962. Geomorfologie en plantengroei van dobben bij Ureterp (Fr.). D.L.N. 65: 12-19.
- Vos A.P.C., 1949. Enige hydrobiologische waarnemingen op Vlieland. Bijdr. tot de Dierkunde afl. 28: 540-542. Natura Artis Magistra, Amsterdam.



- Vos R.J., Dekker A.G., Peters S.W.M., Rossum G.A. van & Hooijkaas L.J., 1998. RESTWAQ 2, Part II. Comparison of remote sensing data, model results and *in-situ* data for the southern Frisian Lakes. Delft Hydraulics, IVM-VU, K&M & Waterschap Friesland. NRSP-2 report 98-08b BCRS.
- Vossen G.A.H., 1981. Fosfaatbalans in het Tjeukemeer voor 1979. Doctoraal scriptie, LH Wageningen, Vakgroep Hydraulica en Afvoerhydrologie.
- Vree H.G.A.M. de, 1984. De "Kleine Wielen". De evaluatie van pootsnoek 1978-1979. Nieuwegein, OVB.
- Vree H.G.A.M. de, 1985. De "Kleine Wielen". De evaluatie van pootsnoek 1979-1980. Nieuwegein, OVB.
- Vree L. de, 1996. Hydrologische modellering Alde Feanen. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 96.05.
- Vree L. de & Zoete C., 2000. Jan, onze waterman, kan het werk niet meer an: Alde Feanen aan het infuus. Noorderbreedte 24 (3): 33-35.
- Vreugdenhil A., Weinreich J. & Ruiters H., 1980. Landschapsoecologie van de Rottige Meenthe. SBB, Dienstvak Natuurbehoud, Friesland.
- Vreugdenhil A.P., 1971. Onderzoek naar de samenstelling van de wiermat in de strandvlakte van Schiermonnikoog en naar de relaties tussen deze wiermat en *Hypogastrura viatica*. Doctoraal verslag, Amsterdam.
- Vries B. de, 1985. Dichtheidsgradiënt centrifugatie van Tjeukemeerwater en van *Oscillatoria redekei* en *Scenedesmus quadricauda* cultures. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1985-17.
- Vries de-van Balen M.E.M., 1998a. Technisch document "Vennen en hoogveenengebieden" verslag van chemisch en biologisch onderzoek 1996. Laboratorium Waterschap Friesland rapportnummer 300-T035.
- Vries de-van Balen M.E.M., 1998b. Onderzoek naar het voorkomen van hepatoxines in zwemwater in de provincie Fryslân 1997. Waterschap Friesland, Leeuwarden projectcode 300-T034.
- Vries de-van Balen M.E.M., 1999a. Technisch document "Kwelsloot Gebieden in Friesland". Wetterskip Fryslân, Leeuwarden projectcode 300-T049.
- Vries de-van Balen M.E.M., 1999b. Technisch document "Brakke gebieden in Friesland". Wetterskip Fryslân, Leeuwarden projectcode 300-T043.
- Vries de-van Balen M.E.M., 2000. Technisch document 'Water voor Karperachtigen'; verslag van onderzoeksresultaten in wateren met de functie 'water voor karperachtigen' 1995-1998. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Rapportnummer 300-T173.
- Vries de-van Balen M.E.M., 2006a. Onderzoek kwaliteit polderwater De Putten. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Vries de-van Balen M.E.M., 2006b. Vergelijkingsonderzoek macrofauna in de Leijen. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Vries de-van Balen M.E.M., 2006c. Ecologisch herstel (oevers) de Leijen. afdeling Laboratorium Wetterskip Fryslân.
- Vries E.W. de & Biezenaar P., 2008. Ecologische quickscan revitalisering watersysteem 'Sneeker Oudvaart'. A&W-rapport 942 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Vries H.J. de, 1984. Landschapsoecologie van de Tjonger. Vegetatie en hydrologie van het "Katlijker Schar" en "Tjongerdellen". Olterterp, Biologisch Centrum Haren, It Fryske Gea, Laagland bekenproject no. 6-1984; Doctoraalverslag RUG.
- Vries H.J. de, 1986a. Het beheer van de waarden in het IJsselmeer. Olterterp, It Fryske Gea, nieuwsbrief nr. 47: 5-13.
- Vries H.J. de, 1986b. Beheersplan Friese IJsselmeerkust. Olterterp, It Fryske Gea.
- Vries H.J. de, 1987. Beheerplannen van de natuurgebieden in de gemeente Smallingerland, en de Botmar; periode 1987-1997. It Fryske Gea, Olterterp.
- Vries H.J. de, 1988. Beheersplan Oosterschar voor de periode 1988-1989. Olterterp, It Fryske Gea.
- Vries H.J. de, 1989. Inventarisatie grondwaterafhankelijke planten in Friesland. Beilen, LB & P., rapportnr. 89069.
- Vries H.J. de & Horlitz Th., 1995. Karakteristieke grootschalige ecosystemen in het gebied van de Nieuwe Hanze Interregio -Samenvatting-. Werkgroep Milieu van de NHI.
- Vries M. de, 2009. Waterkwaliteit zandwinplas Wijde Ee. cluster Gegevensbeheer Wetterskip Fryslân.
- Vries M. de & Veeningen R., 2011. Emissieanalyse 2010 ten behoeve van Emissiebeheerplan. Wetterskip Fryslân.
- Vries P.J.R. & Swaager-Van den Berg J.L., 1993. Geen verbetering waterkwaliteit. Waterschapsbelangen 78 (10): 352-352.
- Vries R. de & Krijgsman F., 1996. Hydraulische modellering van de Oude Venen. Van Hall Instituut i.s.m. IFG, Waterschap Friesland en Otterpark AquaLutra. OPAF rapport 96.03.
- Vries V. de, 1950. Over de plantengroei der duindalen op Vlieland. D.L.N. 53: 29-38.
- Vries V. de, 1961. Vegetatiestudie op de westpunt van Vlieland. Acad. Proefschrift, Amsterdam.
- Vriese F.T., 2010. Nulmonitoring schadeprofiel gemaal Offerhaus. VisAdvies Nieuwegein rapport VA2009-45.
- Vrijhof B., 1958. De verzilting van de open wateren. In: Koolhaas & Vrijhof. De landbouwwaterhuishouding in de provincie Friesland. COLN-TNO-rapport no. 3.



- Waal J.W. de, 1929. De toestand der openbare wateren in en om Leeuwarden. Overdruk uit: verslagen en mededelingen betreffende de Volksgezondheid.
- Wagenaar C.G., 1988. Integraal waterbeheer in de drie noordelijke provincies. Waterschapsbelangen 74 (4): 116-119.
- Wageningen Internationaal, 2008. De status, het proces en de vooruitzichten voor co-management van aquatische hulpbronnen in Friesland. Wageningen Internationaal UR.
- Wakeren J.H.A., 1979. Verspreiding van koelwater rondom de centrale Bergum (samenvattend rapport). KEMA rapport 4, 4783-79 MO-K.
- Wal G. van der, 1987. Onderzoek naar de rol van ijzer bij groei van *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1984-14.
- Wal J. van der, 1989. De Kroon's Polders zijn altijd mooi. Waddenbulletin 24 (4): 177-180.
- Wal J. van der, 2000. Vogelrijkdom Hegewiersterfild; Staatsbosbeheer hielp natuur een handje. Noorderbreedte 24 (3): 30-32.
- Wal R. van der, 1997. De werking van het helofytenfilter in De Deelen op een veenondergrond. Van Hall Instituut i.o.v. Waterschap Friesland afdeling Watersystemen.

Walburg Pers De & Noorderbreedte, 1986. Rivieren van Noord-Nederland. Zutphen/Groningen.

Walder H. & Meer M. van der, 2013. Project 'Paling over de dijk in Friesland', uitvoeringsplan 2013. Apesca en Costa i.o.v. Stichting Dupan.

Walder H., Meer M. van der & Dijk E.van, 2014. Project 'Paling over de dijk 2013', Evaluatierapport Regio Friesland. Stichting DUPAN en Vereniging Kust&Zee i.s.m. SF, WF, FBvB, CvB en Imares, i.o.v. Ministerie van EZ en Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.

Walder H., Meer M. van der & Dijk E.van, 2014. Project 'Paling over de dijk 2013' –samen werken aan aalherstel-, Landelijk eindrapport. Stichting DUPAN en Vereniging Kust&Zee i.s.m. Imares, i.o.v. Ministerie van EZ en Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.

Walsum P.E.V. & Veldhuizen A.A., 1996. Modelstudie waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving. Staring Centrum, Dienst Landbouwkundig Onderzoek rapport 399 Wageningen.

Walther G.L., 1952. Waterstaat en Waterschappen. Friesland toen, nu en straks, Een Alta Uitgave, Leeuwarden: 143-153.

Wams T.J. & Wemelsfelder F., 1984. Grondwaterkwaliteit en vegetatie op Schiermonnikoog. Haren, Biologisch Centrum Haren, Doctoraal-onderzoek 40, Laaglandbekenproject nr. 7-1984.

Wanders J.B.W., 1979. Effects of thermal effluents from the Bergum power station on the phytoplankton in the Bergumermeer. Hydrobiol. Bull. 13 (2-3): 98-99.

Wanders J.B.W., Nie H. de, Richter B., Frank-Landman A. & Swart K., 1980. Gevolgen van koelwaterlozing op groei en voorkomen van plankton in het Bergumermeer. Intern verslag LI, Oosterzee 1980-2. Eindverslag i.o.v. het ministerie van V&M.

Wanink J.H., Dam H. van & Claassen T.H.L., 2007. Climate change prolongs phytoplankton growing season in shallow Frisian lakes, The Netherlands. SIL news 51: 10.

Wanink J.H., Dam H. van, Grijpstra F. & Claassen T.H.L., 2008. Invloed van klimaatverandering op fytoplankton van de Friese meren. H2O 41 (23): 32-35.

Wanningen H. & Herk J.van, 2011. Fryslân aan de slag met vismigratie, actieprogramma. Wanningen Water Consult & LINKit consult i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Wanningen H., Wijngaard K. van der, Buijse T. & Breve N., 2012. Nederland leeft met Vismigratie. Actualisatie landelijke database vismigratie. Sportvisserij Nederland en Planbureau voor de Leefomgeving.

Waterlander H., 1990. Tjeukemeer bedreigd. Vanellus 42 (6): 143-146.

WaterLeidingmaatschappij Friesland, 1998. Oppervlaktewater als alternatieve bron voor de drinkwatervoorziening in Fryslân: eindrapportage. Werkgroep 'Oppervlaktewater'.

Waterschap De Terschellingerpolder, 1994. Waterkwantiteitsbeheerplan 1994-2003. TAUW projectnr. 31965.42 i.o.v. Waterschap De Terschellingerpolder.

Waterschap Friesland, 1993a. Verslag workshop "relatie waterbeheer-visstandbeheer" dd. 2 december 1992. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993b. Monitoringprogramma voor het otterpark AquaLutra. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993c. Samenvattingen voordrachten symposium "Friesland en het water(schap)", 27 mei 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland, Kletsnat (extra editie) Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993d. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1992. Leeuwarden, Waterschap Friesland afdeling Watersystemen.

Waterschap Friesland, 1993e. Tussenrapportage programma eutrofiëeringsbestrijding Friesland 1990-1995 (EBP): stand van zaken in oktober 1993 en het programma tot en met 1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993f. Waterkwantiteitsbeheersplan Friese boezem 1993-1996. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993g. Inspectieverslag agrarische lozingen op oppervlaktewateren seizoenen 1992-1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993h. Waterbeheersrapportage Waterschap Friesland 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993i. Peilbeheer 1992. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993j. Aansluiting van melkveehouderijen op de riolering. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1993k. Rapport Verkennend Bodemonderzoek terrein Roptazijl. Leeuwarden, Waterschap Friesland projectcode 100-A001.

