



**Doelen op maat 4.1 -  
Systeemanalyses (hoofd-  
rapport)**

Natuur  
Water *Herman van Dam*

Nico Jaarsma  
Ecologie en Fotografie



# Doelen op maat 4.1 - Systeemanalyses (hoofdrapport)

 **Natuur  
Water** Herman van Dam

 **Nico Jaarsma**  
Ecologie en Fotografie

<b>In opdracht van</b>	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	
<b>Auteurs</b>	Dr. H. van Dam (Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur), Ir. N.G. Jaarsma (Nico Jaarsma, Ecologie & Fotografie),	
<b>Namens opdrachtgever</b>	G. van Ee	
<b>Rapportnummer</b>	Code opdrachtgever	Status
<b>AWN 1308-4-1 / Nico Jaarsma HvD 01-1</b>	DO-17-04599	Definitief
<b>Datum</b>	11-8-2020	

Herman van Dam  
Adviseur Water en Natuur  
Spyridon Louisweg 141  
1034 WR Amsterdam  
[www.waternatuur.nl](http://www.waternatuur.nl)

Nico Jaarsma  
Aquatische Ecologie & Fotografie  
Klif 25  
1797 AK Den Hoorn  
[www.nicojaarsma.nl](http://www.nicojaarsma.nl)

## Referaat

H. van Dam, N.G. Jaarsma & S. van Dam (2020). Doelen op maat. 4.1 - Systeemanalyses (hoofdrapport) . Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-1 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD-01-1. 169p.

In dit rapport worden de abiotische en biotische eigenschappen van 51 waterlichamen en bijbehorende KRW-gebieden van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier in beeld gebracht, om inzicht te krijgen in het ecologisch functioneren ten behoeve van de EU Kaderrichtlijn Water (KRW). Door detailanalyse van de ecologische sleutelfactoren (ESF's) en historische analyse zijn de knelpunten van de waterlichamen en de overige wateren opgespoord. Er zijn maatregelen geformuleerd om de knelpunten op te lossen.

De kwaliteit van de meeste wateren is ontoereikend of matig. In de meeste gebieden is het peilbeheer een groot, zo niet het grootste, knelpunt voor de ontwikkeling van een goede ecologische kwaliteit. Vooral de laatste 50 jaar is door ruilverkavelingen het peil gedaald en de peilfluctuatie afgenomen. Er wordt meer systeemvreemd water ingelaten, het watersysteem is versnipperd door aanleg van kunstwerken, sloten hebben een standaardprofiel gekregen en er wordt intensief gemaaid en gebaggerd om de afvoercapaciteit in stand te houden. Paaigebied van vissen is verdwenen doordat het oeverland in het voorjaar niet meer inundeert. Daarnaast is de belasting met nutriënten door uit- en afspoeling zeer hoog, wat leidt tot fosfaatgehalten die 5 tot 10 maal te hoog zijn voor een helder, plantenrijk watersysteem. Naast het intensieve landbouwkundige gebruik en het peilbeheer, speelt hierbij ook de mariene invloed een rol. Hoge sulfaatgehalten zorgen voor een geringe binding van fosfaat aan ijzer in de bodem en leiden tot versnelde afbraak van organisch materiaal (veen). In de duinwateren spelen deze processen niet, maar daar zijn sommige meren sterk overbemest door vogelkolonies.

Alleen een rigoureuze aanpassing van het landgebruik en het peilbeheer kan soelaas bieden. Lokaal, zijn goede mogelijkheden om het peilbeheer en de belasting aan te pakken. Dit kan in principe overal, maar levert het meest op in gebieden met hoge ecologische potenties zoals de binnenduintrand. Binnen de huidige functies en gebruik is het benutten van de overruimte in het watersysteem en minder maaien naar verwachting kansrijk en effectief.

In stedelijk gebied is de toestand vaak beter dan in het landelijke gebied. Hier leveren verdergaande beperking van de nutriëntenbelasting en (vooral bij nieuwe ontwikkelingen) toestaan van een meer natuurlijke peildynamiek resultaat.

In de duingebieden komen de wateren met de beste kwaliteit en hoogste ecologische waarde voor. Ook hier vormt de belasting met nutriënten soms een knelpunt. Om dit op te lossen moet de belasting door vogels worden teruggedrongen.

## Trefwoorden

Polders, boezems, duinen, Noord-Holland, ecologie, knelpunten, KRW, kaderrichtlijn Water, ecologische systeemanalyse

# Voorwoord

Voor de derde serie stroomgebiedsbeheerplannen wil het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier haar doelen gebieds- en watersysteemgericht vaststellen. Dat wil zeggen, met inachtneming van de achtergrondbelasting en de specifieke ecologische factoren, eigen aan de verschillende waterlichamen.

Met de publicatie van dit rapport wordt de laatste stap gezet in het project ‘Doelen op maat’, dat door het Hoogheemraadschap in 2013 is begonnen. In de eerste stap is een exploratieve analyse gemaakt van het lichtklimaat en de nutriëntenbeschikbaarheid. In de tweede stap is een analyse uitgevoerd volgens de systematiek van de Ecologische Sleutelfactoren, naar het lichtklimaat, de productiviteit van het water en de habitatgeschiktheid voor waterplanten. In de derde stap is een opzet gemaakt voor een watersysteemanalyse die alle Ecologische Sleutelfactoren langsloopt en de fysisch-chemische en biologische toestand probeert te verklaren vanuit de voorwaarden (kenmerken en invloeden). Voor zes pilotgebieden werd dit uitgewerkt, waarin naast de watersysteem- en knelpuntenanalyse een aanzet werd gegeven tot het formuleren van maatregelen.

In de vierde fase zijn systeembeschrijvingen van de overige 45 waterlichamen met hun KRW-gebieden gemaakt, met daarbij knelpuntenanalyses en mogelijke maatregelen. Daarbij is gebruik gemaakt van een zelf ontwikkelde typologie van de biologische kwaliteitselementen, op basis van de jarenlange gegevens van de biologische monitoring van het Hoogheemraadschap. In de beschrijvingen wordt ook ingegaan op de ontstaanswijze en verdere geschiedenis van de KRW-gebieden, omdat deze vaak bepalend zijn voor de ontwikkelingsmogelijkheden in de toekomst. De systeembeschrijvingen zijn opgenomen in zeven gebiedsrapporten.

Tot zo'n duizend jaar geleden werd het Hollands Noorderkwartier grotendeels alleen door natuurkrachten gevormd. Daarna heeft de mens sterk ingegrepen om letterlijk en figuurlijk het hoofd boven water te houden. Uit de geschiedenis blijkt dat daarvoor vele offers zijn gebracht en dat dwingt onze grootste bewondering af.

Na het aanleggen van de Afsluitdijk veranderde de waterkwaliteit en ecologische kwaliteit sterk, door verzoeting en het vrijkomen van voedingsstoffen. Ook de peilverlagingen tijdens en na de ruilverkavelingen van de vorige eeuw hebben geen positieve invloed gehad op de levensgemeenschappen in het water.

De gegevens en inzichten uit deze rapportage kunnen het waterschap en andere betrokkenen handvatten en inspiratie geven om verdere achteruitgang van de waterkwaliteit te voorkomen en waar mogelijk te verbeteren. Daarvoor is het nodig dat niet alleen de specialisten waterkwaliteit kennisnemen van de inhoud van dit hoofdrapport en van de achterliggende rapporten, maar ook alle anderen die zijn betrokken bij planning, inrichting en beheer van de watersystemen.

Het waterschap komt veel eer toe voor de natuurinclusieve manier waarop het watersysteem van de Stad van de Zon (Park van Luna) is ingericht. Het is één van de schaarse gebieden in het Noorderkwartier waar de waterkwaliteit op orde is en dat zou een voorbeeld moeten zijn voor het watersysteem in toekomstige stadswijken.

Herman van Dam  
Nico Jaarsma

De auteurs hebben moeite gedaan om rechthebbenden van afbeeldingen te achterhalen in verband met de afdracht van auteursrechten. In gevallen waar dit niet gelukt is kunnen rechthebbenden alsnog contact opnemen met de auteurs.

Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan, mits met bronvermelding.

# Inhoud

Samenvatting	1
Leeswijzer	9
1. Inleiding	11
1.1 Aanleiding .....	11
1.2 Doel .....	12
1.3 Opzet systeemanalyses .....	12
1.4 Producten ‘Doelen op Maat’ .....	17
2. Ligging	21
3. Geschiedenis en landschap	23
3.1 Geo(hydro)logie.....	23
3.2 Bodem(gebruik) en landschap .....	24
3.3 Holocene wordingsgeschiedenis.....	26
3.4 Geschiedenis vanaf de Middeleeuwen.....	27
4. Watersysteem en beheer	39
4.1 Grondwater .....	39
4.2 Oppervlaktewater.....	41
4.3 Hoofdwatertypen en functies .....	46
4.4 Peilbeheer .....	47
4.5 Onderhoud .....	49
5. KRW-gebieden: landschap, watertype en beïnvloeding	55
5.1 Inleiding.....	55
5.2 Landschappelijke regio’s en watertypen.....	55
5.3 Beïnvloeding door functies en gebruik .....	62
5.4 Mariene historie, sulfaat en fosfaatmobiliteit .....	71
6. Historische en huidige waterkwaliteit en ecologie	75
6.1 Inleiding.....	75
6.2 Historische ontwikkelingen .....	75
6.3 Huidige waterkwaliteit.....	78
6.4 Huidige ecologische kwaliteit.....	83

## Inhoud

---

7.	Knelpunten	101
7.1	Inleiding, wat is een knelpunt? .....	101
7.2	Beoordelingskader .....	102
7.3	Knelpunten uit systeemanalyse volgens ESF.....	102
7.4	Ruimtelijk beeld en achterliggende oorzaken ESF-knelpunten	106
7.5	Knelpunten in relatie tot landschapstype en landgebruik.....	112
8.	Maatregelen	115
8.1	Inleiding.....	115
8.2	Van ESF-knelpunten naar effectieve maatregelen .....	116
8.3	Herstel van helder en plantenrijk water (ESF 1 – 3).....	117
8.4	Maatregelen voor specifieke soorten (ESF 4 – 6).....	122
8.5	Maatregelen specifieke omstandigheden (ESF 7 en 8) .....	126
9.	Discussie	129
10.	Conclusies en aanbevelingen	135
10.1	Conclusies .....	135
10.2	Aanbevelingen .....	136
11.	Dankwoord	137
12.	Literatuur	139
	Bijlagen	157
	Bijlage 1. Ruilverkavelingen en peildalingen.....	159
	Bijlage 2. Watertypen SEND.....	161
	Bijlage 3. Verspreiding ecosysteemtoestanden .....	165
	Bijlage 4. Toelichting kennisvragen.....	167



# Samenvatting

Voorliggend rapport gaat over de ecologische systeemanalyse van de wateren in beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Dit betreft in essentie alle zoete en brakke binnenwateren in Noord-Holland boven het IJ, inclusief Texel. De aanleiding voor het project is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze richtlijn stelt doelen aan de waterkwaliteit en ecologie en vereist het nemen van maatregelen door de waterbeheerder wanneer deze niet (dreigen te) worden gehaald. De basis voor het formuleren van effectieve maatregelen is een goede systeemanalyse met een onderbouwde knelpunten-analyse.

## **Systeemanalyse: begrip van het ecologisch functioneren**

In een ecologische systeemanalyse staat het begrip van het ecosysteem centraal, in dit geval van het waterecosysteem. Daarbij gaat het om het ‘ecologisch functioneren’. Dit is een brede term, maar in dit geval gaat het vooral om te begrijpen waarom de huidige ecologische toestand van het watersysteem is zoals die is. Daarvoor kijken we naar de fysisch-chemische toestand van het water, inclusief de er voorkomende planten en dieren (biologische toestand). Belangrijk is om te weten of het water zoet, brak of zout is, of het helder of troebel is en hoe voedselrijk het is. Dit zijn belangrijke factoren voor de waterkwaliteit en ecologie; niet minder belangrijk is echter de morfologie (vorm) van het water en de hydrologie (stroming, peilfluctuatie).

## **Huidige situatie en historisch perspectief**

Om de huidige toestand te kunnen begrijpen is het zeer wenselijk, zo niet noodzakelijk, om de historie te kennen. Hoe is wat we nu zien, ooit tot stand gekomen? Zo is bijvoorbeeld het grootste deel van de wateren in Hollands Noorderkwartier kunstmatig, dat wil zeggen door mensen aangelegd. Dat geldt voor alle sloten en kanalen in de polders en boezems, maar bijvoorbeeld ook voor het watersysteem van de Stad van de Zon, het Amstelmeer en de Geestmerambachtplas. Van de wateren met een natuurlijke ontstaanswijze, zoals duinplassen, duinbeekjes en enkele meren, geldt dat ze door menselijke invloed sterk veranderd zijn. Niet alleen voor het begrip van de huidige situatie maar ook voor de KRW is dit van belang om te weten. Voor kunstmatige en sterk veranderde watersystemen gelden namelijk andere – veelal lagere – doelstellingen. Er wordt al van uit gegaan dat ze minder van kwaliteit zijn dan natuurlijke systemen. De reden dat de watersystemen zijn aangelegd of sterk zijn veranderd en de wijze waarop ze worden beheerd hangt meestal samen met het landschap en grondgebruik. Daarop wordt dan ook uitgebreid ingegaan.

## **Belangrijke menselijke invloeden en effecten**

Diagram 1 laat zien wat de belangrijkste menselijke invloeden zijn op de wateren in het beheergebied van HHNK en hoe ze de waterkwaliteit en de ecologie beïnvloeden. Daarbij is onderscheid gemaakt in de belasting met stoffen enerzijds en ingrepen in de hydrologie (waterstromen) en morfologie (verschijningsvorm) van wateren (samen: hydromorfologie) anderzijds.

De belasting met stoffen is direct van invloed op de waterkwaliteit, terwijl ingrepen in de hydromorfologie op allerlei manieren, direct en indirect, van invloed zijn op fysische, chemische en biologische processen en daarmee óók op de waterkwaliteit. Belangrijke effecten van de hydromorfologische

ingrepen op de wateren van HHNK zijn: verzoeting, versnippering en het verdwijnen van de natuurlijke peildynamiek, van natuurlijke gradiënten en van het gebiedseigen karakter van wateren.

Diagram 1. Belangrijkste menselijke invloeden op de watersystemen in Hollands Noorderkwartier en de effecten op de waterkwaliteit en ecologie.



### KRW-waterlichamen en overig water

De KRW gaat in principe over ál het binnenwater, wel is het zo dat waterbeheerders alleen over de grotere wateren rapporteren. Dit zijn de KRW-waterlichamen; in het beheergebied van HHNK zijn dit er 51. Ieder waterlichaam is een geografisch begrensd waterdeel, zoals een meer of een hoofdwatergang in een polder.