Waterschap Friesland, 1994a. Laboratoriumonderzoek planning 1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994b. Laboratoriumonderzoek methoden en tarieven 1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994c. Nota beleidsuitgangspunten Waterschap Friesland; behorende bij de begroting 1995 en de meerjarenbegroting 1995-1999. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994d. Waterschap Friesland beheersrapportage 1993, ten behoeve van de voortgangsrapportage van het eerste waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994e. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994f. Onderzoek waterbodemburumervaart. Leeuwarden, Waterschap Friesland, interne notitie.

Waterschap Friesland, 1994g. Inventarisatie Riooloverstorten gemeente Wymbritseradiel; kernen IJlst, Folgare, Nijeziyl en Nijland. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport.

Waterschap Friesland, 1994h. Project Functie-uitwerking boezemwateren Landmeetkundige Werkzaamheden 1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1994i. Rapport Verkennend Bodemonderzoek terrein rwzi te Ameland. Waterschap Friesland projectcode 100-A002.

Waterschap Friesland, 1994j. Peilbeheer 1993. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995a. Aanvullend nader onderzoek Sneeker Oudvaart, locatiecode FR/126/401, gedeelte Domppluisje. Leeuwarden, Waterschap Friesland, projectcode 220-E006.

Waterschap Friesland, 1995b. Oriënterend Waterbodemonderzoek Franekervaart te Sneek. Leeuwarden, Waterschap Friesland (i.o.v. Provincie Friesland), projectcode 220-E002.

Waterschap Friesland, 1995c. Laboratoriumonderzoek methoden en tarieven 1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995d. Waterschap Friesland beheersrapportage 1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995e. Thema-notitie Troebel afvalwater. Leeuwarden, afdeling Vergunningverlening Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995f. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995g. Inventarisatie Riooloverstorten gemeente Terschelling. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport.

Waterschap Friesland, 1995h. Inventarisatie Riooloverstorten gemeente Leeuwarden. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport.

Waterschap Friesland, 1995i. Inventarisatie Riooloverstorten gemeente Het Bildt. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport.

Waterschap Friesland, 1995j. Inventarisatie Riooloverstorten gemeente Bolsward. Leeuwarden, Waterschap Friesland, intern rapport.

Waterschap Friesland, 1995k. Beheers- en bedrijfsresultatenrapport rioolwaterzuiveringsinstallaties 1993-1994. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995l. Inventarisatie Onderzoeks-projecten Waterschap Friesland; ten behoeve van STOWABASE 1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1995m. Waterbeheer in Friesland, uitgewerkt in beheersprogramma's. Bundel studieag 29 november 1995. Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1996a. Kwaliteit oppervlaktewater Friesland 1995. Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1996b. Onderzoek chloride Anjumerkolken zomer 1995. afdeling Watersystemen Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1996c. Eindrapport programma eutrofiëringsbestrijding Friesland 1990-1995 (EBP). Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1997a. Minder lozen, meer doen; beleidsevaluatie over de riolerings- en emissieproblematiek, eindrapport van het Reviza-project. Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1997b. Inventarisatie riooloverstorten gemeente Opsterland. Waterschap Friesland afdeling Vergunningverlening.

Waterschap Friesland, 1997c. Waterkwaliteitsproblematiek in en om de Rottige Meente in verband met plannen tot aanleg helofytenfilter. Waterschap Friesland advies aan DLG.

Waterschap Friesland, 1997d. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1996. Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1997e. Verkennend waterbodemonderzoek bij tien (voormalige) scheepswerven in de provincie Fryslân. afdeling Laboratorium Waterschap Friesland.

Waterschap Friesland, 1997f. Vergelijking van de analyse van totaal stikstof en totaal fosfaat via de UV-methode en de klassieke NEN-methode. Laboratorium Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1998a. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1997. Waterschap Friesland, afdeling Watersystemen.

Waterschap Friesland, 1998b. Technisch document Landbouw en eutrofiëring '92-'97. afdeling Watersystemen Waterschap Friesland, Leeuwarden.

Waterschap Friesland, 1998c. Beknopt verslag van de realisering van de vuilwaterinzamelstructuur voor de recreatievaart in Friesland en de resultaten van de enquête onder de beheerders.

Waterschap Friesland & Gemeente Leeuwarden, 1993. Water(bodem)kwaliteit Leeuwarden. Leeuwarden, Waterschap Friesland, gemeente Leeuwarden, folder.

Waterschap Friesland & Gemeente Menaldumadeel, 1991. Inventarisatie riooloverstorten in de gemeente Menaldumadeel. Leeuwarden, Waterschap Friesland, gemeente Menaldumadeel.

Weeda E.J., 2011. Waterplanten als maat voor de biologische kwaliteit van oppervlaktewateren; biotoets met 15 plantensoorten in de Noordlike Fryske Walden. Alterra Wageningen UR.

Weenink E. & Futh U., 2000. Waterhuishouding in de Lindevallei; een onderzoek naar de waterkwaliteit en de waterkwantiteit. Stagerapport Van Hall Instituut i.o.v. It Fryske Gea.

Wegman E.A., 1976. Enige beschouwingen omtrent het eutrofiëringsonderzoek in Friesland, in het bijzonder toegepast op het Slotmeer. Stageverslag PWS Friesland.

Weide B.E. van der, 2009. Baggeren en natuurlijker peilbeheer in Friese (natuur)gebieden. Wetterskip Fryslân & Van Hall Larenstein.

Weijters M. & Bobbink R., 2009. Fosfaatonderzoek Aekingemeer. Bodemonderzoek ter verkenning van de mogelijkheden tot natuurontwikkeling. B-ware, Nijmegen rapportnr. 2009-14 i.o.v. Dienst Landelijk Gebied.

Werf B. van der, Schrottenboer J., Richter A.F., Moed J.R., Hoogveld H.L. & Haan H. de, 1987. Durable and transportable limnetic enclosure system suitable for wind-exposed lakes. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, Can. Journ. of Fish. and Aquat. Sci. 44 (9): 1649-1652.

Werf H. van der, 1993. Waterbeheer en Beleid, Conflict of Samenspel? - Een onderzoek naar de relatie tussen waterschap en provincie - Groningen, R.U. Groningen (i.o.v. Provincie Friesland), afstudeeronderzoek R.U. Groningen.

Werkgroep Bodemverontreiniging en landinrichting, 1995. Bodemverontreiniging en landinrichting in Friesland. Leeuwarden, Werkgroep Bodemverontreiniging en landinrichting, nr. 1126.017.

Werkgroep haalbaarheidsstudie Noord Friesland Buitendijks, 1992. Noord Friesland Buitendijks: van grasland naar kwelder? Een verkenning van de mogelijkheden. Leeuwarden, Werkgroep haalbaarheidsstudie Noord Friesland Buitendijks.

Werkgroep Hydrologisch Onderzoek Rottige Meente, 1985. Hydrologisch onderzoek Rottige Meente. Leeuwarden, Werkgroep Hydrologisch onderzoek Rottige Meente.

Werkgroep meetplicht/meetplan, 1994. Inrichting meetplichtige gebieden. Leeuwarden, Bond van Friese Waterschappen.

Werkgroep Natuurontwikkeling, 1991. Natuurontwikkeling in de ruilverkaveling "Midden-Opsterland". Landinrichtingsdienst.

Werkgroep natuurontwikkeling IJsselmeerkust, 1990. Natuurontwikkelingsmogelijkheden langs de Friese IJsselmeerkust. Werkgroep natuurontwikkeling IJsselmeerkust.

Werkgroep Natuurtechniek, 1988. Natuurtechniek in het landinrichtingsgebied Echtener- en Groote Veenpolder. Wollega, Ministerie van LNV.

Werkgroep Noord-Friesland Buitendijks, 1994. Noord Friesland Buitendijks: beschrijving en toekomstvisie. Olterterp, Werkgroep Noord Friesland Buitendijks.

Werkgroep van de Tjonger- en Opsterlandse Compagnonsvaart, 1986. Afwatering van de Tjonger- en Opsterlandse Compagnonsvaart. Leeuwarden, Werkgroep Tjonger- en Opsterlandse Compagnonsvaart, Provincie Friesland.

Wesselijs E.S.J., 1987. Broedvogelinventarisatie verslag 1987 en enkele abiotische aspecten van het natuureservaat het Brandemeer. Leeuwarden, Staatsbosbeheer.

Wessels Y. & Dam H. van, 2005. KRW doelen voor de Leijen, onderdeel van het project 'KRW Quick scan'. AquaSense Amsterdam i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Wessels Y., Claassen T.H.L. & Engelmoer M., 2006b. De Leijen: ecologisch gewogen en te licht bevonden. Twirre 17 (3): 88-93.

Wessels Y., Maessen M. & Claassen T.H.L., 2006a. De Leijen; Integrale rapportage over het ecologisch functioneren. AquaSense Amsterdam rapportnr. 06.2454bb i.o.v. provincie Fryslân.

Westendorp P.J. e.v.a., 2012. Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel. STOWA rapport 2012-38, Amersfoort.

Westra D.J. & Wijngaard M., 1998. Nazorg van het REGIWA-project Nanneewid. MBO Milieukunde AOC Leeuwarden.

Weterings-Schonk S., Essen E. van & Zoete C., 2008. Verziltzing wordt door agrarische sectoer niet als probleem ervaren. H2O 41 (22): 22-24.

Wetterskip Fryslân, 1998a. Verkennend waterbodemonderzoek in de provincie Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 1998b. Helofytenfilters in de Friese melkveehouderij; rapportage onderzoeksresultaten 95-97. afdeling Watersystemen Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 1999a. Vissen en Verontreinigende Waterbodemonderzoek in de Luts te Balk. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E155.

Wetterskip Fryslân, 1999b. Vissen en verontreinigende Waterbodems in de Provincie Friesland; een verkennend onderzoek naar de relatie tussen verontreinigde waterbodems en vissen in de provincie Friesland. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E202.

Wetterskip Fryslân, 1999c. Aanvullend Nader Onderzoek de Luts te Balk; verontreiniging in vissen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E155.

Wetterskip Fryslân, 1999d. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1998. Wetterskip Fryslân afdeling Watersystemen.

Wetterskip Fryslân, 1999e. Evaluatie REGIWA/GEBEVE projecten periode 1992-1996. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 1999f. Beheers- en bedrijfsvoering Zuiveringstechnische werken 1998. afdeling Zuiveringsbeheer Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 1999g. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1998. Wetterskip Fryslân, afdeling Watersystemen.

Wetterskip Fryslân, 2000a. Monitoring(optimalisatie) watersystemen; niet zo, maar zo. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2000b. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 1999. Wetterskip Fryslân afdeling Watersystemen.

Wetterskip Fryslân, 2000c. Aanpak oevers en kaden; projectbeschrijving. Friese waterschappen i.o.v. Afstemmingsoverleg Friese Waterschappen.

Wetterskip Fryslân, 2001a. Beheers- en bedrijfsresultaten Zuiveringstechnische werken 2000. afdeling Zuiveringsbeheer Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2001b. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 2002. Wetterskip Fryslân afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek.

Wetterskip Fryslân, 2001c. Aanvullend visonderzoek rond het ATF-terrein te Drachten. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2001d. Implementatie Regionale-Water-Systeem-Rapportage in de provincie Fryslân. Plan van Aanpak. Stuurgroep RWSV-Friesland, vastgesteld door provincie en Friese waterschappen.

Wetterskip Fryslân, 2002a. Verkennend onderzoek naar verontreiniging in vis en waterbodem uit de Luts en het Slotermeer. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectcode 220-E239.

Wetterskip Fryslân, 2002b. Het waterkwaliteitsspoor bij riooloverstorten. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2002c. Kwaliteit oppervlaktewater Fryslân 2001. Wetterskip Fryslân afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek.

Wetterskip Fryslân, 2002d. Waterkwaliteitsonderzoek VEL-gebied. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2002e. Waterkwaliteitsonderzoek zwemlocaties de Welle (Drachten) en Oudegaasterbrekken. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2003a. Draaiboek klassieke vogelpest 2003. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2003b. Variabel peilbeheer Friese boezem. Studie B2; achtergrondrapport 1 Friese boezem - kentallen en kaarten. Wetterskip Fryslân, afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek.

Wetterskip Fryslân, 2003c. Onderzoek variabel peil Friese boezem; hoofdrapport project B2. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2003d. Procedure zwemwatertaak Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2003e. Regionale Watersysteemrapportage zuidoost Fryslân Hoofdrapport en Bijlagenrapport. projectgroep RWSR i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2003f. Hertselmaatregelen en waterkwaliteitsonderzoek in De Deelen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden Excursie PEHM 10 september 2003.

Wetterskip Fryslân, 2003g. Waterkwaliteitsonderzoek vijver WF. afdeling Beleid, Plannen en Onderzoek Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2003h. Zwemwateronderzoek onofficiële zwemplekken. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2004a. Procedure zwemwatertaak Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2004b. Onderzoek onofficiële zwemplekken Fryslân 2003. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2004c. Strategische visie op het beheer van oevers en kaden in Fryslân. Projectteam Definitie Beheer oevers en kaden van Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2005a. Regionale Watersysteemrapportage noord-Fryslân Hoofdrapport en Bijlagenrapport. projectgroep RWSR i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2005a. Strategische visie op het beheer van oevers en kaden in Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. Projectteam Definitie Beheer oevers en kaden.

Wetterskip Fryslân, 2005b. Peilbesluit en waterkwaliteit. Een handleiding voor de beschrijving van de gevolgen van een peilwijziging voor de waterkwaliteit. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2006a. Regionale Watersysteemrapportage zuid-west Fryslân 2003 Hoofdrapport en Bijlagenrapport. projectgroep RWSR i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2006b. Regionale Watersysteemrapportage noord-oost Fryslân 2004 Hoofdrapport en Bijlagenrapport. projectgroep RWSR i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2006c. Jaarverslag Botulismebestrijding 2006. afdeling Handhaving Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2006d. Regionale watersysteemrapportage Fryslân. Samenvatting van de gebiedsrapportages Zuidoost, Zuidwest, Noord en Noordoost. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2006e. Project Weidebeekjuffer. Eindrapportage 2004-2006. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2007. Rioleringsnota 2007-2010 Wetterskip Fryslân. rapport Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2008a. Samenvatting adviezen KRW-gebiedsgroepen beheergebied Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2008b. Beheers- en bedrijfsresultaten Zuiveringstechnische werken 2007. afdeling Beheer Waterzuivering Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2008c. Uitvoeringsnotitie Waterbodemsanering en Baggerberging Fryslân. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2008d. Emissiebeheerplan 2007-2010. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2009a. Rioleringsnota Wetterskip Fryslân. rapport Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2009b. Basisdocument Kaderrichtlijn Water; 1 Algemene inleiding, 2 Waterlichamen en 3 Bijlagen. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2009c. Waterbeheerplan 2010-2015 Wetter jout de romte kwaliteit. Wetterskip Fryslân & provincie Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2009d. ATF-visonderzoek eindrapport. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2010a. Het effect van een variabel peil op de onderhoudsfrequentie en levensduur van oevers. Deelrapport Doelmatigheid hogere boezemkaden 2010.

Wetterskip Fryslân, 2010b. Doelmatigheid hogere boezemkaden: besluitvorming en rapporten over een meer natuurlijk waterpeil op de Friese boezem. deelrapport Doelmatigheid hogere boezemkaden 2010. Diverse rapporten in een bundel.

Wetterskip Fryslân, 2010c. Zwemwaterprofiel van het zwemwater Grutte Wielen. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2010d. Nota waterbodembeheer. Wetterskip Fryslân.



Wetterskip Fryslân, 2011a. Recreatief medegebruik, beleidsnotitie 2011. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2011b. Emissiebeheerplan 2011-2015. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2012a. Draaiboek botulismebestrijding 2012. cluster Handhaving Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2012b. Bestrijdingsplan waterkwaliteit. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2012c. Plan van Aanpak Acties Zwemwater. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2012d. Beleidsnota ecologie & vis; beleidsuitgangspunten, -regels en richtlijnen ter bescherming van de ecologische waterkwaliteit en de visstand. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2012e. Integrale watersysteemrapportage 2012. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2012f. Nota Verspreiden van baggerspecie in oppervlaktewater. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2013a. Integraal ZuiveringsPlan. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2013b. Meetplan waterkwaliteit 2013. cluster Gegevensbeheer Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2013c. Watergebiedsplan Grote Wielen. Royal Haskoning i.o.v. Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2013d. Zwemwaterprofiel "De Vlinderslag". rapport Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2013e. Werken met Groen Blauwe Diensten. Beleidskader Uitvoeringsprogramma 2014-2015. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

Wetterskip Fryslân, 2014. Zwemwaterprofiel van het zwemwater "De Swanneblom". rapport Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân & provincie Fryslân, 2005. Eindrapport Onderzoek gewenst peilbeheer Friese boezem. Wetterskip Fryslân en provincie Fryslân.

Weusthuis bv & Groeneweg M., 2007. De Fjouwerhuster feart (Broeresleat) als groene schakel. Weusthuis bv Procesregie & Advies i.s.m. provincie Fryslân; verslag workshop.

Wezel H. van & Boelhouwer G., 2002. Op weg naar een schoner Fryslân. Actieprogramma Regioteam diffuse bronnen 2002-2004. Accanto i.o.v. Regioteam diffuse bronnen Fryslân.

Wiegerinck J.A.M., 1985a. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1980 t/m 1982. s-Gravenhage, Directie van de Visserijen, documentatierapport 28.

Wiegerinck J.A.M., 1985b. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1980 t/m 1982. Visserij 38 (6/7): 241-258.

Wiegerinck J.A.M., 1987. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1983 en 1984. s-Gravenhage, Directie van de Visserijen, documentatierapport 30.

Wiegerinck J.A.M., 1988. Visserijkundige waarnemingen in de Friese boezemwateren in de jaren 1983 en 1984. Visserij 41 (1): 9-31 pp.

Wieling E., 1984. De belangrijkste vissoorten in het Tjeukemeer en hun voedsel. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studenterverslag 1984-20.

Wierda R., 1998. De Deelen Staatsbosbeheer. Terra Collega Frederiksoord; Stageverslag opdracht vegetatiekartering Klas 4d.

Wierenga E., 1993a. Bepaling nulsituatie riolering Oppenhuizen. Groningen, Waterschap Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.

Wierenga E., 1993b. Bepaling nulsituatie Dwingepolder Sneek. Groningen, Waterschap Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.

Wiersinga W.A., 1987. Vegetatie en waterhuishouding van duinvalleien op Schiermonnikoog. Leeuwarden, Langbroek bv.

Wiersma A., 2008. Informatievoorziening en -verwerking van verspreidingsgegevens van beschermde soorten volgens de Flora- en Faunawetgeving. Van Hall Larenstein en Wetterskip Fryslân afdeling Beleid en Plannen.

Wiersma A., 2013a. Waterkwaliteit bebouwd gebied Fryslân. Van Hall Larenstein en Wetterskip Fryslân.

Wiersma A., 2013b. Resultaten waterkwaliteitsbeoordeling bebouwd gebied. Wetterskip Fryslân & Van Hall Larenstein.

Wiersma H., 2013. Nannewiid, een plas vol herinneringen. De Nederlandse Vliegvisser 107a: 42-43.

Wiertz J., 1990. Ontstaanswijze, grondwater en bijzondere plantensoorten van enkele duinvalleien op Ameland. Leersum, RIVN, RIN-rapport 90/16.

Wiertz J., 1992. De grondwaterkwaliteit in enkele duinvalleien op Oost-Ameland in 1990-1991. IBN.

Wiertz J. & Noordwijk H.A.F. van, 1985. Een voorlopige globale kwetsbaarheidsbepaling van duinvalleien op Ameland en Vlieland voor waterwinning. Leersum, RIVN, intern rapport.

Wigboldus, Gast M. & JS, 1967. De kwaliteit van het water in de Friese meren. Technisch Adviesbureau der Vereniging van Nederlandse Gemeenten.

Wiggers R., 1997. Veerkracht van de Friese boezem; onderbouwing voor een ecologisch gewenst peilbeheer in de Friese boezem. Waterschap Friesland & Van Hall Instituut Groningen.

Wijcherson M.H., 1996. Optimalisering rwzi Harlingen met behulp van on-line metingen en computersimulatie. De Klaarsteester 31 (2): 8-12.

Wijk W. van, 1994. Waterbeheer: het gaat om meer dan schoon water. ROM-Magazine 12 (1-2): 15-18.

Wijma W.G., 1991. Microverontreinigingen in de ecologische hoofdstructuur van Friesland. Leeuwarden, Consulentschap NMF, stagerapport AHoF.

Wijmans P.A.D.M., 2009. Sportvisserijvisie Kleine Wielen te Leeuwarden. Sportvisserij Nederland, Bilthoven i.o.v. HSV Leeuwarden.

Wijmans P.A.D.M. & Aarts T.W.P.M., 2007. Inrichtingsvisie visstand en sportvisserij Koningsdiep Friesland. Sportvisserij Nederland i.o.v. Hengelsportfederatie Fryslân.

Wijnhoven A.L.J., Reijnen M.J.S.M. & Smittenberg J.H. (eds.), 1979. Het Noorden Natuurlijk. Samenvattend rapport van het milieuonderzoek voor het Integraal Structuurplan Noorden des Lands. Den Haag.

Wijnja H. & Dirkson E., 1986. Pingo-ruïnes in het ruilverkavelingsgebied Twijzel-Buitenpost. Leeuwarden, Landinrichtingsdienst.

Wijnja K., 1991. Landbouw en eutrofiëring, opzet proefproject. Leeuwarden, Provincie Friesland, stagerapport Van Hall Instituut.

Wilkens A., 2000. Doe-het-zelf-test ter bepaling van de waterkwaliteit; een evaluatie. Alterra Wageningen projectnr. 81290 en Van Hall Instituut.

Willems B., 2012. Visonitoring bij vismigratievoorzieningen en barrières voor vismigratie in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.

Willems I., 2013. Evaluatie van vismigratievoorzieningen in Nederland: een compilatie van monitoringsresultaten en aanzet voor een toetsingskader. Stagerapport Deltares en Wageningen Universiteit.

Willemsen J., 1979. Voedsel, groei en jaarklassesterkte van snoekbaars in enkele Friese wateren. RIVO, IJmuiden: ZS 79-03.

Willemsen J., 1983. Enkele recente onderzoeksresultaten over voedsel en migratie van snoekbaars in Friesland. RIVO IJmuiden; Intern rapport Min. van Landbouw en Visserij, ZS 83-03.

Willemsma R., 2011. De werking van de Waterharmonica Aqualân bij RWZI Grou. Van Hall Larenstein – Wetterskip Fryslân.

Winden J. van der, Hut R.M.G. van der, Horsen P.W. van & Anema L.S.A., 2003. Huidige omvang rietooft in Nederlandse moerassen en verbetering van rietbeheer voor moerasvogels. Bureau Waardenburg i.o.v. Vogelbescherming Nederland.