Naast het KRW-waterlichaam wordt ook het KRW-gebied (GAF90) onderscheiden. Dit is een samenhangende hydrologische eenheid zoals een polder, een heel duingebied of een meer met aangrenzende percelen. Voor de boezems is de begrenzing van het KRW-gebied soms wat minder eenduidig, hierin liggen namelijk alleen de kleinere polders die er rechtstreeks erop afwateren. Het water in het KRW-gebied dat niet tot het waterlichaam behoort, wordt het ‘overige water’ genoemd.

Het is zinnig om onderscheid te maken in het waterlichaam en het overige water. Een waterlichaam heeft namelijk meestal een ander watertype dan het overige water, wat zich ook manifesteert in de waterkwaliteit en ecologie. Bovendien wordt er bij de KRW-toetsing en -beoordeling uit gegaan van het watertype van het waterlichaam en wordt ook alleen dat gerapporteerd. Hierop ligt dus de focus, maar door ook expliciet het overige water bij de analyse te betrekken blijft de samenhang geborgd.

### ESF's als kapstok voor de systeemanalyse per gebied

De ecologische systeemanalyses zijn uitgevoerd per KRW-gebied, onderverdeeld in ‘waterlichaam’ en ‘overige water’. Voor elk gebied zijn volgens een vast stramien de historie, de huidige toestand, menselijke invloeden en knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie in beeld gebracht. Daarbij zijn de ‘Ecologische Sleutel Factoren’ (ESF’s) van de STOWA als ‘kapstok’ gebruikt. Hiertoe is per gebied een analyse gemaakt van iedere sleutelfactor en is beoordeeld of er voor deze factor al dan niet sprake is van een knelpunt. De knelpuntenanalyse vormt weer de basis voor de vervolgstap, het formuleren van (KRW)-maatregelen.

### Hoe ligt het water er bij?

De huidige waterkwaliteit en ecologische toestand van de wateren van HHNK is overwegend matig tot slecht. Er zijn echter wel duidelijke verschillen tussen zoet en brak, tussen veen, zand en klei en tussen polders en duinen.

### Waterkwaliteit

Het zoutgehalte is de belangrijkste sturende waterkwaliteitsparameter voor de ecologie in het beheergebied. Wateren in de duinen en de binnenduinrand zijn nog echt zoet, deze worden gevoed door neerslag en zoet grondwater uit de duinen. Matig tot sterk brakke wateren komen nog maar weinig voor, de brakste omstandigheden worden gevonden in de polders op Texel, in de Wieringermeer, bij Hargen en langs het Noordzeekanaal. Deze (en enkele verspreide over het gebied liggende) wateren worden gevoed door brak grondwater. Het overgrote deel van het water in de boezems en polders is echter een mengvorm van grond- en oppervlaktewater van verschillende herkomst en is niet echt zoet en ook niet echt brak.

Naast het zoutgehalte, onderscheiden de wateren van HHNK zich door zeer hoge nutriëntengehalten, vooral fosfaat. Dit is bijna overal het geval, het fosfaatgehalte voldoet in meer dan 90% van de wateren niet aan de KRW-norm. Uitzonderingen zijn de Stad van de Zon, enkele diepe recreatieplassen, het zuidelijk deel van Texel en een deel van de duinwateren. Het stikstofgehalte is relatief minder hoog en voldoet in circa de helft van de wateren aan de KRW-norm, vooral in Westfriesland, Kennemerland en de boezems.

Ook doorzicht en chlorofyl-a (maat voor algenbiomassa) voldoen veelal niet aan de norm. De hoogste chlorofylgehalten en het troebelste water worden gevonden in de veengebieden van Laag Holland en in de Wieringermeer. Het helderste water en de laagste algenbiomassa in de Stad van de Zon, de Castri-cummerpolder, de diepe recreatieplassen en delen van de duinen.

Het zuurstofgehalte van het water voldoet overal aan de normen. De zuurgraad (pH) voldoet op de meeste plaatsen, uitzondering zijn de laagveengebieden, de diepe recreatieplassen en het Zwanenwater.

### Water- en oeverplanten

Riet is verreweg de meest voorkomende oeverplant uit alle watertypen (zoet tot brak) in het gebied. Veel oevers hebben een soortenarme begroeiing van ruigtekruiden, zoals Harig wilgenroosje. Zij profiteren van het verterend strooisel, dat daar na het maaien van de water en oevers blijft liggen. De oevers in de veengebieden zijn ook voedselrijk, maar toch soortenrijker, omdat ze minder steil zijn dan die in de veen- en kleigebieden en ook minder intensief beheerd worden (meer open water, minder noodzaak tot maaien). Het rijkt en meest bijzonder zijn de oevers van schone (vaak minder voedselrijke) duinwateren, met een natuurlijk wisselend peil.

In het open water van de veengebieden komen door de grote troebelheid (humus, algengroei, afgebroken veendeeltjes) vaak geen planten voor. Flab- en draadwier zijn de meest voorkomende waterplanten, gevolgd door maaitolerante soorten als Smalle waterpest en Grof hoornblad. Ook kroossoorten ontwikkelen zich vaak goed in de (overmatig) voedselrijke sloten. Soortenrijkere waterplantenvegetaties zijn beperkt tot heldere wateren. Het meest bijzonder zijn de waterplanten van niet al te voedselrijke duinmeren. Deze verdwijnen bij de aanwezigheid van vogelkolonies door bemesting. In sommige brakke wateren komen nog bijzondere brakwatersoorten voor.

De scores van de water- en oeverplanten op de KRW-maatlatten zijn meestal ontoereikend, soms matig en bij uitzondering goed. Overigens zijn er vaak aanzienlijke verschillen in de soortensamenstelling van de water- en oeverplanten bij opeenvolgende bemonsteringen.

### **Fytobenthos**

Het fytobenthos is het aangroei op de waterbodem, water- en oeverplanten, beschoeiing, etc. In het Noorderkwartier is vooral gekeken naar de diatomeeën (kiezelwieren) op de ondergedoken delen van rietstengels. Het zijn goede indicatoren van de waterkwaliteit.

Het meest algemeen is de groep van niet-zoete tot zwak brakke troebele tot heldere, voedselrijke sloten en kanalen, maar ook de groep van zoete tot niet-zoete, tamelijk heldere, voedselrijke kleisloten en -kanalen (vaak in bebouwd gebied) is wijdverspreid. Er komen vooral in Nederland algemene soorten van (zeer) voedselrijk water voor. De duinmeren zijn het meest voedselarm. Binnen de duinmeren zijn naar de mate van voedselrijkdom (vogels!) nog verschillende groepen te onderscheiden, waarin bijzondere soorten voorkomen.

De verschillen tussen achtereenvolgende bemonsteringen zijn veel kleiner dan bij de water- en oeverplanten omdat de eencellige algen meer exclusief reageren op de chemische samenstelling van het water dan op beheermaatregelen, zoals maaien en baggeren.

### **Macrofauna**

De aquatische macrofauna is de met het oog zichtbare ongewervelde fauna in het water, zoals wormen, slakken, kevers en muggenlarven. De diversiteit van deze groep is het grootst in de echt zoete wateren in de duinen en binnenduinrand. Ook in polders met relatief zoet, helder en plantenrijk water is de diversiteit relatief hoog. In de rest van het gebied is de diversiteit van de macrofauna meestal matig en neemt deze af bij een toename van het zoutgehalte. Alleen in de brakste wateren worden kenmerkende brakwatergemeenschappen aangetroffen.

In het algemeen lijkt de soortenrijkdom van de macrofauna in dit gebied geringer te zijn dan in vergelijkbare wateren elders in Nederland. Waarschijnlijk heeft dit te maken met de relatief recente verzoeting en de geïsoleerde ligging van Hollands Noorderkwartier. Dit beeld wordt ondersteund door de scores op de KRW-maatlatten, die meest ontoereikend of matig en maar in een zeer gering aandeel van de gevallen goed zijn.

### **Vis**

De visstand in de wat grotere wateren wordt gewoonlijk gedomineerd door brasem en/of karper. Vooral de verspreiding van karper in het beheergebied is opvallend. Deze soort kan zich hier vrij succesvol reproduceren, terwijl deze in de rest van Nederland meestal afhankelijk is van uitzet.

De biomassa van het totale visbestand is vaak erg hoog, ook in vergelijking met de rest van Nederland. Dit wijst op zeer voedselrijk, productief water, wat ook al zichtbaar was in de hoge gehalten aan voedingsstoffen. Desondanks is er in veel wateren toch ook een behoorlijk bestand aan plantminnende vis aanwezig, vooral snoek. Omdat de beoordeling van de visstand echter is gebaseerd op de relatieve verhouding van soorten en soortgroepen, scoort de visstand op de KRW-maatlatten vaak matig. In de brakke wateren komen soms brakwater- of mariene soorten voor, het geringe aandeel en de beperkte soortenrijkdom van deze groep laat echter zien dat de connectiviteit en/of het habitat voor deze soorten nog te wensen over laat.

### **Biologische typen**

Een biotype is een type waarin de verschillende biologische kwaliteitselementen (BKE's) zijn gecombineerd. Er zijn acht biotypen onderscheiden. Er is een duidelijke samenhang tussen het voorkomen van de biotypen en KRW-watertypen, morfologische factoren, aard van de bodem en het bodemgebruik, peil- en onderhoud en fysisch-chemische variabelen (o.a. chloride, nutriënten, zuurstof).

### **Ecosysteemtoestanden**

Voor het open water zijn vier (geaggregeerde) ecosystemeemtoestanden onderscheiden: troebel water (31% van de onderzochte locaties), arme plantengroei

(28%) en optimale plantengroei (met 3% van de locaties sterk in de minderheid). In sommige gebieden, zoals Laag Holland en de Wieringermeer komen weinig andere toestanden dan troebel water voor. Optimaal ontwikkelde situaties zijn er vooral in stedelijke gebieden, bij relatief lage nutriëntenconcentraties. Overmatige plantengroei, o.a. kroos, komt bij hoge nutriëntenconcentraties voor.

Voor de oevers zijn drie geaggregeerde ecosysteemtoestanden gevonden: soortenrijke oevers (26%), oevers met veel riet (62%), beschoeide oevers (36%)<sup>1</sup>. Beschoeide oevers komen vooral veel voor in het stedelijk gebied. Soortenrijke en onbeschoeide oevers komen vooral in de veengebieden voor. Breedte en diepte werken stimulerend op de soortenrijkdom, beschoeiing, taludhelling, zout- en nutriëntengehalte juist remmend.

Er zijn geen correlaties gevonden tussen het voorkomen van de ecosysteemtoestanden van het open water en de oever.

### **Knelpunten**

Een knelpunt kan worden omschreven als 'een factor die het realiseren van een bepaald doel in de weg staat'. Dat doel is in dit geval een 'goede toestand' (GET of GEP) volgens de Kaderrichtlijn Water.

Het begrip 'goede toestand' is echter niet altijd eenduidig en aan verandering onderhevig. Daarom hebben we hier 'gezond en helder water met de daarbij behorende planten en dieren' als doel gedefinieerd. Alle factoren, natuurlijk of antropogeen, die het behalen van dit doel in de weg staan zijn dus knelpunten.

Wat zijn dan de belangrijkste knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie in het beheergebied van HHNK? Hieronder worden deze benoemd, waarbij onderscheid is gemaakt in knelpunten die samenhangen met voedselrijkdom en helderheid (ESF 1 – 3), knelpunten die samenhangen met het leefgebied van planten en dieren (ESF 4 – 6) en knelpunten in de vorm van toxische omstandigheden (ESF 7 en 8).

### **Knelpunten ESF 1-3: voedselrijkdom en helderheid**

Vrijwel overal is de voedselrijkdom (productiviteit) van het water zeer hoog. De belangrijkste bron van voedingsstoffen voor het gebied als geheel zijn meststoffen vanuit de landbouw. De belasting vanuit natuurlijke bronnen is soms ook hoog, lokaal is sprake van voedselrijke kwel, in de veengebieden van veenafbraak.

Belangrijk kenmerk van het gebied is de mariene historie, hierdoor is er veel zwavel aanwezig in water en bodem. Dit heeft een negatieve invloed op de binding van fosfaat door ijzer, waardoor dit in combinatie met het landgebruik en het peilbeheer in veel gebiedsdelen leidt tot een zeer hoge uitspoeling. In vrijwel alle wateren worden hoge fosfaatgehalten aangetroffen, die een factor 5-10 hoger liggen dan wat wenselijk is voor een helder watersysteem. De belasting met voedingsstoffen ligt vaak ook v er boven de kritische grens voor een heldere toestand. Het water is dan ook overwegend troebel, soms door overmatige algengroei maar vaak ook vanwege zwevende slibdeeltjes. Als gevolg van de hoge belasting met nutriënten is ook de waterbodem zeer voedselrijk. Al met al is de huidige toestand ver verwijderd van de voorwaarden voor een laag- tot matig productief, helder en plantenrijk water.

---

<sup>1</sup> De som van deze getallen is groter dan 100% omdat bijvoorbeeld soortenrijke oevers met veel riet, zowel meetellen bij de soortenrijke oevers als bij de oevers met veel riet.

### **Knelpunten ESF 4-6: leefgebied voor planten en dieren**

Voor wat betreft de eisen die planten en dieren stellen aan hun leefgebied, is onderscheid gemaakt in eisen die ze stellen aan de chemische samenstelling (o.a. zoutgehalte en zuurgraad) van het water en eisen aan de hydromorfologie.

### **Chemische samenstelling van het water**

Belangrijke parameters zijn het zoutgehalte, de zuurgraad en de mate van buffering (zaken als nutriënten, helderheid en zuurstof komen bij respectievelijk ESF1, ESF2 en ESF7 aan bod). Voor het beheergebied van HHNK is vooral het verschil tussen zoet en brak van belang, de analyse laat zien dat er maar weinig wateren echt zoet zijn (duinwateren, binnenduinrand) en weinig wateren echt brak (enkele delen van polders). In veel gevallen is er sprake van water dat noch zoet noch brak is met wisselende zoutgehalten. Dit is ongunstig voor de ecologische kwaliteit.