- WING Process Consultancy, 2007. Monitoring Oppervlaktewaterkwaliteit Noardlike Fryske Walden. Verslag Workshop II. WING process consultancy namens Vereniging Noardlike Fryske Walden.
- Winkelen J.C. van, 1994. De watervoorziening van Friesland in de toekomst. WLF, H2O 27 (16): 476-479.
- Winter E., 1987. Determinatie aan de hand van pigmentatiepatronen van brasem-, blankvoorn- en kolbleilarven en hun verspreiding, groei en sterfte in de oeverzone van het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1987-5.
- Winter H.V., Griffioen A.B. & Wolfshaar K.E. van de, 2013. Inventarisatie van de belangrijkste knelpunten voor de uittrek van schieraal in Nederland. Imares Wageningen UR rapport C107/13 i.o.v. Ministerie van EZ.
- Winter L., 1992. Otterwegennet Midden-Friesland. Ontwikkeling van een ecologische infrastructuur ten behoeve van de otter in Midden-Friesland. Groningen, SON.
- Winter L., 1995. Ontwikkeling van een ecologische infrastructuur ten behoeve van de otter in Noordwest-Overijssel en Zuid-Friesland. Hoofdrapport en deel E t/m deel J; werkdocument.
- Winter L., 2000. De otter werom yn Fryslân. Werkgroep Otters Friesland i.s.m. Stichting Otterstation Nederland.
- Wintermans G.J.M. & Wymenga E., 2000. Monitoringprogramma hevelvispassage Roptazijl. WEB Texel / A&W Veenwouden.
- Wintermans G.J.M., 2001. Zout-zoetovergangen en vismigratie in de Bancks Polder, Schiermonnikoog. WEB-rapport 01-02.
- Wintermans G.J.M., 2012. Trekvisaanbod langs de Waddenzeekust; gegevensverslag monitoring voorjaar 2012. WEB-rapport nr. 12-02 Ruim baan voor Vissen.
- Wintermans G.J.M., 2013. Trekvisaanbod langs de Waddenzeekust; gegevensverslag monitoring voorjaar 2013. Wintermans Ecologenbureau WEB-rapport nr. 13-03.
- Wintermans G.J.M., 2014. Trekvisaanbod langs de Waddenzeekust. Gegevensverslag monitoring voorjaar 2014. WEB-rapport 14-05 Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde.
- Wintermans G.J.M. & Jager Z., 2001. Verslag visintrek Waddenzeekust voorjaar 2001. WEB-rapport 01-04 Wintermans Ecologenbureau, Texel.
- Wintermans G.J.M. & Jager Z., 2002. Verslag visintrek Waddenzeekust voorjaar 2002. WEB-rapport 02-04 Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde.
- Wintermans G.J.M. & Jager Z., 2003. Verslag visintrek Waddenzeekust voorjaar 2003. WEB-rapport 03-03 Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde.
- Wintermans G.J.M. & Wymenga E., 2000. Monitoring van de hevelvispassage bij Roptazijl; 1. voorstel monitoringprogramma en resultaten nulmonitoring in 2000. A&W-rapport 253; WEB-rapport 00-03.
- Wit J.A.W. de, Gaag M.A. van der, Guchte C. van der, Leeuwen C.J. van & Koeman J., 1991. The effect of micropollutants on components of the Rhine ecosystem. Publicaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn' RWS publication no. 35.
- Witte van den Bosch R. & Bekker D., 2009. Verdwijnt de oer-Hollandse lemming? Zoogdier 20-4: 3-7.
- Witteveen+Bos, 1986. Strategische studie: toekomstige zuiveringslibverwerking in Friesland. Deventer, Witteveen+Bos, werknr. Lw. 5.1.
- Witteveen+Bos, 1989. Ontwikkeling ecologische beoordelingsmethoden voor oppervlaktewateren. Deelprojecten "Meren en plassen". Fase 2: Overzicht inventarisatie waterplanten "Provincie Friesland". Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Provincie Friesland), project 2.1.4.
- Witteveen+Bos, 1990. Biologische aspecten van waterinlaat voor de Friese boezemwateren. Deventer, Witteveen+Bos, projectcode Lw. 15.1.
- Witteveen+Bos, 1991a. Nader onderzoek waterbodems Potmarge te Leeuwarden, code FR/071/069. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. gemeente Leeuwarden).
- Witteveen+Bos, 1991b. Ontwikkeling ecologische beoordelingsmethoden voor oppervlaktewateren. Deelprojecten "Meren en plassen". Inventarisatie zoöplankton en epifytische diatomeeën. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. provincie Friesland), project 2.1.4., werknr. STORA 23.22.
- Witteveen+Bos, 1992a. Onderzoek waterbodems in de gemeente Leeuwarden. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. provincie Friesland), projectcode Lw.31.1.
- Witteveen+Bos, 1992b. Ontwikkeling ecologische beoordelingsmethoden voor oppervlaktewateren. Deelprojecten "Kanalen" en "Zand-, Grind- en Kleigaten". Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. provincie Friesland), project 2.1.4., werknr. STORA 23.1.
- Witteveen+Bos, 1993a. Oriënterend onderzoek waterbodems kwaliteit van locaties in de provincie Friesland. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. provincie Friesland), projectcode Lw. 36.1.
- Witteveen+Bos, 1993b. Baggerbeleidsplan gemeente Leeuwarden. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. gemeente Leeuwarden), projectcode Lw. 20.2.
- Witteveen+Bos, 1994. Regiwa-project. Haalbaarheid AMK in stedelijk water van Leeuwarden, fase I. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland, gemeente Leeuwarden), projectcode Lw.26.5.
- Witteveen+Bos, 1995a. Beheersprogramma Wateren voor Karperachtigen - Overkoepelend programma -. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw. 38.1.
- Witteveen+Bos, 1995b. Beheersprogramma Wateren voor Karperachtigen - Zandwinplassen -. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw. 38.1.
- Witteveen+Bos, 1995c. Beheersprogramma Wateren voor Karperachtigen - Vaarten en Sloten -. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw. 38.1.
- Witteveen+Bos, 1995d. Beheersprogramma Wateren voor Karperachtigen - Petgaten en Dobben -. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw. 38.1.
- Witteveen+Bos, 1995e. Beheersprogramma Wateren voor Karperachtigen - Meren en Plassen -. Deventer, Witteveen+Bos (i.o.v. Waterschap Friesland), projectcode Lw. 38.1.
- Witteveen+Bos, 1998a. Proefproject Regionale WaterSysteem Rapportage (RWSR) Friesland. Witteveen+Bos & Stuurgroep RWSR Friesland.
- Witteveen+Bos, 1998b. Onderzoek naar de huidige inrichting van oevers, kaden en boezemlanden langs de Friese boezem en de mogelijkheden voor inundatiepolders. Witteveen+Bos i.o.v. projectgroep IWBP Friese waterschappen.
- Witteveen+Bos, 1999a. Duurzaam waterbeheer: vergroting van de veerkracht van de Friese boezem door een natuurlijker peilbeheer. Rapport i.o.v. Gebiedswerkgroep Friese boezem.
- Witteveen+Bos, 1999b. Monitoring van de visstand in de Friese boezemmeren en in de wateren voor karperachtigen in 1998. Rapport Witteveen+Bos Lw83.1.
- Witteveen+Bos, 2001. Waterhuishoudkundig onderzoek ROM-project Koningsdiep, fasen 1-4. Witteveen+Bos, Deventer.
- Witteveen+Bos, 2002. Waterkwaliteitsspoor voor 4 RWZI's in Zuidoost Friesland. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2003a. Oevers langs de Friese boezem: streefbeeld en oevertypen. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2003b. GGOR bepaling It Butenfjild middels hydrologisch modelonderzoek. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Lauwerswalden.

- Witteveen+Bos, 2004. Oevers langs de Friese boezem: streefbeeld en oevertypen. Witteveen+Bos Deventer i.o.v. Wetterskip Fryslân  
Projectcode LW136-2.
- Witteveen+Bos, 2005b. Verantwoord gebruik van effluent van de RWZI Ameland; een maatschappelijke kosten-batenanalyse.  
Witteveen+Bos, Deventer i.o.v. Wetterskip Fryslân en STOWA.
- Witteveen+Bos, 2005c. Eindrapport Onderzoek gewenst peilbeheer Friese boezem. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân en provincie  
Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2005c. Resultaten modelberekeningen grondwater. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2006a. Praktische implementatie oevertypen Friese boezem. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân projectcode  
LW136-4.
- Witteveen+Bos, 2006b. Themaonderzoek eutrofiëring Eindrapport. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân projectcode LW196-1.
- Witteveen+Bos, 2007. MKBA flexibel peilbeheer Friese boezem. Witteveen+Bos i.o.v. provincie Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2008a. Kosten en baten van actief visstandbeheer; achtergrondrapport Ex-ante evaluatie KRW. Witteveen+Bos, AquaTerra  
& Milieu en Natuur Planbureau.
- Witteveen+Bos, 2008b. Haalbaarheidsstudie en globaal ontwerp helofytenfilter Wolvega. Witteveen+Bos i.o.v. gemeente Weststellingwerf.
- Witteveen+Bos, 2009. Viswerende voorzieningen Hooglandgemaal Stavoren. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân STAV7-1.
- Witteveen+Bos, 2010. Kansen voor Decentraal Aalbeheer. Witteveen+Bos i.o.v. Ministerie van LNV.
- Witteveen+Bos, 2011. Nalevering van nutriënten vanuit de waterbodem - literatuurstudie. Witteveen+Bos i.m. Radbouduniversiteit  
Nijmegen.
- Witteveen+Bos, 2012a. Pilot visstandbeheer de Leijen; Haalbaarheidsonderzoek. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân LW288-7.
- Witteveen+Bos, 2012b. Evaluatie van het KRW-project flexibel peilbeheer Fryslân, hoofdrapport. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2012c. Evaluatie van het KRW-project flexibel peilbeheer Fryslân, bijlagenrapport. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2012d. Pilotproject decentraal aalbeheer in Fryslân. Witteveen+Bos, ATK&B & NIOZ i.o.v. ministerie van EL&I.
- Witteveen+Bos, 2013a. Investeringsplan Vispassages Tjonger en Linde. Witteveen+Bos LW289-45 i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2013b. Beheervisserij Friese boezem; Beoordeling potentiële locaties. Witteveen+Bos i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Witteveen+Bos, 2013c. Pilotproject decentraal aalbeheer in Fryslân 2012. Witteveen+Bos i.s.m. de Friese Bond van Binnenvissers.
- Witteveen+Bos, 2014. Systeemanalyse deelgebieden Alde Feanen op basis van beschikbare informatie. Witteveen+Bos i.o.v. DLG provincie  
Friesland Projectcode ENW4-2-P.
- Witteveen+Bos & Manshanden, 2010. Monitoring van vismigratie bij gemaal J.L. Hoogland en de Johan Friso-sluis. Witteveen+Bos en  
Manshanden.
- Witteveen+Bos, ATK&B & NIOZ, 2012. Pilotproject decentraal aalbeheer in Fryslân. Witteveen+Bos, ATK&B & NIOZ i.o.v. ministerie van EL&I.  
WL, 1986. PAWN-II, waterkwaliteit; het modelinstrumentarium en toepassing op Friesland. Delft, WL.
- WL, 1990. Opzet oppervlaktewaterbeheersmodel; samenvatting ijking. Delft, WL (i.o.v. Provincie Friesland), rapport T434.
- WL, 1991. Oppervlaktewaterbeheersmodel; gebruikershandleiding AAD-PAKKET op de PC. Delft, WL (i.o.v. Provincie Friesland), rapport T719.
- Wolbers R., Overwater A., Rees M. van, Sloetjes F. & Maas C., 2014. Building with Nature. Projectgebied Witte en Zwarte Brekken. Hogeschool  
Van Hall Larenstein Velp i.o.v. Witteveen+Bos en Wetterskip Fryslân.
- Wolde M. ten, 1991. Waterbodeminventarisatie in Friesland 1989-1992. Leeuwarden, Stageverslag AHof.
- Wolters A., 1988. Onderzoek naar de rol van ijzer bij de groei van *Scenedesmus quadricauda* en *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer.  
Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1988-13.
- Wolters H., 1993. Ontwikkeling moerasgebied Kollumerwaard. RWS.
- Wolters H.A. (ed.), 1996. Inrichtingsmaatregelen in de Kroon's Polders op Vlieland. RWS directie IJsselmeergebied, Flevovericht nr. 391.
- Wouda A. van der, 2007. Aqualân Grou. Het Waterschap 92 (7/8): 18.
- Woude N. van der, 1993. Friese drinkwatervoorziening en het milieu. Noorderbreedte 93: 213-216.
- Wubbeling G., 1988. En de mens ..... hij zwemt rustig verder. Watervervuiling in Friesland, planten en dieren verdwijnen langzaam maar  
zeker. Friesland Post 15 (7): 36-38.
- Wymenga E., 1984. Steltloperdoortrek in de omgeving van Eernewoude. Vanellus 37 (6): 159-166.
- Wymenga E., 1993. Vegetatie-onderzoek in enkele natuurontwikkelingsgebieden in de Alde Feanen in 1992. Veenwouden, Altenburg &  
Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 80.
- Wymenga E., 1994. Een verkennend onderzoek naar het voorkomen van grondwaterafhankelijke vegetaties en plantensoorten ten  
noorden van Garijp. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 91 i.o.v. Waterleiding Friesland.
- Wymenga E., 1996. Verkenning van mogelijke inrichtingsmaatregelen voor herstel en ontwikkeling van natuurgebieden in Friesland.  
A&W-rapport 126, Veenwouden i.o.v. provincie Friesland.
- Wymenga E., 1999. Nije sompen yn'e Alde Feanen. Vegetatie en broedvogels acht jaar na inrichting van nieuwe moerasgebieden. A&W-  
rapport 209 i.o.v. DLG.
- Wymenga E. & Aerts B., 1999. Mogelijkheden van waterberging in natuurgebieden. A&W-rapport 218.
- Wymenga E. & Altenburg W., 1993a. Natuurontwikkeling in de Alde Feanen; ontwikkelingen in vegetatie en broedvogels in 1990-1992.  
Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 56.
- Wymenga E. & Altenburg W., 1993b. Beheersplan voor de natuurreservaten De Ywert en Sleattemermar. Veenwouden, Altenburg &  
Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 60.
- Wymenga E. & Altenburg W., 1993c. Beheersplan voor het natuurreservaat "De Brekkenpolders". Veenwouden, Altenburg & Wymenga  
ecologisch onderzoek, A & W-rapport 61.
- Wymenga E. & Altenburg W., 1994. Beheersplan voor het natuurreservaat Snitsermar. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch  
onderzoek, A & W-rapport 85.
- Wymenga E. & Altenburg W., 1995. Beheersplan voor het natuurreservaat Witte en Swarte Brekken. Veenwouden, Altenburg & Wymenga  
ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 99.
- Wymenga E. & Brongers M., 1999. Natuur in de herinrichting Alde Feanen. A&W-rapport 213 i.o.v. Dienst Landelijk Gebied.
- Wymenga E. & Jansen H., 1994. Beheersplan voor het natuurreservaat Tsjukemar. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch  
onderzoek, A & W-rapport 81.
- Wymenga E. & Roosma J., 1988. Broedvogels van de Sippenvennen. Olterterp, It Fryske Gea, Nieuwsbrief nr. 54: 8-14 pp.
- Wymenga E. & Veen W.S. van der, 1992. Beheersplan It Reidfjild. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek  
(i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 29.
- Wymenga E., Altenburg W. & Jansen H., 1993. Beheersplan voor het natuurreservaat de Riperkrite. Veenwouden, Altenburg & Wymenga  
ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 69.

- Wymenga E., Altenburg W. & Oever C. ten, 1993. Beheersplan voor het natuurreserveaat It Hegewiersterfjild. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 43.
- Wymenga E., Altenburg W. & Veen W.S. van der, 1992. Beheersplan voor het natuurreserveaat It Swin. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (i.o.v. Staatsbosbeheer), A & W-rapport 27.
- Wymenga E., Berg A.A. van de & Brenninkmeijer A., 2002. Natuurwaarden en breedte van oevers in Fryslân; een verkenning. A&W-rapport 298, Veenwouden i.o.v. Wetterskip Fryslân en Wetterskip Marne-Middelsee.
- Wymenga E., Brenninkmeijer A., Heikop L. & Schut J. (eds.), 2006. Speciale beschermingszones en beschermde soorten in Fryslân. Altenbrug & Wymenga rapport 486 i.o.v. provincie Fryslân.
- Wymenga E., Drenth W.W. & Altenburg W., 1991. Beheersplan De Marren; Bergumermeer en de Leijen. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A & W-rapport 19.
- Wymenga E., Eckenhaussen P. & Heide Y. van der, 2002. Waterberging in de kop fan é Bloksleatpolder; rapportage eerste inundatie. A&W-rapport 310.
- Wymenga E., Heide Y. van der & Hoekema F., 2008. Mitigatie en compensatie voor de Centrale As. A&W-rapport 1041 i.o.v. provincie Fryslân.

Y

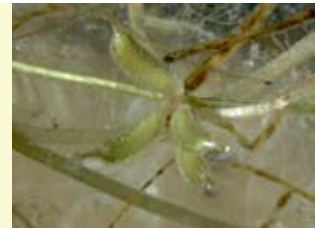
*Js rondom rietstengels*



- Young J.O., 1972. The Turbellaria of some Friesland lakes with incidental records of Gastropoda and Hirudinae. Zoöl. Bijdr. Leiden 13: 59-70.

Z

*Zannichellia palustris (Zannichellia)*



- Zanden J. van, 1948. Een onderzoek naar de betekenis van de Friese zoetwatervisserij. Economisch Technologisch Instituut voor Friesland. Rapport no. 124.
- Zandstra E., 1948. Het Princehof. Het Hollandsche Uitgevershuis, Amsterdam.
- Zandvoort H., 1966. Het beheer van Frieslands boezem. De ingenieur 78 (3): B9-B17 en (5): B19-B26.
- Zeehat G., 2010. Duurzaam duurt het langst; Water Natuurlijk in Wetterskip Fryslân. Het Visblad 36 (mei): 30-31.
- Zeeuw F. de & Gels H.B., 1990. De kringloop van het water. Een verkenning naar de mogelijke rol van de N.V. Waterleiding Friesland in het waterkwaliteitsbeheer. Utrecht, Berenschot-Tebodin, nr. 6199 i.s.m. Vitens.
- Zhu Dan, 2003. Water quality management of Lake De Leijen; water quality standards setting in the countries of NOLIMP-WFD project. Van Hall Instituut & provincie Fryslân, Leeuwarden.
- Zijlstra R., 1996. Vormgeving van de aquatisch ecologische beoordeling van meetplichtige gebieden in Friesland. Van Hall Instituut en Waterschap Friesland afdeling Watersystemen, Leeuwarden.
- Zoethout A., 2006. Voorbereiding implementatie Gedragscode van de Flora- en faunawet bij Wetterskip Fryslân. Van Hall Instituut Leeuwarden i.o.v. Wetterskip Fryslân.
- Zon H. van, 1986. Een zeer onfrisse geschiedenis; studies over niet-industriële vervuiling in Nederland, 1850-1920. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Zonneveld L.M.L., 1988a. Duinvallei-vegetatie-kartering Terschelling: Natuurterrein de Noordvaarder 1988. Beilen, LB & P., nr. 88043.
- Zonneveld L.M.L., 1988b. Duinvallei-vegetatie-kartering Vlieland 1988. Beilen, LB & P., nr. 88043.
- Zonneveld L.M.L., 1990. Vegetatiekartering en oecologische beschrijving "Terschelling", 1989. Beilen, LB & P. i.o.v. Ministerie van LNV, rapportnr. 89073.
- Zonneveld L.M.L., 1993. Duinvallei Grieltjeplak per ongeluk verzuurd? Beilen, De Levende Natuur 94 (5): 170-175.
- Zuidam J.P. van, 2013. Macrophytes in drainage ditches; functioning and perspectives for recovery. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Zuidam J.P. van, Claassen T.H.L. & Verhoeven J., 2013. Waterkwaliteit en de Veenweidevisie voor Friesland. Universiteit Utrecht en Wetterskip Fryslân.
- Zumkehr P.J., 1994. Vegetatie-opnames in de hooilanden en plagstukken ten westen van het Jan Thijssenduin, Terschelling, in 1992. Terschelling, Staatsbosbeheer, intern verslag.
- Zumkehr P.J., 2010. Monitoringplan verdrogingsbestrijding duinen midden Terschelling als onderdeel van het project LIFE-duinen/pMJ.P. Zumkehr Ecologisch Adviesbureau, Terschelling i.o.v. SBB i.s.m. provincie, Vitens en Wetterskip Fryslân.
- Zumkehr P.J. & Peerenboom J.M., 1987. Een vegetatie-onderzoek op het Herdersplak (de ijsbaan van Hoorn) op Terschelling. Terschelling, Staatsbosbeheer, intern verslag.
- Zumkehr P.J. & Vries O. de, 1990. Een vegetatiekartering van het Waterplak, Terschelling. Terschelling, Staatsbosbeheer, intern verslag.
- Zurbier H., Uitzinger J. & Monne T., 2002. Onderzoek Friese merengebied; evaluatie interviews. Rijkswaterstaat Bouwdienst.
- Zwaagstra A., 1988. Onderzoek naar de rol van ijzer bij de groei van *Scenedesmus quadricauda* en *Oscillatoria agardhii* in het Tjeukemeer. Oosterzee/Nieuwersluis, Limnologisch Instituut, studentenverslag 1988-3.
- Zwart F., 1993. Regeneratie van duinvalleien op Terschelling. Terschelling, Staatsbosbeheer, intern rapport.
- Zwart K.W.R., 1959. Hydrobiologische waarnemingen op Terschelling. D.L.N. 62: 33-37.



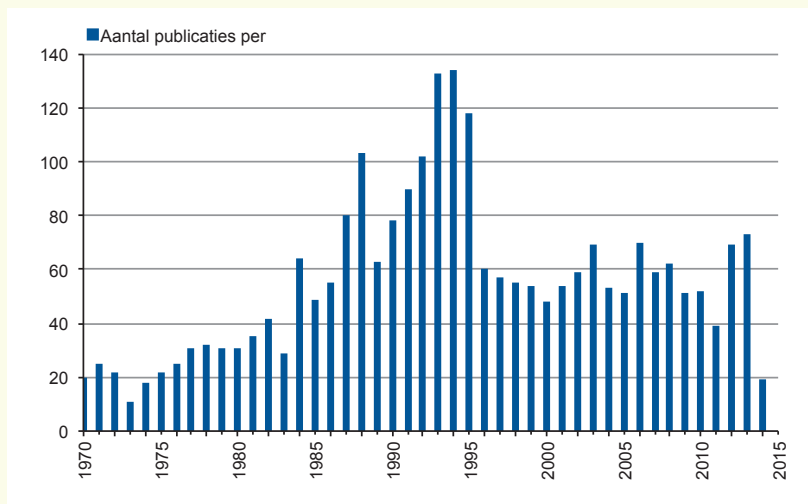
# Toelichting op het literatuurbestand

De keuze om een rapportage of publicatie wel of niet op te nemen was soms arbitrair. Zodra er (Friese) waterkwaliteitsaspecten beschreven of onderzocht zijn, is opname in de lijst vanzelfsprekend. Landelijke rapportages met ook herkenbare of traceerbare waterkwaliteitsaandacht voor het Friese zijn veelal ook opgenomen. Ter verduidelijking een voorbeeld. Het rapport Lenselink G. & Gerrits R., 2000. *Kansen voor herstel van zout-zout overgangen in Nederland. RIZA rapport 2000.032* is wel opgenomen, omdat hierin relevante gegevens en kaarten staan over zout en verzilting (ook) in Noord-Friesland, inclusief de Waddeneilanden, met een doorkijk naar 2050. *Osté A., Jaarsma N. & Oosterhout F. van, 2010. Een heldere kijk op diepe plassen. STOWA rapport 2010-38* is niet opgenomen, hoewel in Friesland tal van diepe plassen liggen en in dit rapport een kaart van Nederland is opgenomen met zomergemiddelde fosfaatgehalten van diepe plassen (bron: Limnodata Neerlandica). Deze plassen zijn niet genummerd en de data niet gespecificeerd, dus voor Friesland niet herkenbaar of traceerbaar.