Door peilbeheer en zoutbestrijding worden geleidelijke overgangen tussen zoet en zout verstoord en is het gebiedseigen karakter van het water verdwenen (nivellering). Uitzonderingen zijn de duinen, delen van Texel en enkele geïsoleerde wateren, waar geen inlaat van boezemwater plaats vindt. Daarnaast onderscheidt Westfriesland zich binnen de poldergebieden nog doordat het vrij zoet is (inlaat IJsselmeerwater). De analyse laat zien dat de waterkwaliteit en ecologische kwaliteit – in termen van helderheid en soortenrijkdom – het best scoren in de zoetste wateren (chloride < 100-150 mg/l). De ecologische kwaliteit van brakke wateren is iets dergelijk aan de hand. Kenmerkende planten en dieren van brakke wateren worden vrijwel alleen gevonden in de matig - sterk brakke wateren (chloride > 3000 mg/l). De wateren die qua zoutgehalte hiertussen in zitten hebben in het algemeen een lage ecologische kwaliteit, waarbij de hoge voedselrijkdom en troebelheid ook niet helpt.

### **Hydromorfologie**

De term hydromorfologie is een samentrekking van hydrologie en morfologie en gaat over de waterstromen en de inrichting van het watersysteem. Het peilbeheer is in dominante mate bepalend voor de hydromorfologie. Naast het al genoemde effect op de watersamenstelling (in- en uitlaat, nivellering), heeft het peilbeheer nog een aantal directe en indirecte effecten op de waterkwaliteit en het leefgebied van planten en dieren:

- Lagere waterpeilen leiden tot lagere grondwaterstanden en beïnvloeden daarmee allerlei biogeochemische processen in de bodem (veenafbraak, mineralisatie organisch materiaal, oxidatie van pyriet). Het is daarmee één van de oorzaken van bodemdaling ([Stowa Deltafacts](#)). Lagere waterpeilen en grondwaterstanden leiden bovendien tot een toename van (nutriëntrijke en/of brakke) kwel. Dit alles is van grote invloed op zowel de watersamenstelling als op de nutriëntenbelasting en kan ook van invloed zijn op de verblijftijd van het water;
- Peilbeheer leidt tot veel meer heen en weer gaande waterstromen (in- en uitlaat) in plaats van op en neer (peilfluctuatie). Hierdoor vindt een sterke vermenging van waterstromen plaats en daarmee nivellering van de waterkwaliteit (alles wordt hetzelfde). Dat geldt zowel voor de polders (inlaat van boezemwater) als voor het gebied als geheel (inlaat van water uit het IJsselmeer en Markermeer). De kwaliteit van dit laatste water is overigens qua nutriënten véél beter dan het gebiedseigen water van HHNK. Daarnaast wordt door een toename van de in- en uitlaat ook de verblijftijd van het water verkort, wat o.a. van grote invloed is op algengroei;
- Natuurlijke peildynamiek met hogere peilen in de winter en lage peilen in de zomer is essentieel voor vele ecologische processen. Voorbeelden zijn paai- en opgroei van vis in ondergelopen oeverland in het voorjaar, kieming van zaden en vorming van uitlopers op droogvallende oevers in de zomer en natuurlijke zuivering door moerassen en oevervegetaties;

Van op en neer naar heen en weer!

- Versnippering van het watersysteem door kunstwerken (o.a. gemalen en stuwen) die nodig zijn voor het peilbeheer;
- Inrichting van het watersysteem, steile taluds, beschoeiing, uniform diepteprofiel;
- Maaibeheer en baggeren ten behoeve van afvoercapaciteit.

In de meeste gebieden is het peilbeheer *in brede zin* een groot, zo niet het grootste, knelpunt voor de ontwikkeling van een goede waterkwaliteit en ecologische kwaliteit.

### **Knelpunten ESF 7-8: toxische omstandigheden**

Onder knelpunten op het vlak van toxische omstandigheden worden hier naast de belasting van het watersysteem met toxische stoffen (ESF 8) ook zuurstofproblemen door organische belasting (ESF7) verstaan. Uit de analyse komt, zowel bij de analyse van de organische belasting als bij de toxiciteit ammonium als aandachtspunt naar voren. In veel gebieden worden hoge ammoniumgehalten gemeten, vooral ook 's winters. Dit wijst op uitspoeling van uit de percelen. Ammonium heeft een hoge zuurstofvraag bij afbraak en is in hoge concentraties toxisch (vooral ammoniak). Hoewel dit zeker een aandachtspunt is, lijkt dit knelpunt nergens in het beheergebied zo groot dat het een zichtbaar ecologisch effect zal hebben op de schaal van een heel watersysteem.

Een ander aandachtspunt vormen de gewasbeschermingsmiddelen. In het beheergebied worden deze met name in de akkerbouw en de bollenteelt veel gebruikt. Ook hier komen uit de analyse geen knelpunten naar voren die op het niveau van een geheel watersysteem zichtbaar zijn in de ecologie. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat er rondom de (gecombineerde) effecten van deze middelen veel onzekerheden zijn. Op dit moment staan gewasbeschermingsmiddelen in de schijnwerpers met het oog op de mogelijke effecten op (terrestrische) insectenpopulaties.

NB! Bovenstaande constatering gaat voorbij aan het feit dat organische belasting en belasting van het watersysteem met toxische stoffen lokaal grote effecten kunnen hebben. Voorbeelden zijn overstorten van rioolwater en de daarbij optredende zuurstofproblemen. Ook kunnen lokaal toxische stoffen in veel hogere concentraties voorkomen.

### **Mogelijke maatregelen**

Maatregelen zijn erop gericht om de knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie aan te pakken, om effectief te zijn moeten ze vaak het knelpunt in zijn geheel oplossen.

Zoals hierboven is uiteengezet, hangen de belangrijkste knelpunten samen met de hoge belasting van het watersysteem met nutriënten, het ontbreken van een gebiedseigen waterkwaliteit, het ontbreken van een natuurlijke peildynamiek, een uniforme inrichting, een intensief beheer en de versnippering van het watersysteem. Niet overal zijn alle knelpunten aanwezig, in grote lijnen kent ieder gebiedsdeel zijn eigen combinatie van kenmerken, invloeden en daarmee knelpunten.

Wat echter wel overeenkomstig is en duidelijk wordt uit de analyse, is dat het landgebruik en het ten behoeve daarvan gevoerde peilbeheer, in belangrijke mate bepalend is voor de waterkwaliteit en ecologie. Vooral het landbouwkundige gebruik, het bijbehorende peilbeheer en de hoge uit- en afspoeling van nutriënten die hiermee samenhangt, staan het realiseren van een goede toestand in de weg. In die gevallen kan eigenlijk alleen een rigoureuze aanpassing van het landgebruik en het peilbeheer soelaas bieden. Op het niveau van hele KRW-gebieden is dat niet mogelijk zonder wijziging of aantasting van de huidige functies en gebruik. Wel kunnen lokaal, bijvoorbeeld bij

wijziging van het landgebruik, goede mogelijkheden zijn om zowel het peilbeheer als de belasting aan te pakken. Dit is in principe overal kansrijk, maar kan het meest opleveren in gebieden met hoge ecologische potenties zoals de binnenduinrand.

In stedelijk gebied is de waterkwaliteit vaak beter en is de samenstelling van de vegetatie soortenrijker. Hoewel ook hier lokaal slechte omstandigheden kunnen voorkomen (o.a. overstorten), is de toestand in het algemeen juist beter dan in het landelijke gebied. Maatregelen liggen dan ook in een verdergaande beperking van de belasting van het watersysteem en waar mogelijk (vooral bij nieuwe ontwikkelingen) toestaan van een meer natuurlijke peildynamiek. Ook nieuwe ontwikkelingen, zoals uitbreiding van stedelijk gebied, bieden kansen. Eén van de gebieden met de beste waterkwaliteit, Stad van de Zon, laat dat ook mooi zien.

In de duingebieden komen de wateren met de beste kwaliteit en hoogste ecologische waarde voor. Ook hier vormt de belasting met nutriënten soms echter een knelpunt. Om dit op te lossen moet de belasting door vogels worden teruggedrongen.

Van de maatregelen die in veel situaties binnen de huidige functies en gebruik wel kansrijk en effectief zijn, is het benutten van de overruimte in het watersysteem naar verwachting de belangrijkste. Hiermee wordt gebruik gemaakt van de extra afvoercapaciteit die in het watersysteem aanwezig is, om vegetatie te laten ontwikkelen. Dat vereist vooral een aanpassing van het beheer (minder maaien). Dit is naar verwachting ook op grotere schaal mogelijk en daarmee effectiever dan de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Voor wat deze en overige maatregelen betreft is in de gebiedsrapporten per KRW-gebied aangegeven wat de mogelijkheden zijn.

### **Aanbevelingen**

De systeemanalyses hebben veel inzichten opgeleverd over de huidige toestand, de historische ontwikkelingen en de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie. Het laat ook zien over welke zaken we nog onvoldoende weten.

Zo is peilbeheer een factor die de waterkwaliteit en ecologie op complexe wijze beïnvloedt. In (voormalig) brakke gebieden vormen zout en zwavel daarbij extra complicerende factoren. Herstel van een (meer) natuurlijke peildynamiek kan de knelpunten aanpakken. Er is veel kennis over de afzonderlijke effecten van peilbeheer, maar we weten nog te weinig van de effecten van een aangepast peilbeheer in concrete situaties. Gezien de complexe relaties wordt aanbevolen experimenteel veldonderzoek uit te voeren om hier meer inzicht in te verkrijgen.

Iets dergelijks geldt ook voor het effect van wisselende zoutgehalten en van een aangepast maaibeheer op de ecologie. Ook hier zou experimenteel onderzoek inzicht kunnen verschaffen.

Verder wordt aanbevolen de monitoring van de waterkwaliteit en ecologie van de wateren in de duingebieden te intensiveren.



# Leeswijzer

Voorliggend rapport is het overkoepelende hoofdrapport van het project ‘Doelen op maat’, dat in 2013 van start is gegaan. Het project kent 4 fasen, van een ‘exploratieve fase om de relevante factoren in het lichtklimaat te onderzoeken’ tot de uiteindelijke ecologische systeemanalyse van 51 KRW-gebieden van HHNK. In dit overkoepelende rapport worden de belangrijkste bevindingen gepresenteerd. Het dient ook als leeswijzer voor de achterliggende rapporten over de uitgevoerde analyses en de gebiedsbeschrijvingen (zie § 1.4).

In Hoofdstuk 1 is de achtergrond en aanpak van het project beschreven, in Hoofdstuk 2 de ligging van het beheergebied van HHNK. Hoofdstuk 3 gaat in op de ontstaanswijze, het landschap en het huidige gebruik van het beheergebied van. Dit betreft grotendeels het ‘droge deel’. In Hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de kenmerken van de watersystemen en het beheer (het ‘natte deel’).

Vanaf Hoofdstuk 5 wordt meer specifiek ingezoomd op de KRW-gebieden, eerst op de kenmerken en invloeden van deze gebieden en in Hoofdstuk 6 op de huidige toestand van de KRW-waterlichamen voor wat betreft waterkwaliteit en ecologie. Daarbij worden gebieden en regio’s binnen HHNK onderling vergeleken, maar wordt soms ook een vergelijking gemaakt met de rest van Nederland.

In Hoofdstuk 7 worden de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie gepresenteerd, zoals die uit de systeemanalyse naar voren zijn gekomen. Er wordt ook kort ingegaan op de vertaling van knelpunten naar maatregelen. In

In Hoofdstuk 8 wordt dieper ingegaan op maatregelen; wat is kansrijk en in welke situatie? Onderscheid wordt gemaakt naar verschillende groepen en typen van maatregelen. Tenslotte staan in hoofdstuk 8 discussie, conclusies en aanbevelingen.



Zoetwaterspons en waterpest in het labrynt van het Park van Luna - Stad van de Zon (NGJ)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> NGJ bij foto-onderschriften betekent Nico Jaarsma en HvD Herman van Dam.



Grasland is de belangrijkste grondgebruiksvorm in het gebied (NGJ)



Voor de teelt van bollen zijn veel mest, gewasbeschermingsmiddelen en water nodig (NGJ)

# I. Inleiding

## I.1 Aanleiding



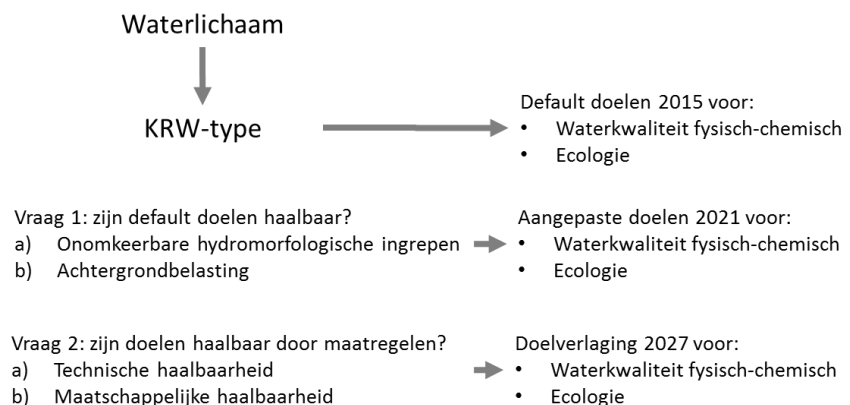
Wapen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Voor de tweede generatie KRW-stroomgebiedsbeheerplannen (SGBP2, planperiode 2016-2021) heeft Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) medio 2014 de ecologische doelen generiek vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met de relatief hoge natuurlijke achtergrondbelasting in het beheergebied (Schipper e.a..2014; Van Ee e.a..2015).

Voor de derde generatie stroomgebiedsbeheerplannen (SGBP3, planperiode 2021-2027) wil HHNK de doelen ecologisch onderbouwd per waterlichaam vaststellen. Om dit te kunnen bereiken wil HHNK het inzicht in het ecologische functioneren van de verschillende KRW-gebieden vergroten en een gedegen analyse uitvoeren van de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie. Dit vormt de basis voor het formuleren van technisch haalbare maatregelen, waarvan mag worden verwacht dat ze effectief zijn. De vervolgstap is het inschatten van de effecten van deze maatregelen op flora en fauna en de consequenties die dit heeft voor de haalbaarheid van de huidige KRW-doelen.

Het overzicht van knelpunten en technisch haalbare en effectief geachte maatregelen dient als input voor de maatschappelijke discussie over doelen en maatregelen voor de KRW. Daarin moet een afweging worden gemaakt tussen technische haalbaarheid enerzijds en de maatschappelijke haalbaarheid (gevolgen voor functies en kosten) anderzijds. De uitkomst van die discussie, die elders wordt gevoerd, is bepalend voor de uiteindelijke doelen voor de KRW (SGBP3, 2027). Figuur 1 geeft de stappen in de doelafleiding schematisch weer.

Figuur 1.1 Stappen in de doelafleiding voor de KRW.