Hele oude documenten van voor eind 19<sup>e</sup> eeuw betreffen veelal taxonomische gegevens of (naar vindplaats weinig gespecificeerde) waarnemingen, zoals bijvoorbeeld de 'Cruydt boecken' van R. Dodoens (1554; 1608), de *Flora Frisica* van D. Meese (1760), het proefschrift van W.F.R. Suringar (1857) 'Observationes phycologicae in floram Batavam' en de 'Lijst der planten waargenomen op Terschelling' van J.G. Boerlage, F.W. van Eden & J.W.C. Goethart (1891). Hiervoor raadplege men bijvoorbeeld aangehaalde verwijzingen in Redeke (1948); Otto, De Vries en Van der Ploeg in Brouwer (1958); en in Van der Ploeg (1990). Deze veelal historische floristische en faunistische waarnemingen zijn niet in de lijst opgenomen. Ook (vrijwel) niet opgenomen zijn gepubliceerde meldingen van vondsten, veelal nieuwe vindplaatsen, van soorten. Veel van deze meldingen zijn gepubliceerd in bijvoorbeeld *De Levende Natuur*, *EIS-Medelingen*, *Gorteria*, *Stratiotes* of in *Vanellus*. Dergelijke tijdschriften zijn te raadplegen in natuurhistorische musea (Natuurmuseum in Leeuwarden) en in *Naturalis* (Leiden).

Waterkwantiteitsstudies met een waterkwaliteitsrelatie zijn veelal wel opgenomen; is die relatie er niet dan niet. Ter verduidelijking nog een voorbeeld. Wymenga E. & Aerts B., 1999. *Mogelijkheden van waterberging in natuurgebieden. A&W-rapport 218* is wel opgenomen vanwege de relatie met eutrofiëring, gebiedsvreemd water en peilbeheer, terwijl *Kok I. & Hoving I.E., 2003. Invloed incidentele waterberging op de opbrengst en voedereigenschappen van gras. PraktijkRapport Rundvee 53* niet is opgenomen. Hierin ontbreken links met waterkwaliteit. Ook niet opgenomen zijn Plannen van Aanpak, Startnotities en Offertes, tenzij daarin reeds wezenlijke waterkwaliteitsinformatie is opgenomen. Dan zijn er nog enkele categorieën rapporten die ook goeddeels ontbreken in de lijst. Dat zijn de talrijke waterbodemonderzoeken ten behoeve van sanering van ernstig vervuilde waterbodems. Daarbij geldt voor iedere (verdachte) locatie een protocol en volgorde van verkennend-, nader- en saneringsonderzoek, soms nog aangevuld naar onderzoek van de invloed van de vervuiling op vissen. Dan volgt het saneringsplan, de sanering en een evaluatie (zie paragraaf 8.2). De andere categorie betreft vele natuurtoetsen (vanwege de NB-wet of Flora- en faunawet), gemaakt ten behoeve van en ter onderbouwing van te nemen maatregelen en werkzaamheden in het veld, zoals aanleg infrastructurele voorzieningen, dempen van wateren en nieuwbouw- of sloopplannen (zie paragraaf 4.7). Van de zwemwaterlocaties zijn en worden zwemwaterprofielen opgesteld. Slechts een klein aantal daarvan is opgenomen in de lijst. Als laatste slechts bij uitzondering opgenomen rapporten zijn de jaarlijkse rapporten met de bedrijfsresultaten van de zuiveringstechnische werken van het waterschap. Na de optimaliseringsstudie van Grontmij (1974) verscheen deze rapportenserie van 1975, aanvankelijk over perioden van twee of drie jaren, later jaarlijks (zie paragraaf 4.4 en de bijdrage van A. Brouwer in hoofdstuk 12).

De verwijzingen zijn zoveel mogelijk naar auteur(s) opgenomen. Dus daar waar bij rapporten van bijvoorbeeld overheden, advies- en ingenieursbureaus duidelijke auteursnamen zijn vermeld, zijn die aangehouden. Er is zo min mogelijk van 'Anonymus' gebruik gemaakt. In een aantal gevallen zijn de initialen van auteurs aangevuld, hoewel dus niet altijd als zodanig volledig vermeld in de publicatie. Als bijvoorbeeld zeker is dat Eddy Lammens in de ene publicatie dezelfde is als E.H.R.R. Lammens in een andere zijn de initialen zo volledig mogelijk vermeld.



Figuur 15.1.

Het aantal publicaties per jaar voor de periode 1970 tot en met 2013 (2014 deels), zoals opgenomen in hoofdstuk 14. Tot 1995 is een duidelijk stijgend jaarlijks aantal te zien. Daarna schommelt dit aantal rond 55. Zie figuur 1 voor een overzicht van de gehele periode vanaf 1900.

Het hiervoor in hoofdstuk 14 opgenomen literatuurbestand bevat de informatie uit de kolommen B tot en met F van een grotere Excel-tabel. In die basistabel zijn in totaal 20 kolommen benoemd, van links naar rechts als volgt:

- A: Nummer (cijfer) olopend.
- B: Auteur(s) zijnde personen, instanties of organisaties.
- C: Jaartal van publicatie.
- D: Zo nodig letter achter het jaartal, indien twee of meer dezelfde auteur(s) in hetzelfde jaar.
- E: Titel van de publicatie.
- F: Uitgave; hoe en waar(in) gepubliceerd.
- G: Omvang.
- H: Type publicatie.
- I: ISBN indien voorhanden.
- J: Nummering in de Hydrotheek indien aanwezig.
- K, L, M: Thema's (maximaal drie kolommen).
- N, O: Gebieden (maximaal twee kolommen).
- P: Reikwijdte.
- Q: Taal.
- R: Code Corsa.
- S: Link Corsa.
- T: Opmerkingen, vrij in te vullen.



Blauwalgen



Exoten



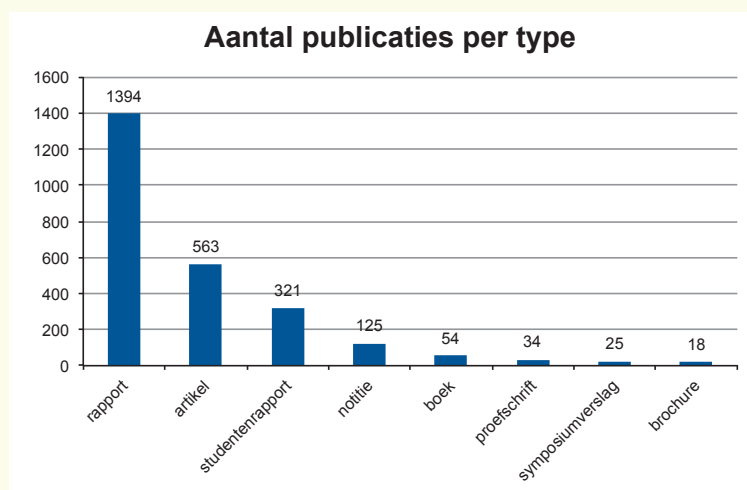
Fauna overig

De kolommen met type publicatie (H), thema's (K, L, M), gebieden (N, O), reikwijdte (P) en taal (Q) bevatten vooraf gedefiniëerde keuzemogelijkheden. Enerzijds voorkwam dat wildgroei en willekeur in het aantal en aard van aan te geven mogelijkheden, anderzijds beperkte dit de precieze duiding van een referentie. Het zei zo. De kolom opmerkingen (T) maakte die beperking soms goed.

Verschillende thematische trefwoorden mogen ruim geïnterpreteerd worden. Zo staat 'monitoring' ook voor 'onderzoek', 'waterbodem' ook voor 'bagger(en)' en 'waterplanten' ook voor 'overige planten of vegetatie'. Naast op trefwoorden kan op woorden uit de titel geselecteerd worden of kunnen anderszins filters worden gebruikt voor selecties en zoeken. Om het vinden in bibliotheekbestanden te vergemakkelijken is aangegeven of de publicatie bij Wetterskip Fryslân is gedocumenteerd in het archief- en documentatiesysteem Corsa of dat de publicatie in de Hydrotheek te Wageningen is te vinden. Beide systemen moeten overigens nog grotendeels aangevuld worden, ook met alsnog in de bibliotheken opgenomen documenten en met meer en recente publicaties.

## 15.1 Keuze- en selectiemogelijkheden

H: Type publicatie, keuze uit artikel, boek, brochure, notitie, proefschrift, rapport, studentenrapport of symposiumverslag.



Figuur 15.2.

Het aantal in hoofdstuk 14 opgenomen verwijzingen verdeeld naar type publicatie. Het rapportenaandeel is 65%, het aantal artikelen 21%.

K, L, M: Trefwoorden naar thema's (maximaal) drie kolommen i.c. trefwoorden, keuze uit

beheer en onderhoud	maatregelen	visstand
beleid	macrofauna	vismigratie
bioassays	microverontreiniging	vissen
blauwalgen	modellen	vogels
diatomeeën	monitoring	waterbodem
EHS/EVZ	normen	Waterharmonica
emissies	nutriënten	water- en stoffenbalans
eutrofiëring	oevers	waterkwaliteit
exoten	otters	waterkwaliteitsbeoordeling
fauna overig	peilbeheer	waterplanten
fytoplankton	plaagsoorten	wetgeving
groene waterzuivering	remote sensing	WVO
grondwater	trendanalyse	zoogdieren
herintroductie	verdroging	zoöplankton
KRW	verziltting	zout
klimaat	verzuring	



Boezemmeren



Laagveenmoerasgebieden (foto Beeldtaal Filmmakers).



Sloten

N, O: Trefwoorden naar gebieden (maximaal) twee kolommen i.c. trefwoorden, keuze uit

Alde Feanen	kanalen	Terschelling
Ameland	kleigebied	Tjeukemeer
Aqualân	laagveenmoerasgebieden	vaarten
beken	Lauwersmeer	veengebied
Bergumermeer	Leijen	vennen
blauwgraslanden	natuurgebieden	Vlieland
boezemland	pingo-ruïnes	IJsselmeer
boezemmeren	polderplassen	Waddeneilanden
brakke wateren	polders	Waddenzee
De Deelen	Rottige Meente	zandgebied
diepe plassen	Schiermonnikoog	zwemwateren
Friese boezem	sloten	
Friesland	Slotermeer	
Groote Wielen	stadswateren	

P: Reikwijdte, keuze uit Nederland, Friesland, anders ('anders' kan zijn een concreet kleiner deel van Nederland, bijvoorbeeld Noord-Nederland of ruimer dan Nederland).

Q: Taal, keuze uit Duits, Engels, Frans, Nederlands, Fries en anders.



## HOOFDSTUK 16

# Websites

De meeste in dit verzamelwerk vergaarde documenten ontstonden in een tijd dat er nog geen computers bestonden, laat staan internet en world wide web. Ook de beschreven ontwikkelingen in waterkwaliteit speelden zich voordien af, geen weet hebbende van de hoge vlucht die automatisering en digitalisering (de laatste tijd) zouden maken. En het einde van deze ontwikkeling lijkt nog lang niet in zicht. De computer deed zijn intrede op de werkvloer vanaf ca. 1990, de digitale informatiestroom en -beschikbaarheid via het internet vanaf ca. 2000. De zoek- en vindmogelijkheden via het web lijken schier onbegrensd. En met de steeds meer in zwang rakende werkwijze van 'clean desk' en 'flexibele werkplek' zal het gebruik van intranet en internet, haast gedwongen, intensiveren. Hier zijn de meest relevante websites (die veelal ieder op zich weer links bevatten naar gerelateerde sites) vermeld waar informatie over waterkwaliteit in de brede zin van het woord (in Friesland) gevonden kan worden. De lijst had met weinig moeite twee keer zo lang gemaakt kunnen worden. Projectgebonden sites zijn niet opgenomen.

**Tabel 16.1. - Meest relevante websites om informatie te vinden over waterkwaliteit, waterkwaliteitsonderzoek en aquatische ecologie, specifiek over het Friese.**

Website	Informatie over
www.bosschap.nl	Kennisnetwerk OBN (tot 01 01 2014 bijgehouden)
www.combinatievanberoepsvissers.nl	Bemonstering, verduurzaming, visie beroepsvissers
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl	Water, milieu, verdroging, verzuring, vermestingexoten, PBL feiten en cijfers
www.falw.vu.nl	Ecologische geschiedenis, milieu, hygiëne, oppervlaktewater, drinkwater
www.friese gemeenten.nl	VFG, riolering, waterambassadeur
www.friesemilieufederatie.nl	Duurzaamheid, groene agenda, energie, big jump (zwemwater)
www.fryskefisker.nl	FBvB, pilot decentraal aalbeheer, paling, Wylde Fryske Iel
www.fryslân.nl	water(toetsen), KRW, WHplan, uitvoeringsprogramma, diffuse bronnen, /veenweidevisie, FUMO
www.fryslânleefmetwater.nl	Waterketen, plannen, schoon water, zwemwater
www.groeneruimte.nl	KRW, klimaatverandering, Natura 2000, agrarisch natuurbeheer, EHS
www.hefpunt.nl	Waterschapsbelastingen, zuiveringsheffing, watersysteemheffing, IBA, verordeningen
www.helpdeskwater.nl	Water en ruimte, wetgeving en beleid, ecologie, PEHM, nvo's, 'stel een vraag'
www.hogeschoolvhl.nl	Kust- en zeemanagement, watertechnologie, milieukunde, natuur en milieu
www.invasive-exoten.nl	Migratie, invasie, aanpak, wet- en regelgeving, soorten
www.itfryskegea.nl	Natuurgebieden, terreinbeheer, excursies
www.klimaatonderzoeknederland.nl	Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat, hotspot veenweidegebieden, ORAS, KNMI klimaatmodellen
http://library.wur.nl	Hydrotheek, de landelijke (STOWA) bibliotheek voor water
www.ltonoord.nl	Thema's water, natura 2000, mest en mineralen, PAS en DAW
www.natuurkennis.nl	OBN rapporten, ecohydrologie, beheeradviezen, wet- en regelgeving
www.necov.org	Werkgroepen water- en oeverplanten, aquatische micro-organismen, exoten
www.otter.to	Stichting Otterstation Nederland, herintroductie, onderzoek en monitoring
www.ravon.nl	Werkgroep VissenOnderzoek Friesland, visatlas, verspreidingsgegevens, monitoring
www.ruimbaanvoorvissen.nl	Vismigratie, monitoring randen van de Waddenzee, glasaal, 3d-stekelbaars
www.rijkswaterstaat.nl	Zwemwater en blauwalgen, zoet-zoutovergangen (en Platform), maatregelen waterkwaliteit
www.sportvisserijnederland.nl	Tijdschrift VISIONair, vissoorten, VBC's, vismigratie, visstandbeheer, viswatertypen
www.staatsbosbeheer.nl	Natuurgebieden, Natura 2000, Life natuur, natuurbeheer, klimaat, ganzen
www.stichtingwater.nl	Vitaal water, helend water
www.stowa.nl	Watermozaiek, stedelijk waterbeheer, blauwalgen, vis(migratie), monitoring (nieuwe stoffen), klimaat, modellen
www.uvw.nl	Agrarische emissies, KRW, Nationaal Waterplan, waterbodembeleid, waterketen, zwemwater, Tijdschrift Het Waterschap
www.vakbladH2O.nl	Tijdschrift, digitale publicaties, Koninklijk Nederlands Waternetwerk
www.veenweiden-oras.nl	Klimaatverandering, regionale adaptatiestrategieën, veenoxidatie, waterkwaliteit
www.visseninfriesland.nl	Sportvisserij Fryslân, Vissterfte, stroperij, visherkenning, lijst van viswateren, visuitzetten
www.vitens.nl	Waterkwaliteit, grondwater, drinkwater, drinkwaterlaboratorium
www.werkgroepexoten.nl	Soortenlijst, bijeenkomsten, literatuur
www.waterharmonica.nl	Groene waterzuivering, zuiveringsmoerassen, Aqualân
www.waternetwerk.nl	KNW, themagroepen, Jong Waternetwerk, afvalwaterbehandeling, bijeenkomsten, uitgave H2O
www.wateropleidingen.nl	Cursussen riolering, stedelijk water, waterbeheer, waterzuivering, vergunningverlening en handhaving
www.wetland-ecology.nl	CWE universitaire onderzoeksgroepen, specialistisch kennis van soortengroepen en habitats
www.wetterskipfryslân.nl	Schoon water, zuiveringen, waterketen, KRW, gedragscode FF-wet, visstand(beheer) en vismigratie
www.wew.nu	Themagroepen KRW, exoten, ABB, sloten, databeschikbaarheid, ecologie en ethiek

## HOOFDSTUK 17

# Lijst van afkortingen

AB	Algemeen Bestuur
ABB	Actief biologisch beheer, veelal het eenmalig verwijderen van zoveel mogelijk Brasem
AHOF	Agrarische Hogeschool Friesland
AID	Algemene Inspectiedienst van het ministerie van LNV
AMK	Algemene milieukwaliteit, normenset vergelijkbaar met de basiskwaliteit
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur (uitwerking, specificatie van wettelijke regeling)
ANWB	Algemene Nederlandse WielrijdersBond
ARK	Nationaal Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat
ATF	Afvalverwerkingsbedrijf 'De Pijp' te Drachten
A&W	Ecologisch adviesbureau Altenburg & Wymenga
PBDE's	Gebromeerde vlamvertragers
PCB's	Polychloorbifenylen
BOD	Biochemisch zuurstofverbruik (voor gemakkelijk afbreekbare organische stoffen)
BOP	Beheer- en onderhoudsplan voor watergangen, vooreerst in 2009 opgesteld
BORF	Bestuurlijk overleg rioleringen Friesland
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CLM	Centrum voor Landbouw en Milieu
COD	Biochemisch zuurstofverbruik, maat voor alle organische stoffen in water
CUWVO	Commissie uitvoering WVO
CvB	Combinatie van Beroepsvisserij
C2CI	Cradle to cradle Islands (EU-Interreg project)
DC	Drachtster Courant
DHV	Ingenieursbureau Dwars, Hederik en Verweij (thans RoyalHaskoningDHV)
DLG	Dienst Landelijk Gebied
DLN	Tijdschrift De Levende Natuur
DNA	Digitale NatuurAtlas, website applicatie van de provincie over soortenverspreiding
DUPAN	Stichting voor duurzame palingvisserij in Nederland
EBEO	Ecologische beoordelingssystemen voor oppervlaktewateren
EGM	Effectgerichte maatregelen, gekoppeld aan subsidieregeling van het Rijk
EGV	Electrisch geleidingsvermogen van water
EHS	Ecologische Hoofdstructuur, aaneenschakeling van natuurgebieden
EL&I	Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Infrastructuur
EU	Europese Unie
EVF	Europees Visserij Fonds (subsidiereregeling voor de Beroepsvisserijsector)
EVZ	Netwerk van ecologische verbindingzones tussen natuurgebieden
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FBvB	Friese Bond van Binnenvissers (beroepsvisserij)
FD	Friesch Dagblad
FFF	Fryske Feriening foar Fjildbiology, verenigde Friese PGO's
FFvS	Federatie Friesland van Sportvisserijverenigingen (thans SF)
FosFri	Fosfaat eutrofiëringsonderzoek in zuid Friesland
FUMO	Fryske Utfieringsorganisaasje foar Miljeu en Omjouwing
GaN	Gegevensautoriteit Natuur (voor dataopslag en beheer van natuurmonitoring)
GEP	Goede ecologische potentie (KRW-norm voor niet-natuurlijke wateren)
GET	Goede ecologische toestand (KRW-norm voor natuurlijke wateren)
GGOR	Gewenst grond- en oppervlaktewater regime, in Friesland 'Gewenst peilbeheer'
GMK	Gedifferentieerde milieukwaliteit, op het niveau van de basiskwaliteit of AMK
HEP	Habitat Evaluatie Procedure
HGI	Habitat GeschiktheidsIndex
HID	Hoofdingenieur-directeur
IBA	Individuele behandeling van afvalwater
i.e.	inwoner equivalent, geloosde hoeveelheid zuurstofbindende stoffen per persoon per dag (150 gr.)
IFG	It Fryske Gea
ILEC	International Lake Environmental Committee
I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
IMP	Indicatief Meerjarenprogramma Water, verschenen in 1975, 1981 en 1985
IPCC	International Panel on Climate Change

IR	Ionen Ratio (de concentratieverhouding Ca/Ca+Cl)
IRC	International Water and Sanitation Centre
ISP	Integraal Structuurplan Noorden des Lands
IUCN	The World Conservation Union
IvM	Instituut voor Milieuvraagstukken te Amsterdam
IWBP	Integraal Waterbeheerplan van de Friese waterschappen, 2000
IWGL	N.V. Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden
IZP	Integraal Zuiveringsplan van WF
KEMA	N.V. tot Keuring van Elektronische Materialen (Arnhem)
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut te De Bilt
KNW	Koninklijk Nederlands Waternetwerk (vanaf 2008, voorheen NVA en KVWN)
KRW	EU Kaderrichtlijn Water (zie WFD)
KvK	Het landelijk onderzoeksproject Kennis voor Klimaat
KVWN	Vereniging voor Waterleidingbelangen in Nederland
LC	Leeuwarder Courant
LEI	Landbouw Economisch Instituut
LI	Limnologisch Instituut (thans NIOO)
LNv	ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselveiligheid (thans bij EZ)
LOES	Landelijk Onderzoek naar Oestrogenen actieve Stoffen
LONL	Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer
LTO	Land- en Tuinbouworganisatie
MEP	Maximaal ecologisch potentieel (hoogste KRW-score voor niet-natuurlijke wateren)
MILBOWA	Milieuwaliteitsdoelstellingen bodem en water (ministerie van VROM, 1992)
MKBA	Maatschappelijke kosten baten analyse
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
MTR	maximaal toelaatbaar risico als korte termijn normenset uit NW4, vergelijk VR
MURA	Muskusrattenbestrijder
NAP	Normaal Amsterdams Peil (gemiddeld zeeniveau)
NBW	Nationaal Bestuursakkoord Water
NDFF	Nationale Databank Flora en Fauna
NEM	Netwerk Ecologische Monitoring
NIOO	Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek
NLTO	Noord-Nederlandse Land- en Tuinbouworganisatie, thans LTONoord
NOLIMP	EU Interreg-project North Sea regional and local implementation of the WFD
NOP	Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering
NTF	Nederlandse Thermochemische Fabrieken (Rendac, thans Sonac)
NVA	Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer
Nvo	Natuurvriendelijke oevers
NVVS	Nederlandse Vereniging van Sportvissersfederaties (thans SN)
NWP	Netherlands Water Partnership
NW3	Derde Nota waterhuishouding van het Rijk (1989)
NW4	Vierde Nota waterhuishouding van het Rijk (1998)
N70	Europees natuurbeschermingsjaar 1970
ORAS	Opties voor Regionale Adaptatiestrategieën (in Hotspots van KvK)
OBN	Overlevingsplan Bos en Natuur; vanaf 2006 Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit
OOM	onderhoud op maat; project van 2001 t/m 2006
OVb	Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij
PAK's	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PAO	Post Academisch Onderwijs
PCCC	Platform Communication on Climate Change
PGO	Particuliere Gegevensbeherende Organisatie
PLONS	Project Langjarig Onderzoek Nederlandse Sloten (2007-2012)
PODD	Paling over de dijk, programma in kader van het aalherstelplan
PWS	Provinciale Waterstaat van Friesland
RBO	Regionaal Bestuurlijk Overleg in de KRW deelstroomgebieden, zoals Rijn-noord
RH	Ingenieursbureau Royal Haskoning (thans RoyalHaskoningDHV)
RIN	Rijksinstituut voor Natuurbeheer (thans Alterra)
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RIVO	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
RIVON	Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek (1957 tot 1969, daarna RIN)
RIZA	Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, later Rijksinstituut voor Integraal Waterbeheer, daarna Water Dienst van RWS
RMNO	Raad voor ruimtelijk, milieu- en natuuronderzoek
RWS-DNN	Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie (bedrijfsafvalwaterzuivering worden awzi genoemd)
SBB	Staatsbosbeheer
SBNL	Organisatie voor particulier en agrarisch natuurbeheer
SF	Sportvisserij Fryslân (voorheen FFVS)
SIL	International Society of Limnology
SILF	Stichting Instandhouding Landschapselementen in Friesland
SN	Sportvisserij Nederland (voorheen NVVS)