Uitgangspunt voor de doelen zijn de KRW-watertypen en de daarvoor geldende “default” (standaard) doelen voor waterkwaliteit en ecologie. Indien kan worden aangetoond dat deze doelen niet haalbaar zijn (vraag 1), is dit reden om de doelen aan te passen. Dit is voor HHNK in 2014 gedaan naar aanleiding van de resultaten van de studie naar de natuurlijke

achtergrondbelasting van de wateren in Hollands Noorderkwartier. Voorliggende studie gaat in op vraag 2; zijn de doelen haalbaar door maatregelen? Daarbij wordt gekeken naar de technische haalbaarheid, door eerst de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie in beeld te brengen en vervolgens zinvolle (effectief geachte) maatregelen te definiëren. De uiteindelijke doelen (voor SGBP3, 2017) kunnen pas worden afgeleid na een maatschappelijke afweging van maatregelen en een inschatting van het effect van die maatregelen op de waterkwaliteit en ecologie.

Het project 'Doelen op maat' geeft invulling aan de systeemanalyses voor de 51 KRW-gebieden van HHNK.

## 1.2 Doel

Een omvattend project als de systeemanalyses van de 51 KRW-gebieden van HHNK kent meerdere doelen. De belangrijkste zijn:

- Het ontsluiten, bundelen en presenteren van de beschikbare data, kennis en informatie van de KRW-gebieden;
- Het beschrijven van de historie en huidige toestand van de KRW-gebieden, het watersysteem, de waterkwaliteit en ecologie;
- Het verkrijgen van inzicht in het ecologisch functioneren van het watersysteem door analyse van de beschikbare data, kennis en informatie (systeemanalyse);
- Het identificeren van knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie;
- Het formuleren effectieve maatregelen om deze knelpunten op te lossen.

Voorliggend rapport is het overkoepelende hoofd rapport. Het doel van dit rapport is:

- Het geven van een overkoepelend beeld van de historie en de huidige toestand van het watersysteem, de waterkwaliteit en de ecologie voor het beheergebied als geheel en voor de KRW-gebieden afzonderlijk;
- Het fungeren als een leeswijzer voor alle rapporten van het project;
- Een zelfstandig leesbaar rapport, wat bruikbaar is als naslagwerk en voor diverse studies van HHNK;

## 1.3 Opzet systeemanalyses

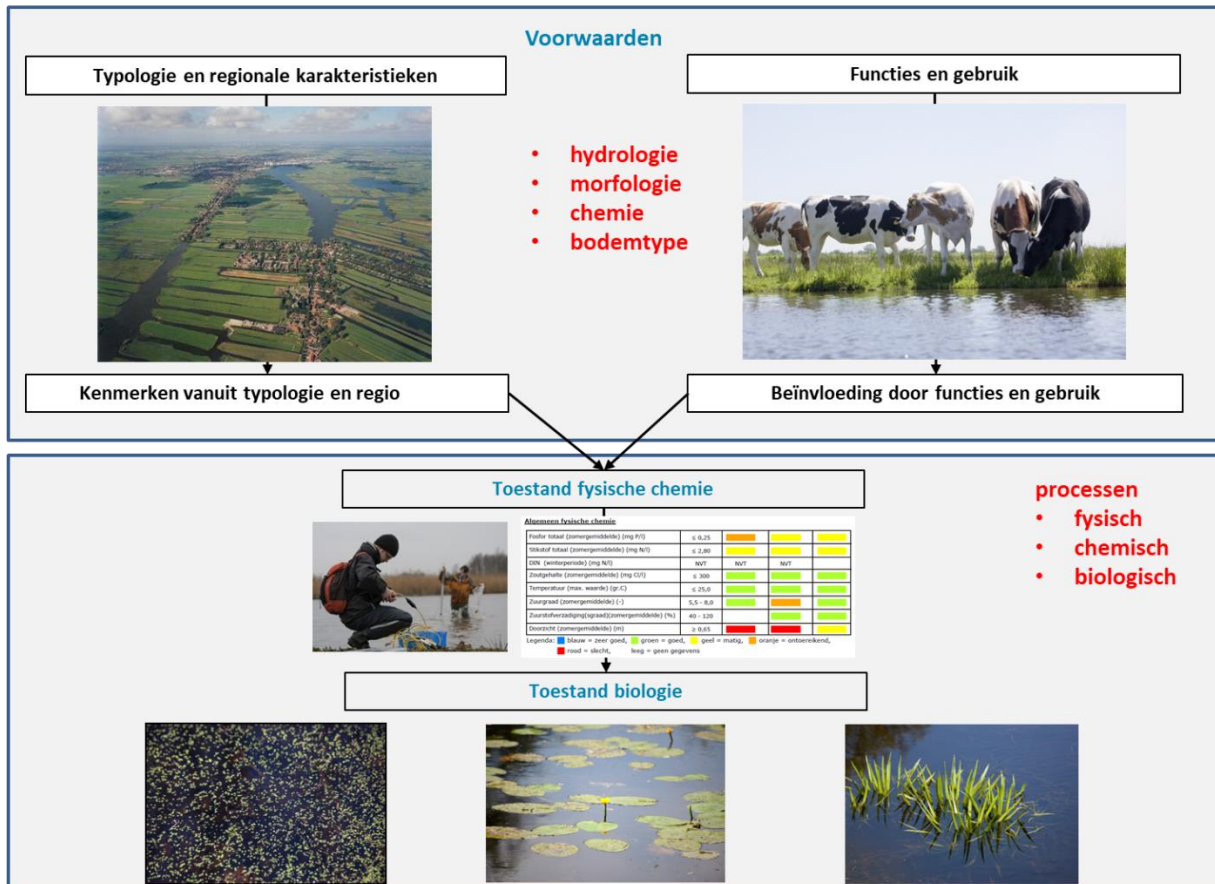
In deze sectie wordt de opzet van het project beschreven. Daarin staat het begrip van de huidige toestand centraal. Om dit vorm te geven is gebruik gemaakt van het systeem van de ecologische sleutelfactoren van [STOWA \(2018\)](#). Belangrijkste doel is om op basis van alle beschikbare informatie knelpunten en maatregelen te identificeren voor de waterkwaliteit en ecologie.

### 1.3.1 Begrip van de huidige toestand

De factoren die van invloed zijn op de huidige toestand voor de waterkwaliteit en ecologie, worden toegelicht aan de hand van het schema in Figuur 1.2. Dit geeft de samenhang weer tussen de kenmerken van het watersysteem en de menselijke invloeden hierop (de *voorwaarden*) enerzijds en de waterkwaliteit en de er voorkomende planten en dieren (de *toestand*) anderzijds. De

relatie is echter niet één op één, van belang voor de toestand zijn ook allerlei fysische, chemische en biologische *processen* in het watersysteem. De onderdelen van het schema worden hieronder kort toegelicht.

Figuur 1.2. Samenhang tussen 'voorwaarden' en 'toestand' voor waterkwaliteit en ecologie (zie tekst voor toelichting).



## Voorwaarden

*Typologie en regio:* het watertype (bijv. kanaal of meer) en de landschappelijke regio (bijvoorbeeld duinen of laagveengebied) zijn in belangrijke mate bepalend voor allerlei basiskenmerken van het watersysteem zoals de vorm en het bodemtype.

*Functies en gebruik:* daarnaast wordt het watersysteem in meer of mindere mate beïnvloed door functies en gebruik van water en land (bijvoorbeeld nutriëntenbelasting en peilbeheer in gebieden met een stedelijke of landbouw-functie).

## Toestand

De toestand is wat uiteindelijk in het veld wordt gemeten. De fysisch-chemische toestand wordt voor een deel rechtsreeks bepaald door bovengenoemde kenmerken en invloeden. Samen zorgen ze voor een watersysteem met een bepaalde:

- aan- en afvoer van water (hydrologie),
- samenstelling van het aanvoerwater (chemie),
- vorm, breedte, diepte, volume (morfologie),
- grondslag (bodemtype).

De biologie is grotendeels volgend, planten en dieren vinden een leefgebied in een water met een bepaalde hydrologie, chemie, morfologie en bodemtype.

### Processen

Echter net zo belangrijk, zo niet belangrijker, zijn allerlei fysisch-chemische en biologische processen in het watersysteem zelf!

Ieder watersysteem is uniek, met een eigen combinatie van kenmerken en invloeden. Daarbij is het watersysteem te zien als een soort van ‘reactorvat’ met allerlei fysische, chemische en biologische processen in het water en in de waterbodem. Deze processen zijn ook weer bepalend voor de waterkwaliteit en ecologie; voorbeelden zijn primaire productie door algen en waterplanten, afbraak van organisch materiaal door bacteriën, nalevering van nutriënten door de waterbodem. Ondergedoken waterplanten maken het water helder, kroosbedekking zorgt voor zuurstofloosheid en brasem en karper vertroebelen het water door opwerveling van slib.

De processen in het watersysteem maken de ecologie complex, maar deze complexiteit maak het bestuderen van een watersysteem juist ook weer interessant. In de systeemanalyse wordt geprobeerd de huidige toestand te duiden (te begrijpen), vanuit een integrale analyse van de onderliggende, systeemkenmerken, invloeden en processen. Hiervoor worden o.a. ecosysteemmodellen gebruikt.

### 1.3.2 ESF's als kapstok

Welke stuurfactoren bepalen de ecologische toestand? In de systematiek van Ecologische Sleutelfactoren (ESF) voor stilstaande wateren worden negen factoren onderscheiden ([STOWA 2014](#); zie onderstaand kader). Met uitzondering van de factor Context, gaat het om abiotische factoren.

In dit project zijn de ESF's als ‘kapstok’ gebruikt voor de systeemanalyse. Dat betekent dat de data en analyse zijn gestructureerd volgens de eerste 8 sleutelfactoren en de daarin aangegeven hiërarchie.

### 1.3.3 Globale aanpak

Een belangrijk onderdeel van het project is het ontsluiten van de informatie over de KRW-gebieden en -waterlichamen. Het betreft in totaal 51 gebieden en de informatie bestaat uit rapporten, kaarten, meetgegevens, GIS-bestanden, veldwaarnemingen et cetera.

Hiermee is per waterlichaam een uitwerking gemaakt die meestal bestaat uit (zie Figuur 1.3):

1. Een **beschrijvend deel**, met als onderdelen: ligging, ontstaan, bodem en geologie, grondgebruik, watersysteem, morfologie, waterbalans, nutriëntenbelasting, huidige waterkwaliteit, maaibeheer en ecologie. Deze onderdelen worden in hoofdstuk 2 tot en met 6 voor het gebied als geheel besproken;
2. **ESF analyse**, met een gedetailleerde analyse per ecologische sleutelfactor (ESF-detailanalyse) en een beschouwing van knelpunten en maatregelen. De knelpunten en maatregelen voor het gebied als geheel worden in hoofdstuk 7 en 8 besproken.

In de uitwerking van knelpunten en maatregelen is per gebied een synthese gemaakt, door het beschrijvende deel en de ESF-analyse met elkaar te confronteren. Samen met de veldbezoeken levert dit in de meeste gevallen een duidelijk beeld van de huidige toestand, de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie en zinvolle maatregelen. Dit is te vinden in de gebiedsrapporten.

## Kader Ecologische Sleutel Factoren (ESF's)

### Herstel ondergedoken waterplanten en oeverplanten (ESF1-3)

Voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten is voldoende licht op de bodem de belangrijkste voorwaarde. Het belangrijkste potentiële knelpunt hiervoor is de aanwezigheid van algen of kroos veroorzaakt door een te hoge externe belasting met nutriënten (ESF1 productiviteit water). Als de belasting voldoet kunnen bijvoorbeeld zwevend stof en kleuring voor verstoring van het lichtklimaat zorgen (ESF2 lichtklimaat). Pas als er voldoende licht op de bodem valt, kan de samenstelling van de waterbodem een knelpunt vormen voor herstel (ESF3 productiviteit waterbodem). De ontwikkeling van oeverplanten is afhankelijk van voldoende peilfluctuatie (ESF4 habitatgeschiktheid).

### Herstel van specifieke planten, vis en macrofaunasoorten (ESF4-6)

Voor het herstel van specifieke soorten zijn standplaatscondities bepalend (ESF4). Bovendien spelen migratiemogelijkheden en de aanwezigheid van restpopulaties (ESF5 verspreiding) en beheer, onderhoud en vraat (ESF6 verwijdering) een belangrijke rol. De samenstelling van soorten macrofauna en vis is met name afhankelijk van de aanwezigheid van substraat (waaronder waterplanten) en stromingscondities (ESF4) en verspreidingsmogelijkheden (ESF5).

### Waterkwaliteit in een bredere context (ESF 7-8 en SF9)

Drie ecologische sleutelfactoren die niet direct van invloed zijn op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten, maar wel van belang zijn voor waterkwaliteit en ecologie in een bredere context zijn de drie laatste ecologische sleutelfactoren. Deze ecologische sleutelfactoren staan, wanneer ze een rol spelen en een probleem vormen, vaak als hoogste in de hiërarchie van de sleutelfactoren. De organische belasting bepaalt of er sprake is van zuurstofproblemen (ESF 7). Microverontreinigingen kunnen zorgen voor acute toxische effecten op de aanwezige planten en dieren (ESF 8). Ten slotte brengt de laatste sleutelfactor (SF9, context is geen ecologische sleutelfactor) in beeld wat de ruimte is voor verbetering van waterkwaliteit en ecologische kwaliteit, door afweging van de verschillende functies die een watersysteem vervult. Dit is dus feitelijk de maatschappelijke context en daarmee de link met andere beleidsterreinen rondom het waterbeheer.



### Uitwerking per waterlichaam, onderdelen:



Figuur 1.3. Onderdelen van de systeemanalyse per KRW-waterlichaam.

### Beschrijvende deel

Het beschrijvende deel van de gebiedsrapporten bestaat uit een omvangrijk historisch deel. Dit is niet alleen interessant maar ook zeer relevant om te begrijpen hoe het gebied en het watersysteem er in de huidige situatie bij ligt. De huidige situatie is niet alleen beschreven aan de hand van bestaande

informatie, er zijn binnen het project ook enkele uitgebreide analyses uitgevoerd met de bij het waterschap beschikbare fysisch-chemische en biologische basisgegevens.

**Biotypen en regio's**

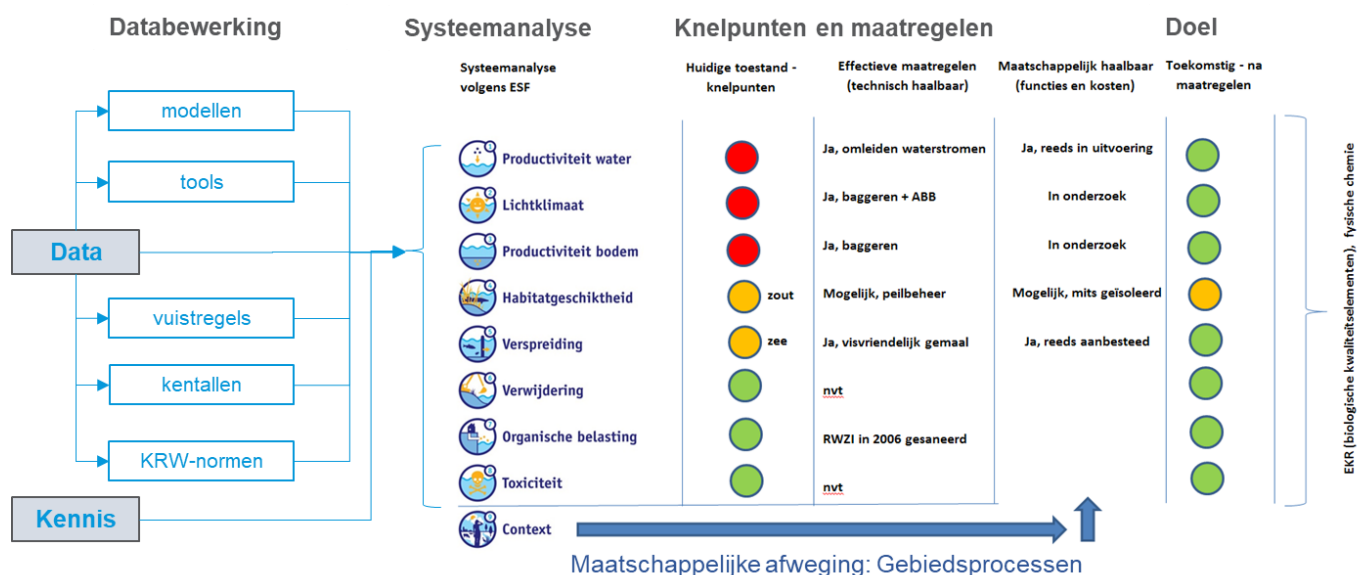
Een belangrijk product van het project is dan ook de typologie van de wateren in het gebied op basis van de biologische variatie in planten en dieren. Dit is beschreven in een deelrapport (Van Dam & Jaarsma 2020b). Hierin is ook een indeling van het beheergebied gemaakt in regio's. De KRW-gebieden in de regio's hebben veelal een vergelijkbaar landschapstype en vertonen vaak ook veel biologische overeenkomsten. Ook vertonen ze vaak veel overeenkomsten in knelpunten en maatregelen. De gebiedsrapporten zijn derhalve gebundeld per regio.

**ESF-analyse**

De aanpak van de ESF-analyses is schematische weergegeven in Figuur 1.4. Voor de ESF-analyse is de beschikbare data gebundeld in databases en op allerlei verschillende manieren verder bewerkt. Er is gebruik gemaakt van modellen, tools, vuistregels, kentallen en normen om de getallen te duiden. Daarbij zijn de data geordend volgens de indeling en hiërarchie van de ESF's.

In de systeemanalyse wordt per sleutelfactor of combinatie van factoren bekeken wat de huidige toestand is en of die logisch samenhangt met de kenmerken en invloeden (voorwaarden, zie Figuur 1.2). Met andere woorden: begrijpen we wat we zien? Dit is per gebied en sleutelfactor uitgewerkt (zie gebiedsrapporten), op een zoveel mogelijk gestandaardiseerde wijze. De ESF-detailanalyses (zie hieronder) spelen daar een belangrijke rol in.

Om te bepalen of er knelpunten zijn, is het nodig om de huidige toestand af te zetten tegen een 'goede' toestand. Hiervoor zijn per sleutelfactor criteria afgeleid, die zijn opgenomen in een aparte rapportage (Jaarsma & Van Dam 2020). Iedere sleutelfactor wordt beoordeeld, waarbij deze **op rood (voldoet niet)**, **oranje (voldoet mogelijk)** of **groen (voldoet)** staat.



Figuur 1.4. Opzet van de ESF-analyse (zie tekst voor toelichting).

Maatregelen zijn bedoeld om de knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie op te lossen. Daarbij geldt vaak dat ze pas een zichtbaar effect hebben (effectief zijn) als ze een knelpunt ook daadwerkelijk in zijn geheel oplossen. Er is in dit project alleen gekeken naar wat we 'technisch' haalbaar achten, nog niet naar kosten of maatschappelijke haalbaarheid.



**Overzicht per gebied in de ESF-detailanalyse**

Om een overzicht te verkrijgen van de relevante informatie is dit gebundeld in Excel, zodanig dat voor ieder KRW-gebied een ESF-detailanalyse kan worden gepresenteerd. Hierin staan zowel de basiskenmerken van het KRW-gebied en het watersysteem als de voorwaarden en toestand per ecologische sleutelfactor (Figuur 1.6). Per ESF is ook met de kleur van het betreffende ESF-icoon aangegeven of er al dan niet sprake is van een knelpunt.

## 1.4 Producten ‘Doelen op Maat’

**‘Doelen op maat’ fasen 1 – 3**

Het project is in 2014 gestart met een verkennende analyse van het lichtklimaat en nutriënten. In 2015 is de analyse verdergegaan door de sleutelfactoren productiviteit (ESF1), lichtklimaat (ESF2) en productiviteit waterbodembodem (ESF3) te onderzoeken. In 2016 is de basis gelegd voor de huidige uitwerking van de systeemanalyses van 51 gebieden. Er is toen een uitwerking gemaakt voor 6 pilotgebieden. De bevindingen van de eerste 3 fasen van 'Doelen op maat' zijn vastgelegd in de volgende achtergrondrapporten:

1. [R. Bijkerk & H. van Dam \(2014\). Exploratieve analyse licht en nutriënten;](#)
2. [R. Bijkerk, N. Jaarsma & H. van Dam \(2015\). Analyse ESF 1 – 3;](#)
3. [N. Jaarsma, H. van Dam & R. Bijkerk \(2017\). Uitwerking ESF 1 – 8 voor 6 pilotgebieden.](#)



Figuur 1.5 Rapporten Doelen op maat 1, 2 en 3.

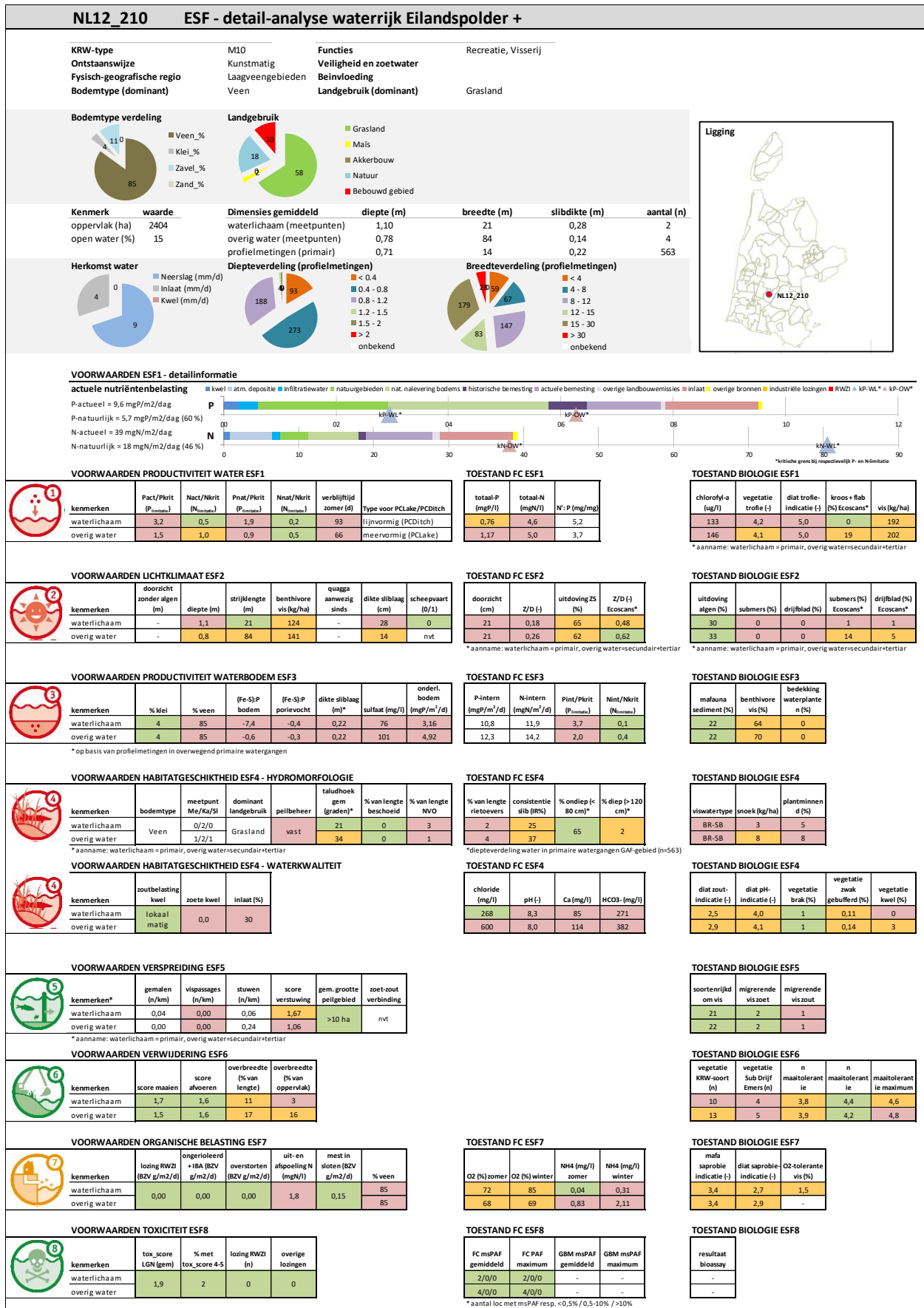
**Overzicht rapporten ‘Doelen op maat’ fase 4**

Fase 4 van het project is in 2017 van start gegaan. Hierbij zijn systeemanalyses uitgevoerd voor de resterende 45 KRW-gebieden. Daarbij is de in de pilotgebieden ontwikkelde methodiek aangehouden. Aanvullend zijn verschillende analyses uitgevoerd, waaronder een uitgebreide analyse van de bij het hoogheemraadschap beschikbare biologische data (Rapport 2: typologie). Ook zijn er verschillende analyses uitgevoerd ten behoeve van de invulling van de sleutelfactoren. Deze zijn vastgelegd in enkele aparte notities en bestanden (zie bij overige producten).

In rapport 3 is het beoordelingskader toegelicht dat is toegepast bij de KRW watersysteemanalyses voor HHNK. Met behulp van dit beoordelingskader wordt per sleutelfactor bepaald of er sprake is van een knelpunt (**ESF=rood**), een mogelijk knelpunt (**ESF=oranje**) of geen knelpunt (**ESF=groen**).

De rapporten 4 - 10 behandelen ieder één regio. Ze bevatten de beschrijvingen en analyses van knelpunten en maatregelen per gebied binnen die regio.

# Inleiding



Figuur 1.6. Voorbeeld van de ESF-detailanalyse voor de Eilandspolder.

Rapporten Fase 4 van het project 'Doelen op maat' (Code AWN 1308-4-xx).

1. [Hoofdrapport](#) (dit rapport)
2. [Typologie](#) (Van Dam & Jaarsma 2020b)
3. [Verantwoording systeemanalyses volgens ESF-methodiek](#) (Jaarsma & Van Dam (2020))
4. [Boezemwateren](#) (Van Dam e.a. 2020a)
5. [Polders Texel](#) (Van Dam e.a. 2020b)
6. [Wieringerland](#) (Van Dam e.a. 2020c)
7. [Westfriesland](#) (Van Dam e.a. 2020d)
8. [Kennemerland](#) (Van Dam e.a. 2020e)
9. [Laag Holland](#) (Van Dam e.a. 2020f)
10. [Duingebied](#) (Van Dam e.a. 2020g)

### Overige producten

Daarnaast heeft het project nog enkele notities opgeleverd, die als achtergrond dienen bij de systeemanalyses. Ten slotte is de gebruikte data gebundeld in enkele digitale bestanden, is er een Excelbestand van de ESF-detailanalyse per waterlichaam en is er de ingevulde STOWA-tool OXY-VAL voor ESF7 (organische belasting).

*Notities en rapporten:*

ESF 3 - Analyse waterbodengegevens HHNK (Jaarsma 2018c)

ESF 7 - Organische belasting (Jaarsma 2018b)

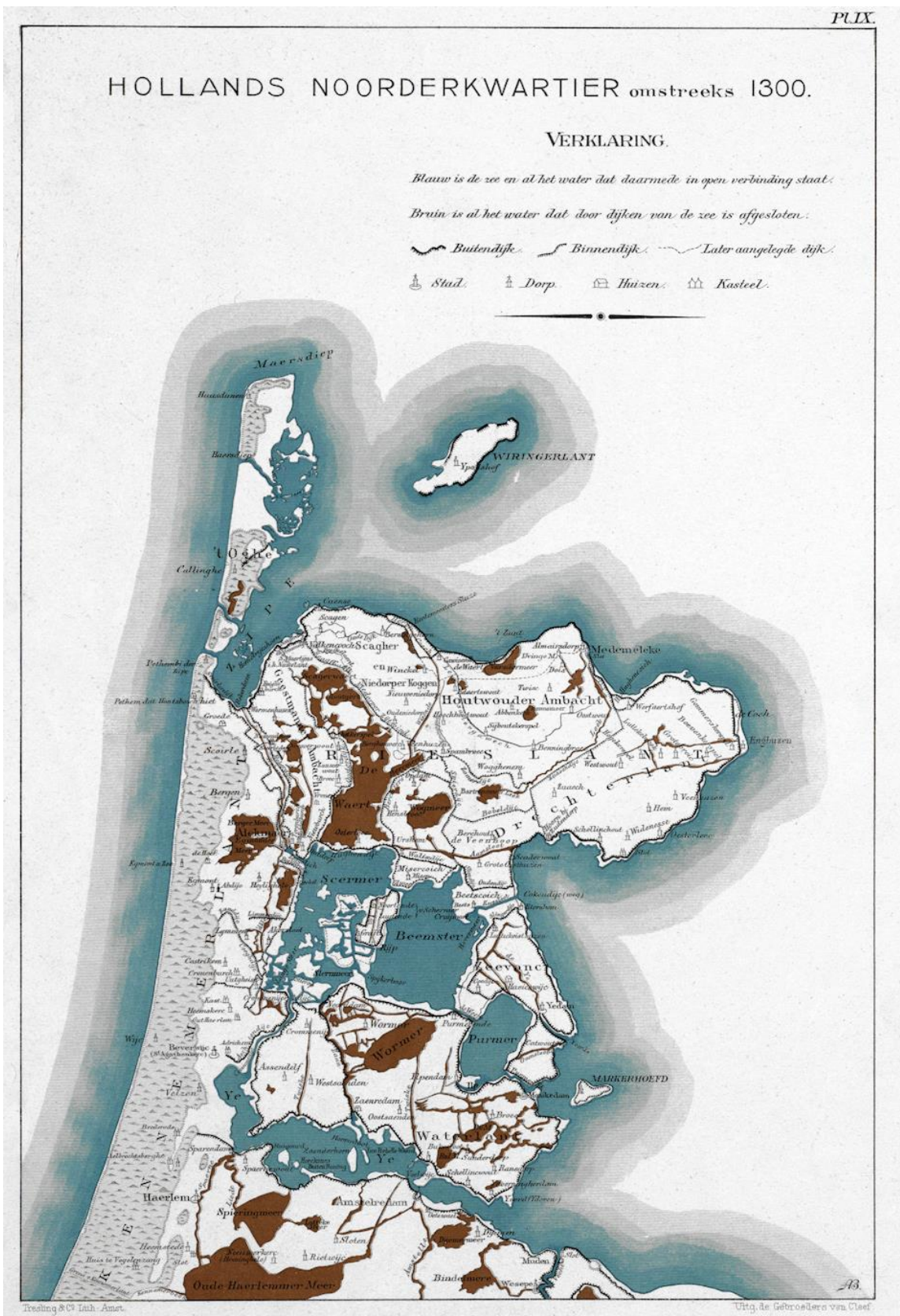
ESF 8 – Toxiciteit (Postma & Keijzers 2018)