STORA	Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater (vanaf 1992 STOWA)
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (van 1971 tot 1992 STORA geheten)
TU Delft	Technische Universiteit Delft
UNEP	United Nations Environment Programme
UvW	Unie van Waterschappen
UWC	Urban Water Cycle (EU Interregproject)
VK	Volkskrant
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VOFF	Stichting VeldOnderzoek Flora en Fauna
VR	Verwaarloosbaar risico (lange termijn doelstelling, streefwaarde), vergelijk MTR
VROM	ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu
WB21	Waterbeheer in de 21 <sup>e</sup> eeuw (rapport van de commissie -)
WBW	Werkgroep Biologische Waterbeoordeling (later WEW)
W+B	Ingenieursbureau Witteveen+Bos
WD	Water Dienst (voorheen RIZA)
WEW	Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (voorheen WBW)
WF	Wetterskip Fryslân, voorheen Waterschap Friesland
WFD	European Water Framework Directive (zie KRW)
WHVBZ	Wet Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden
WIF	studie Waterhuishoudkundige Inrichting Friesland
WL	Waterloopkundig Laboratorium (Delft)
WLF	Waterleiding Friesland (thans Vitens)
WVO	Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren
ZZP	Zelfstandige zonder personeel







## Water bij dag en bij nacht

Bij dag is het water iets lichter groen dan de bossen, iets lichter blauw dan de hemel, iets lichter dan je wilt zeggen, dat is water.

De maan rijst, het water is zwarter dan de bossen die grijs zijn, zwarter dan de hemel die grijs is. De maan daalt in het water, zilveren gulden in de spaarpot van de dichter.

Wolken schuiven voor de maan en alles is weg.

*Rutger Kopland, 1969. Alles op de fiets.  
Van Oorschot, Amsterdam.*

# Dankwoord

Allereerst gaat mijn dank uit naar de provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân, waar ik resp. in de jaren 1977 tot en met 1992 en 1993 tot en met heden (met een jaar onderbreking bij RWS-DNN) gewerkt heb. Ondanks de vele functie-aanduidingen van mijn baan in de loop der jaren en de ruim tien direct leidinggevenden in die periode is de focus van het werk steeds dezelfde gebleven: toegepast regionaal waterkwaliteitsbeheer, onderbouwd met aquatisch-ecologisch onderzoek en monitoring. Daarbij is vrijwel de gehele ontwikkeling meegemaakt vanaf de start van het hydrobiologisch onderzoek bij waterschappen tot de huidige volwassenheid en erkenning van 'ecologie' als pijler bij het water(kwaliteits)beheer. De bereikte inhoud van het werk zou niet hebben plaats gevonden zonder de inzet van vele collega's binnen en buiten resp. de provincie en het waterschap en in het jaar 2000 bij RWS-DNN. Het is niet mogelijk (en gevaarlijk, omdat er dan mensen die er toe doen, vergeten worden) daarbij volledig te zijn in het noemen van namen. Desalniettemin wil ik enkelen wel noemen.

Alle medewerkers van het laboratorium, eerst aan de Gedempte Keizersgracht, later aan de Harlingerstraatweg. De chemisch en bacteriologische analisten leverden hun analysesresultaten nauwgezet en in stilte. Bijzondere dank aan de hydrobiologisch analisten. Het was altijd een genoegen daar even langs te lopen of mee het veld in te gaan (de omgeslagen bootjes ten spijt). In de eerste jaren waren dat *Beitj de Vries*, *Mieneke Douwes*, *Djoke Hoogterp* en *Froukje Jacobi*. Daarna kwam rond 1990 de harde kern, die er deels nog steeds is: *Minke de Vries*, *Birgitta Brans*, *Marianne Thannhauser* en *Iwona Meijer*. Marianne en Iwona verruilden later hun analistenbaan voor die van planvormer. Mede daardoor en vanwege de grote vraag naar hydrobiologische data voor de KRW kwam er ruimte voor nieuwe aanwas: *Arjen Reitsma*, *Olga Oliver Bosch*, *Peter Tydeman* en *Wil Leurs*.

Onvermijdelijk verschuift het werk van een aquatisch ecooloog gedurende de jaren van veel veldwerk naar (te) veel bureauwerk en (te) weinig veldwerk. Het zei zo; ook daar voelde ik mij op mijn plek. Aldaar dank aan mijn naaste collega's gedurende al die jaren. In de hoop niemand te vergeten wil ik noemen *Agnes Gonggrijp* (mijn voorganger, die vanaf eind 1975 begonnen was met het hydrobiologisch onderzoek en wiens plek ik in mei 1977 kon overnemen), *Roelof Veeningen*, *Joyce Klink*, *Renata Velzeboer*, *Ruurd Maasdam*, *Jappie van den Bergs*, *Elena Uibel*, *Froukje Grijpstra*, *Nico Broodbakker*, *Mattie de Vries* en *Flora Rosenbrand*. En Marianne mag ook hier weer genoemd worden. Jappie kwam vanuit RWS-DNN, met wie ik in 2000 van baan ruilde; *Aante Nicolai* was daar mijn naaste collega. Na dat jaar kon Jappie bij het waterschap blijven. N.B. De hiervoor *cursief* vermelde personen hebben de provincie resp. het waterschap reeds verlaten.



In regionaal en landelijk verband zijn het de vele mensen bij de provincie Fryslân, terreinbeheerders, provinciale belangenorganisaties, collega medewerkers bij andere waterschappen, de Unie van Waterschappen, STOWA, Rijkswaterstaat, adviesbureaus, onderzoeks- en onderwijsinstellingen en in werkgroepen en discussieplatforms, die als collega's en sparing partners -meer dan het lijkt- hebben bijgedragen aan de invulling van 'ons vakgebied', ook in Friesland. Allen dank daarvoor. Bijzonder leerzaam waren de bijeenkomsten van onder meer de Werkgroep Eutrofiëring van de UvW, de Werkgroep Biologische Waterbeoordeling (later WEW), CUWVO V werkgroep I, het Platform Ecologisch Herstel Meren en plassen (aanvankelijk gericht op ABB en beheervisserij), de vele STOWA begeleidingscommissies en het Nederlands Platform voor Waterschapsecologen. De daar ervaren verbreding van de kijk op de zaak is altijd zeer waardevol geweest.

Ook gaat mijn dank uit naar collega's die een bijdrage hebben geleverd aan deze uitgave: de auteurs van de bijdragen in hoofdstukken 11 en 12, Lydia van Oort voor de drie tekeningen, Dukke Rinzema voor het overtypen van eerdere literatuuroverzichten, Janneke Feenstra voor de opmaak van de titelpagina en de schutbladen van Deel 1 en Deel 2 en degenen die illustratiemateriaal mee hielpen maken en beschikbaar stelden. En last but not least het thuisfront. Al bij mijn eerste veldwerk in Friesland voor het ISP-milieuonderzoek in de mooie zomer van 1976 ging je zo nu en dan mee. Waterplantenopnamen maken en beestjes uitzoeken. De laatste jaren was mijn werkkamer te klein voor alle rapporten, vandaar ingepikte klerenkasten en andere bergruimte. En de laatste maanden werd een pingpongtafel in de woonkamer geduld, niet om te spelen, maar om wisselend vol te leggen met paperassen. Titia, heel hartelijk dank voor alles.



## Water is leven

### Liefde is levend water

In zijn boek 'Alleen de optimisten zullen overleven!' (1989) probeert Phil Bosmans met opbeurende en positieve teksten de mensen in deze tijd van crisis moed en hoop te geven. Dat doet hij rondom zinnen als 'Onze crisis is duidelijk een geestelijke crisis', 'De crisis, een ramp of een zegen?' en 'Uit elke crisis kan een nieuwe tijd geboren worden!'. De inleidende tekst begint hij als volgt: "Er is een grote droefheid gekomen over deze wereld, een bijna ongeneeslijke droefheid met machteloze en geestelijk uitgeputte mensen in ministeries en parlementen, waar men zich doodvergadert over subtiele machtsevenwichten en valt over bananenschillen. . . . We leven in een grote woestijn. De menselijke waanzin waait dagelijks langs pers, radio en teevée alle huiskamers binnen met een bijna dodelijke dosis geweld, terreur, onrecht en puin, een te zware geestelijke en morele belasting voor machteloze mensen". Iets verderop vervolgt hij: "Water is een geweldig natuurelement. Eén druppel water kan een bloem de kracht geven zich weer op te richten: alleen water kan een woestijn veranderen. Laten we kleine waterdragers zijn in een grote woestijn, tekenen van hoop in een oude afgeleefde wereld. Laat ons moedig zijn".

*Phil Bosmans, 1989. Alleen de optimisten zullen overleven! Uitgeverij Lannoo, Tielt.*

De afgelopen honderd jaar is onze kennis over de kwaliteit van het oppervlaktewater en het functioneren van aquatische ecosystemen enorm vergroot. Na een lange en aarzelende aanloop is de vervuiling goeddeels een halt toegeroepen en is de waterkwaliteit sterk verbeterd. Maar het kan en moet nog beter. De erfenis uit het verleden is nog niet geheel opgeschoond en allerlei risicovolle, soms nieuwe stoffen komen nog steeds in het milieu terecht. Laten we in deze tijd van 'crisis' niet verzaken om onze verantwoordelijkheid te nemen om, met de intentie van Phil Bosmans, met hart en ziel door te gaan met inspanningen om natuur en milieu te beschermen en te behouden voor toekomstige generaties. We hebben de aarde niet geërfd van onze ouders, doch geleend van onze kinderen.



## Colofon

ISBN/EAN: 978-90-812929-0-0

Titel: Een duistere geschiedenis opgehelderd

Subtitel: Waterkwaliteit en waterkwaliteitsonderzoek in Friesland, een historisch literatuuroverzicht

© Copyright T.H.L. Claassen en Wetterskip Fryslân.

© Copyright tekstbijdragen in hoofdstukken 11 en 12 van Deel 2 bij diverse daar genoemde auteurs.

De informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen, vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur, mits met bronvermelding, en uitdrukkelijk uitgezonderd de opgenomen gedichten en tekeningen, en uitgezonderd de in de hoofdstukken 11 en 12 van Deel 2 opgenomen bijdragen van derden. Bij gebruik van passages uit dit boek wordt gevraagd om, naast een correcte bronvermelding, geen teksten of zinsneden uit hun verband te halen en zo nodig de oorspronkelijke publicaties te raadplegen. Overigens kunnen noch de auteur noch Wetterskip Fryslân aansprakelijk worden gesteld voor eventuele hinder of schade die ontstaat door gebruik van deze publicatie.

Fotoverantwoording: alle foto's van de auteur, tenzij anders vermeld.

De tekening van Marianne van den Dungen op pagina 12 is eerder afgedrukt in 'De laatsten zullen de eersten zijn.

Over de parabels van Jezus' (Marcel Messing, 2001).

Uitgave: Wetterskip Fryslân, Leeuwarden

Opmaak: Okkinga Communicatie, Bolsward

Drukwerk: Grafische Groep van der Eems, Easterein

Papier: Biotop 3 Next, Naturel; omslag 300 grs/m<sup>2</sup>, binnenwerk 120 grs/m<sup>2</sup>

Oplage: 500