*Digitale bestanden:*

- Bijlagen typologie;
- Bijlagen overzicht waterbodendata;
- Excel: ESF - detailanalyse per waterlichaam (versie 2020)
- Excel: Overzicht knelpunten per waterlichaam (versie 2020)
- Excel: OXY-VAL\_HHNC - uitwerking ESF7: organische belasting



De snoek geeft de voorkeur aan helder water met veel waterplanten (NGJ).



Er zijn diverse historische reconstructies van de topografie van het Noorderkwartier in de Middeleeuwen. Op deze vrij onbekende kaart is duidelijk te zien welke wateren direct door de zee werden beïnvloed (blauw) en welke niet (bruin) (Tresling & Co ca. 1920).

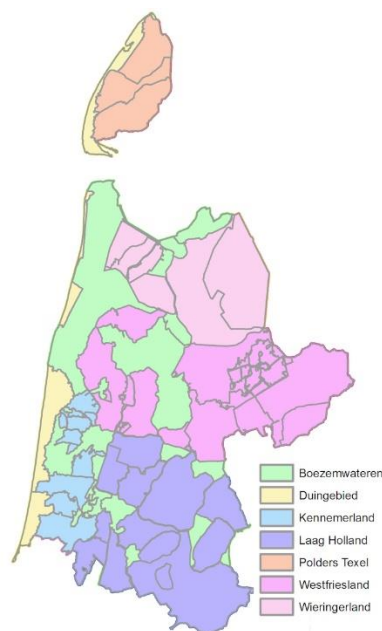
## 2. Ligging

Ten noorden van het kanaal is het landschap kaal. Hier regeren wind en water. De mensen zijn er nuchter, hardwerkend en allergisch voor bemoeienis van elders. Het kan geen toeval zijn dat de Spanjaarden in de Tachtigjarige Oorlog hier hun eerste grote nederlagen leden tegen de Hollanders.

De barrière bestaat al sinds mensenheugenis. Want voordat het kanaal werd gegraven, lag op die plek het IJ – toen een grote zeearm. De waterscheiding sneed het gewest Holland in tweeën, bijna tot aan Haarlem.

(Niemantsverdriet 2019)

Het beheergebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier beslaat het vaste land van de provincie Noord-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal en het eiland Texel (Figuur 2.1). Het oppervlak bedraagt 1964 km<sup>2</sup>. Dit is het enige waterschap dat geheel omgeven wordt door wateren. Behalve het Noordzeekanaal zijn dit de Noordzee, de Waddenzee, het IJsselmeer, het Markermeer en het IJ. In de figuur is ook de indeling van de regio's aangegeven, die is gehanteerd voor de regio-rapporten (zie p. 19 en §5.2).



Figuur 2.1 Regio-indeling van het HHNK-gebied voor de ecologische systeemanalyses.

Met uitzondering van de duinen en delen van Texel en het voormalige eiland Wieringen ligt vrijwel het hele gebied beneden de zeespiegel en bestaat uit een groot aantal polders waarvan het overtollig water via het boezemsysteem naar zee wordt afgevoerd. In tijden van droogte wordt water ingelaten, vooral voor de watervoorziening van de landbouwgronden, die het grootste deel van het gebied innemen.



Jan van Scorel 1552-1553. Kaart van het noordelijk gedeelte van Noordholland met de eilanden Texel en Wieringen, de bedijking van de Zijpe (fragment) (Nationaal Archief, Verzameling Binnenlandse Kaarten Hingman, 4.VTH, inv.nr. 2486).



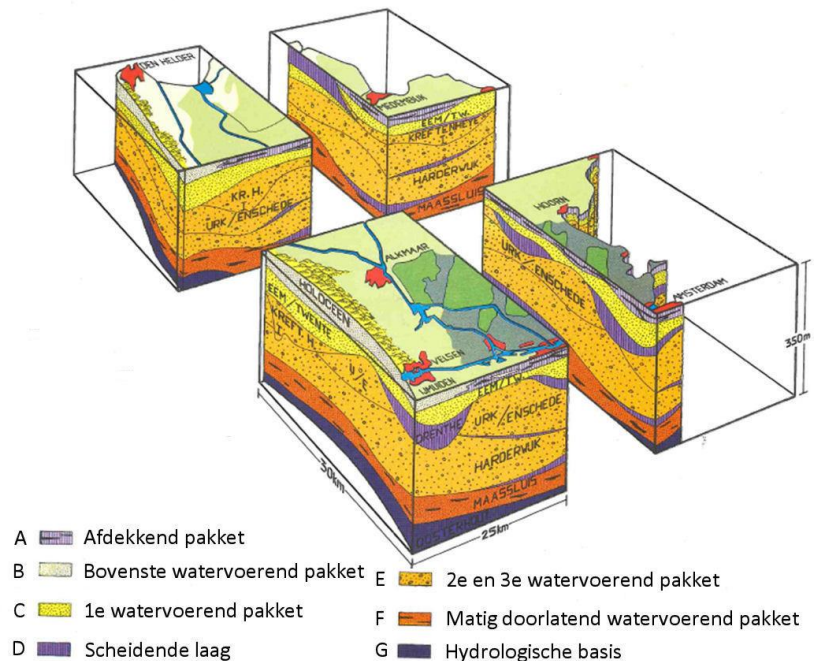
Gezicht op de Polder Het Grootslag bij Enkhuizen in 1615 door een anonieme kunstenaar. De sloten in deze vaarpolder zijn topografisch correct weergegeven (Stadhuiscollectie Enkhuizen Inv.nr. BGE 0004).

## 3. Geschiedenis en landschap

### 3.1 Geo(hydro)logie

Onderstaande gegevens zijn voornamelijk ontleend aan Van Boekel e.a. (2015).

De geohydrologische opbouw is schematisch weergegeven in Figuur 3.1. De hydrologische basis van het gebied ligt ca. 300 – 350 m –NAP. Daarboven ligt allereerst een pakket slibrijke, fijnzandige, mariene afzettingen (Formatie van Maassluis), deze worden bedekt door grindrijke, grofzandige rivierafzettingen (Formaties van Harderwijk, Urk, Kreftenheye en Enschede).



Figuur 3.1 Geohydrologische doorsnede door de ondergrond van het vaste land van Hollands Noorderkwartier. Kleuren van het terreinoppervlak: geel = zand, grijs = veen, donkergroen = zware klei, lichtgroen = lichte klei en zavel. **A:** voornamelijk holocene afzettingen (veen, klei, fijn zand). **B:** holocene duinzanden. **C:** jong kwartaire matig tot goed doorlaatbare, zandige afzettingen. **D:** glaciale kleien (keileem, bekkenklei), fluviatiele klei-afzettingen. **E:** midden- en oud-kwartaire, grofzandige, grindrijke, fluviatiele afzettingen. **F:** voornamelijk fijnzandige, slibrijke, oud-kwartaire, matig doorlatende, mariene afzettingen. **G:** tertiaire, mariene, slecht doorlatende klei (Wit 1982.)

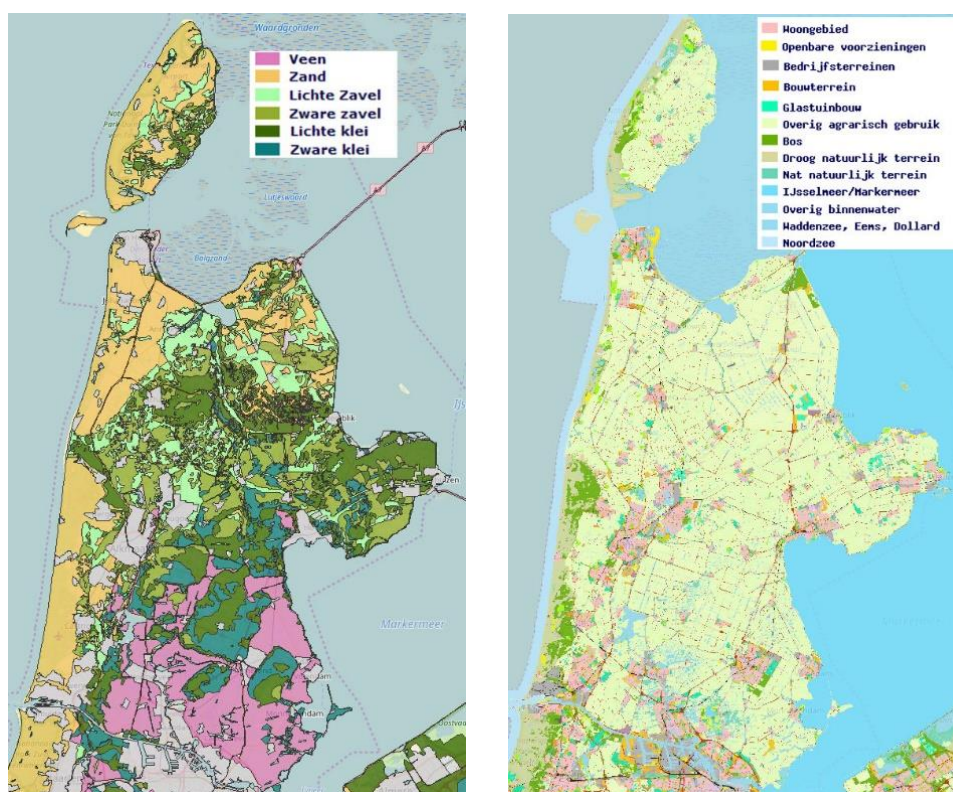
In de voorlaatste ijstijd, het Saalien, is Noord-Holland bedekt geweest door landijs, in deze periode is door het landijs keileem afgezet, die plaatselijk op Texel en Wieringen dagzoomt. Na het Saalien brak een relatief warmere periode aan, het Eemien, in deze periode zijn vooral matig tot goed doorlatende zanden afgezet met schelpfragmenten en grind en was Noord-Holland onderdeel van de Eemzee. Op deze warmer tijd volgde wederom een ijstijd, het Weichselien. Nederland is tijdens deze periode niet met ijs bedekt geweest, wel heerste er een toendraklimaat met relatief droge omstandigheden. In deze

perioden zijn voornamelijk eolische dekzanden afgezet behorende tot de Formatie van Twente. Op deze periode volgde wederom een warme periode, het Holoceen dat ca. 10 000 geleden begon en tot heden voortduurt en waarin Noord-Holland voor een deel zijn huidige aanzien kreeg, zoals beschreven in §3.3.

## 3.2 Bodem(gebruik) en landschap

### 3.2.1 Bodem

De geologische ontstaanswijze en vervolgens de mens heeft invloed gehad op de bodemopbouw van het Noorderkwartier. Omstreeks 500 v. Chr. (Figuur 3.6) was heel Noord-Holland, met uitzondering van duingebied, met veen bedekt. Door geologische processen verdween het veen in het noordelijke deel van het gebied en door veenafgraving verdween het veen ter plaatse van de huidige droogmakerijen, zodat enkel in het zuidelijk deel van het gebied tussen de droogmakerijen veen resteert (Figuur 3.2).



Figuur 3.2 Grondsoorten (links) en bodemgebruik (rechts) in het gebied van het Noorderkwartier ([www.edugis.nl](http://www.edugis.nl)).

In het noordelijk deel van de het gebied komt jonge klei aan de oppervlakte voor terwijl in de droogmakerijen oude klei aan maaiveld ligt (Figuur 3.2). Polders die grenzen aan de duinen, liggen gedeeltelijk op duinzandgronden, terwijl de bodem van Anna Paulownapolder uit wadzanden bestaat. Daarnaast komen op Wieringen en Texel zandgronden voor met keileem in de ondergrond.

Het grootste deel van het gebied bestaat uit klei- en zavelgronden, gevolgd door zand- en veengronden.



### 3.2.2 Bodemgebruik

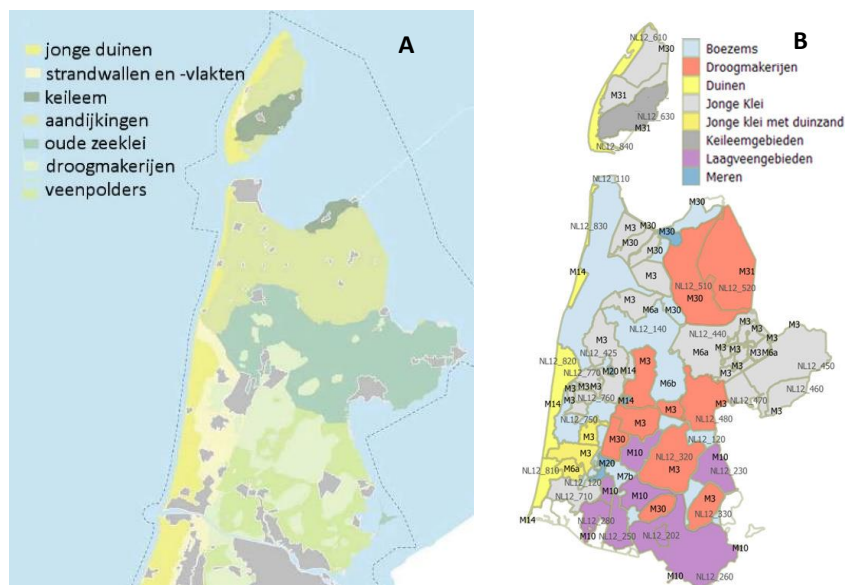
Uit Figuur 3.2 blijkt dat ruwweg ongeveer 70% van het gebied in cultuur is (voornamelijk gras, verder akker- en tuinbouw en bollenteelt, weinig mais); 18% is stedelijk gebied en dan volgt bos en natuur met 7%. Ongeveer 7% is open water. De akkerbouwgewassen zijn geconcentreerd in de droogmakerijen, terwijl de bollenteelt vooral plaatsvindt langs de binnenduinrand en op de zandgronden in de Noordkop.



Figuur 3.3 De bodem in het Noorderkwartier wordt zeer intensief gebruikt: hier tot aan de insteek van de sloot (NGJ).

Figuur 3.4 (rechts) De veengronden hebben een geringe drooglegging en worden vooral voor de veeteelt gebruikt (NGJ).

Op grond van de ontstaansgeschiedenis, geologie en bodemsamenstelling (§3.1) zijn er verschillende indelingen van het landschap van het gebied gemaakt (Figuur 3.6). Een belangrijk verschil tussen de indeling van de Provincie (PNH) en het waterschap (HHNK) is dat het oude-zeekleigebied in het



Figuur 3.5 Landschappen van het Noorderkwartier, A: volgens Provincie Noord-Holland (2010). B: volgens het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Hierin zijn de KRW-gebieden met hun KRW-typen en vaak ook nummers aangegeven.

centrum van het Noorderkwartier door HHNK gedeeltelijk wordt aangeduid als jonge klei en gedeeltelijk als boezemgebied. Verder wordt de Wieringermeer door de Provincie geclassificeerd als aandijkingslandschap en door HHNK als droogmakerij.

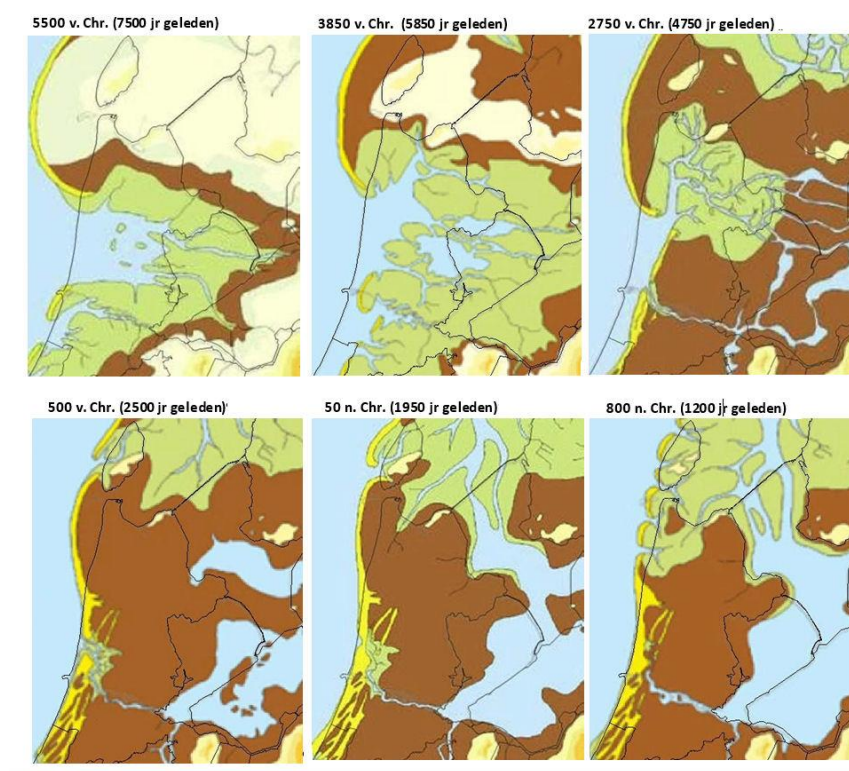
### 3.3 Holocene wordingsgeschiedenis

Voor de huidige toestand en kwaliteit van het oppervlaktewater is de wordingsgeschiedenis van het gebied van groot belang en deze wordt daarom op basis van het overzicht van Velstra e.a. (2013) hieronder voor het gebied als geheel en verder bij de afzonderlijke KRW-gebieden kort beschreven. Zie ook de film '[Sporen in het landschap](#)'

Tot de Middeleeuwen zijn de natuurlijke ontwikkelingen voor het gebied van groot belang, daarna is de ontwikkeling van het land en het vóórkomen van zoet en zout water in de ondergrond sterk beïnvloed door menselijk handelen.

In het Holoceen (de periode van 10 000 jaar geleden tot aan het heden zijn in Noord-Holland de sedimenten tot een diepte van 0-20 m onder NAP afgezet. De geologische processen tijdens het Pleistoceen (de periode voor het Holoceen) waren van belang voor de vorming van de diepere lagen.

Aan het begin van het Holoceen stond het afzettingsmilieu in Noord-Holland onder invloed van een sterke zeespiegel- en grondwaterspiegelstijging. Er vormden zich in deze periode grote veenmoerassen in West Nederland, waarbij het zogenaamde basisveen werd afgezet (Figuur 3.6). Ongeveer 7500 jaar



Figuur 3.6 Paleografische reconstructies van het Noorderkwartier in verschillende perioden tot de Middeleeuwen (naar Vos e.a. 2011).

geleden bereikte het stijgende zeewater het huidige kustgebied en vormden zich brede getijdegeulen waarin mariene sedimenten werden afgezet in zuidelijk en centraal Noord-Holland. Het basisveen en de getijdenafzettingen van slecht doorlatende klei dekten het Pleistocene pakket af en voorkwamen daarvoor dat het zoute water op deze plaatsen in het diepere grondwater kon doordringen.

In diepe getijdegeulen was deze afdekkende laag geërodeerd en op deze plaatsen kon het zoute water wel de Pleistocene zanden binnendringen. Van hieruit

verspreidde het zoute water zich verticaal en lateraal door vrije convectie, wat een verklaring kan vormen voor de verzilting van grote gebieden onder het basisveen.

Rond 6000 jaar geleden nam de relatieve zeespiegelstijging geleidelijk af en vormden zich strandwallen langs de kust. Via gaten in de strandwallenreeks, zoals het zeegat van Bergen, bleef het gebied onder invloed van de getijden en ontstond een kwelderlandschap met in het westen een meer zandige en in het oosten een meer kleiige bodem, dat in de rest van het Holoceen steeds meer door veen overgroeid raakte.

In het noordelijkste deel van Noord-Holland bevond zich een relatief hoge Pleistocene rug, de kustboog van Texel, ten westen van de huidige kustlijn. De kwelderafzettingen en de veenvorming zijn hier pas relatief laat in het Holoceen op gang gekomen en de dikte van het Holocene pakket is hier relatief dun. Bij het voormalige eiland Wieringen komt als een overblijfsel van de kustboog het Pleistoceen pakket nog aan het oppervlak.

Ongeveer 4400 jaar geleden komt een eind aan de landinwaartse verplaatsing van de strandwallen en tot ongeveer het begin van onze jaartelling bouwt de kust zich met ongeveer 10 km zeewaarts uit. Hierbij vormen zich nieuwe duinen ten westen van de oude strandwallen, die zijn blijven bestaan als belangrijke, hoger liggende landschapselementen, zoals de zandrug van Alkmaar.

Door de steeds sterkere afname van de zeespiegelstijging sluit het zeegat bij Bergen zich 3200 jaar geleden, waardoor ook in het centrale en noordelijke deel van het Noorderkwartier de kwelderinvloed verdwijnt en zich veenmoerassen vormen, in eerste instantie is dit laagveen (zoet of brak), en naarmate dit hoger wordt, verandert het in hoogveen (zoet), tot drie meter boven NAP.

## 3.4 Geschiedenis vanaf de Middeleeuwen

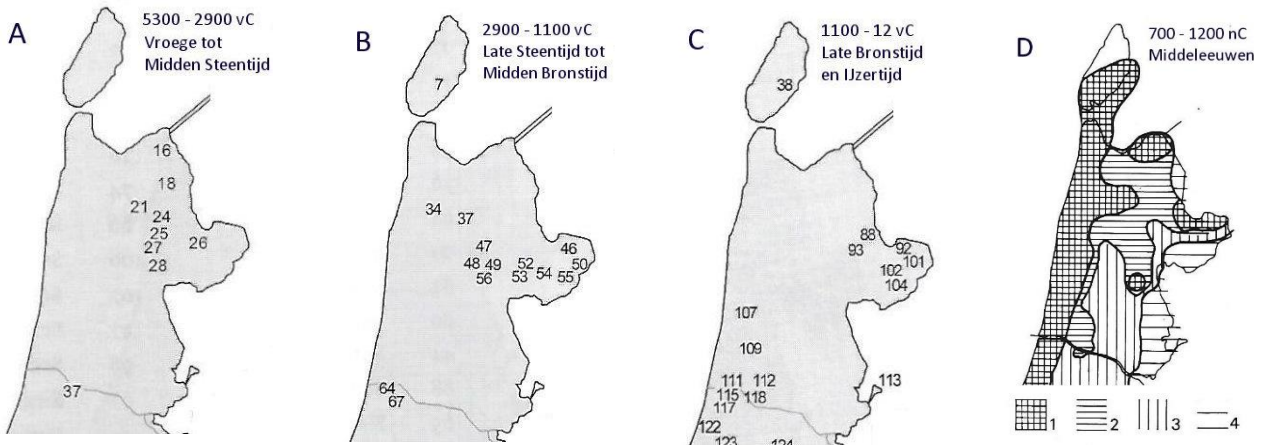
Er is geen deel des lands, enkele gedeelten van Zeeland en de Zuidhollandsche eilanden uitgezonderd, dat in historische tijden, na de 13<sup>e</sup> eeuw, zulke groote en blijvende veranderingen heeft ondergaan als 't oude Noorderkwartier van Holland

(Beekman 1932).

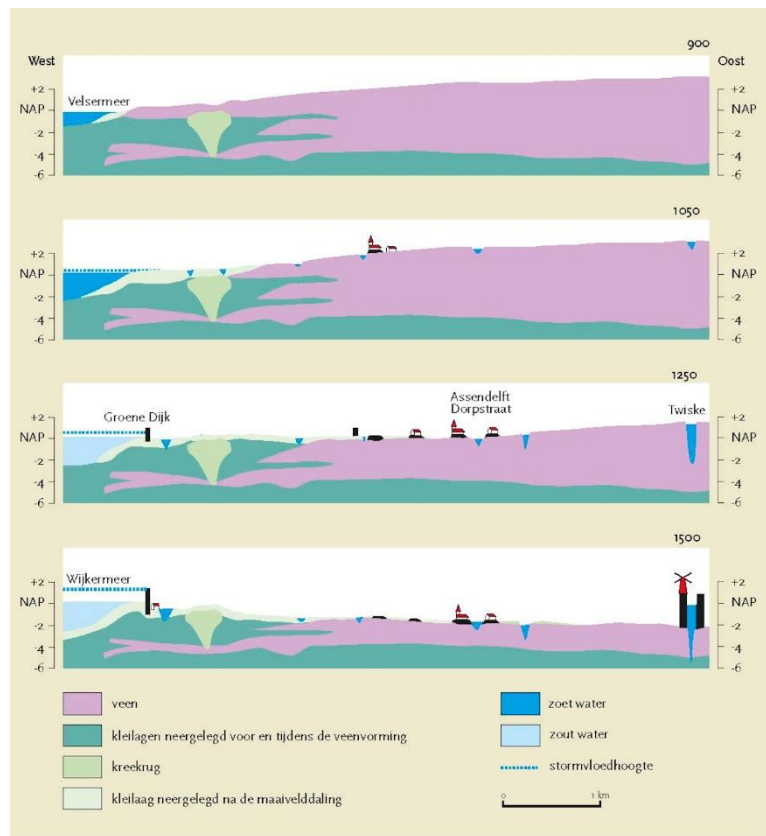
Tot ongeveer 900 n. Chr. vormt de duinenrij een aaneengesloten natuurlijke barrière. Rond 1000 n. Chr. vindt een aantal grote doorbraken in de duinenrij plaats. De belangrijkste zijn de doorbraak van het Zijpe, de doorbraak van het Heersdiep en de doorbraak van het Marsdiep. De eerste twee worden op termijn gedicht, maar de doorbraak van het Marsdiep niet. Hierdoor komt het eerder zoete meer, ten oosten van het Noorderkwartier in open verbinding met de Noordzee en vormt zich de Zuiderzee. Ook worden er grote stukken veen weggeslagen in het noorden van de provincie. De ontwatering aan de oostkant van het gebied naar het noorden neemt hierdoor ook toe.

### 3.4.1 Bedijking, ontwatering, overstromingen

Vanaf ongeveer het jaar 900 neemt de menselijke invloed op het gebied sterk toe (Figuur 3.7). Het veen wordt ontwaterd voor de ontginning voor landbouw en afgestoken voor turfwinning (Figuur 3.8). Door de verbeterde ontwatering begint het onomkeerbare proces van inklinking. Het veen dat rond 900 nog ongeveer 3 m boven zeeniveau lag is rond de 15<sup>e</sup> eeuw al ingeklonden tot op zeeniveau. De bodemdaling zorgt voor wateroverlast en er worden kades en sluisjes aangelegd om het water af te voeren. In de 12<sup>e</sup> eeuw worden veel dijken aangelegd, die het land moeten beschermen tegen het steeds verder afkalven van het veen en de plasvorming die op grote schaal plaatsvindt. Zo is bijvoorbeeld Westfriesland (Westfriese Omringdijk) ingepolderd en daar is het land behouden gebleven (Figuur 3.9). Ten zuiden daarvan



Figuur 3.7 Bewoningsgeschiedenis van het Hollands Noorderkwartier. **A, B** en **C** uit Louwe Kooijmans e.a. (2005). De getallen geven de locaties van prehistorische bewoningslocaties aan. **D** uit Besteman (1994). **1** = bewoond/ontgonnen in de Karolingische periode (ca 720 – 900 nC, **2** = idem vanaf de 10<sup>e</sup> eeuw, **3** = idem in de 11<sup>e</sup> eeuw, **4** = idem vóór 1200.

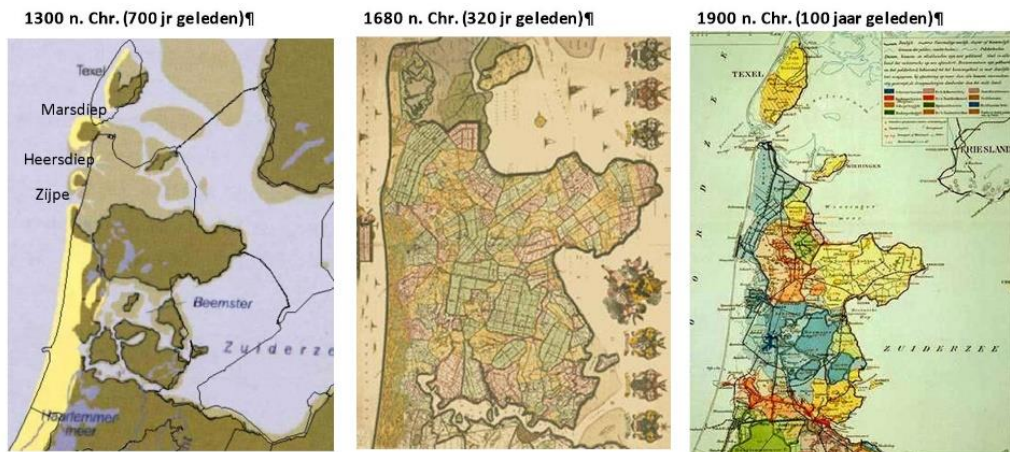


Figuur 3.8 Proces van bodemdaling door ontginning en ontwatering van West Nederland in de Middeleeuwen Bij Assendelft is de ontwikkeling van het landschap en de verplaatsing van de bebouwing goed te volgen.  
**900.** Het gebied is nog onontgonnen. Er ligt een naar het westen aflopend veenkussen op de kleilagen. De afwatering van het gebied is naar het westen.  
**1050.** Vanuit het Velsmermeer heeft er ontginning plaatsgevonden. Het dorp Assendelft is in het bezit van een kerk. Verder vallen de evenwijdige sloten op, de vroegere achtergrenzen van de ontginningen. In de oudst ontgonnen gebieden is de dunne veenlaag geheel verdwenen. Vanuit het Velsmermeer is al klei neergelegd.  
**1250.** Door de drassigheid was het nodig het dorp te verplaatsen. Er zijn dijken aangelegd. Er is al veel veen verdwenen. De kleibedekking van het veen is, voornamelijk als gevolg van overstromingen, sterk in omvang toegenomen.  
**1500.** De maaielddaling is verdergegaan. Ook de kleibedekking van het veen is verder toegenomen. De afwatering vindt nu naar het oosten plaats met behulp van een poldermolen  
 (Van de Ven 1993, naar Besteman & Guiran 1986).

vormden zich echter grote meren, in open verbinding met de Zuiderzee, zoals de Schermer en Beemster.

In de periode 1250 – 1600 nam de invloed van de zee voortdurend toe, gepaard gaande met een groot aantal stormvloed en dijkdoorbraken, overstromingen en landverlies. Dit werd mede in de hand gewerkt door veranderingen door de mens in het milieu, en de hiermee samenhangende maaiveld-daling.

Een van de heftigste stormvloed was de Sint Luciavloed van 12 december 1287<sup>3</sup>. Die leidde tot de vorming van de Waddenzee en gaf de doorslag tot het ontstaan van de Zuiderzee, waarbij Westfriesland werd gescheiden van het huidige Friesland (Van Rijn & Polderman 2010).



Figuur 3.9 Situatie van Hollands Noorderkwartier rond 1300 met de dan gerealiseerde omdijkningen en de doorbraken van Zijpe, Heersdiep en Marsdiep (Mulder e.a. 2003). Situatie rond 1700 met de dan gerealiseerde droogmakerijen en situatie rond 1900 met gekanaliseerd IJ (Velstra e.a. 2013).

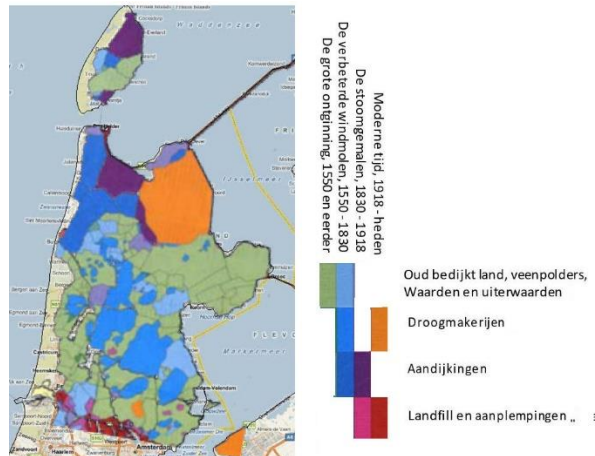
### 3.4.2 Terugwinning ondergelopen gebieden

Aan het eind van de Middeleeuwen wordt een begin gemaakt met de grootschalige terugwinning van de ondergelopen gebieden. Hierbij kunnen twee soorten polders worden onderscheiden:

1. Land dat eerst boven zeeniveau lag maar door ontwatering is ingeklonken tot onder zeeniveau en daarom ontwaterd moet worden. Dit behelst voornamelijk de gebieden die vroeg bedijkt zijn.
2. Diepe droogmakerijen van gebieden die oorspronkelijke meren waren of tot de zee behoorden. De Schermer en de Wieringermeer zijn beide voorbeelden van een dergelijke diepe droogmakerijen.

De verspreiding van de typen is weergegeven in Figuur 3.10.

<sup>3</sup> Het zou gaan om de op vijf na grootste vloed aller tijden in de wereld (Wikipedia).



Figuur 3.10 Inpolderingsgeschiedenis van het Noorderkwartier waarbij de ouderdom en de methode van inpoldering is weergegeven (naar Geuze & Feddes 2009).

## DOOR OUDE DUITSE OGEN I

*Der Boden der reichsten Provinzen Hollands besteht beinahe ganz aus entwässertem Erdreiche, das entweder vom Meere, von stehenden Seen, oder von Flüssen bedeckt war, und welches jetzt theils durch natürlichen Abfluss, theils durch Aushebung des Wassers mit Maschinen trocken gehalten wird. Die Größe und die Schwierigkeit der Entwässerungsarbeiten, durch welche so ausgedehnte Länderstriche der Cultur gewonnen wurden, die Sorgfalt und die Geschicklichkeit, mit welchen sie erhalten werden, das fortwährende Ringen einer ganzen Bevölkerung, deren Muth und Beharrlichkeit trotz der vielen erschreckenden Unfälle, welche sie betrafen, niemals gebeugt werden konnte: Alles in diesem großen Beispiel der industriellen Kraft des Menschen ist gemacht, um die allgemeine Bewunderung auf sich zu ziehen (Stauffert 1847).*

De bodem van de rijkste Nederlandse provincies bestaat bijna geheel uit ontwaterde grond, die door de zee, meren of rivieren was bedekt en die nu gedeeltelijk door natuurlijke afvoer en gedeeltelijk door uitpompen van het water met machines drooggehouden wordt. De omvang en moeilijkheid van de ontwateringswerken, waardoor uitgestrekte landsdelen in cultuur werden gebracht, die door de voortdurende worsteling door heel volk – waarvan de moed en de standvastigheid ondanks de vele verschrikkelijke ongevallen waardoor het getroffen werd – met een niet aflatende zorgvuldigheid en bekwaamheid worden onderhouden. Alles in dit grote voorbeeld van de industriële kracht van de mens is erop gericht om de algemene bewondering te trekken (Stauffert 1847).

## Droogmakerijen

Met de verbeteringen van de technieken om water met windmolens weg te pompen komt in de 16<sup>e</sup> eeuw de ontginning van de tweede categorie polders, de grote droogmakerijen, op gang. Hierbij worden de grote meren leeggepompt, bijvoorbeeld in de 17<sup>e</sup> eeuw de Schermer en de Beemster. Deze ontwikkelingen brengen grote veranderingen in de grondwaterstroming, waarbij de verlaging van het waterpeil in de polders water uit de nabijgelegen hogere gebieden aantrekt, veelal als zoete kwel. Ook zout water wat zich dieper in de ondergrond bevindt wordt door de bemalingen naar het oppervlak getrokken. De Wieringermeer, die in 1930 is drooggelegd, is een van de laatst ingepolderde gebieden van Noord-Holland.

## Aandijkingen

Behalve de eerste twee categorieën zijn er nog de aandijkingen, waarvan de eerste in de 16<sup>e</sup> eeuw geschieden, zoals de Zijpe- en Hazepolder. Betrekkelijk jong is de categorie landfill en aanplantingen, die vooral langs het Noordzeekanaal is te vinden (Figuur 3.10).

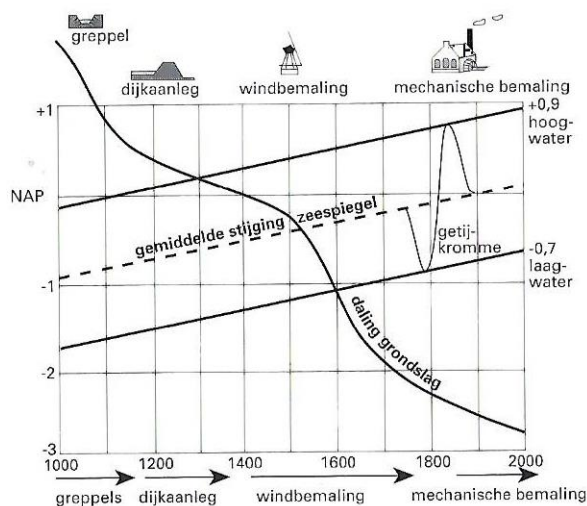


Figuur 3.11 Polderwerkers in Westfriesland anno 1930. Tot ver in de 20e eeuw moest dit werk met de hand gebeuren (Foto uit collectie Stichting Den Huijgen Dijk in Goelema e.a. 1990).

### 3.4.3 Bemaling, bodemdaling en peilbeheer

#### Bemalingstechniek

De ontwatering bij de eerste ontginningen vond plaats door de aanleg van een greppelsysteem. Het overtollig water werd op aangrenzende riviertjes of meren zoveel onder natuurlijk verval geloosd. Al spoedig werden dijken aangelegd om overstroming van het ontgonnen land bij hoogwaterepisoden te voorkomen (Figuur 3.12). De eerste categorie polders (land dat eerst boven zeeniveau lag) is het vroegst ontgonnen: in de 13<sup>e</sup> eeuw worden de eerste kleine plassen bedijkt en in de 15<sup>e</sup> eeuw wordt uit grotere polders het overtollige water met windmolens weggepompt. Al die polders loosden hun water op de grote binnenmeren, zoals Beemster, Schermer, Wijde Wormer en Purmer. Die meren stonden weer in open verbinding met de zee. Het water kon dus zonder problemen weglopen.

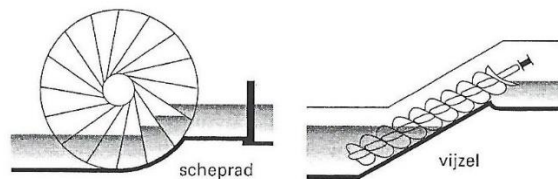


Figuur 3.12 Daling van het veenoppervlak in relatie tot bemaling (Van de Ven 1993).

Het overtollig water werd aanvankelijk met hoerschoppen en tonmolens uitgeslagen (De Vries 1975). De eerste windmolens die voor bemaling van polders werden gebruikt dateren uit de 15<sup>e</sup> eeuw. In het Noorderkwartier was dat een molen bij Alkmaar uit 1407 (Aten 2009a). De eerste molens waren schep-radmolens. De opvoerhoogte was gewoonlijk 1,0 – 1,5 m, al was het in principe wel mogelijk om een opvoerhoogte van iets meer dan 2 m te bereiken.

Grotere opvoerhoogten werden bereikt door meerdere molens achter elkaar, in een molengang, te plaatsen. Grotere droogmakerijen, zoals de Beemster en de Schermer zijn met tientallen molens, geplaatst in meerdere molengangen, drooggepompt.

De uitvinding van de vijzel (Figuur 3.13) met een grotere opvoerhoogte in 1634 maakte de droogmaking van diepere meren eenvoudiger. Met vijzelmolens kan het water maximaal 3,5 -4,0 m, in principe zelfs tot 5 m worden opgevoerd (Schultz 1992, Van Gerven & Pouwels 2007, Van Rijn & Polderman 2010). In het Noorderkwartier werden de eerste vijzelmolens gebruikt bij de droogmaking van het Starnmeer (1642), maar doordat vervijzeling een kostbare zaak was kwam deze pas in de late 19<sup>e</sup> eeuw goed op gang. Hierna werden de vijzelmolens geleidelijk aan vervangen door stoomgemalen.



Figuur 3.13 Schematische doorsnede van scheprad- en vijzelopvoer (Mantel 2000).

Het eerste grote stoomgemaal boven het IJ was dat van de 'De Vier Noorder Koggen' uit 1869, dat aanvankelijk als ondersteuning voor de windbemaling werd gebouwd. De meest stoomgemalen verrezen in de jaren 1870 – 1880 (een periode waarin het de landbouw goed ging) ter ondersteuning of vervanging van de windbemaling. Als er niet te veel neerslag was en voldoende wind werden nog lang de molens gebruikt, vanwege de gratis 'brandstof' en de kortere opstarttijd. De algehele afschaffing van windbemaling vond vaak plaats als de eerste generatie stoomgemalen aan vernieuwing toe was.

Na 1900 werden deze op hun beurt weer geleidelijk vervangen door dieselgemalen en vanaf ongeveer 1920 door elektrische gemalen. Sommige polders sloegen daarbij een of meer fasen over, zoals de Schermer, die in 1925 rechtstreeks van wind- op elektrische bemaling overging (Colenbrander e.a. 1981, Mantel 2000, Steenberg e.a. 2009, [Theo Bakker's Domein](#)).

Traditioneel stonden de landen 's winters dras of onder water. Aanvankelijk werd ook weinig waarde toegekend aan het winterpeil. Later werd onderkend dat door een laag winterpeil, gevolgd door een hoog zomerpeil, een goede beluchting en een betere structuur van de grond wordt verkregen en dat bovendien een dergelijke grond minder koud is (Schultz 1992).<sup>4</sup>

Met de ontwikkeling van steeds betere mogelijkheden om het water weg te pompen, werd het mogelijk steeds vroeger het land te bewerken. Hiermee werd de 'verticale dynamiek vervangen door horizontale dynamiek'. Op dit moment kan de gemiddelde waterstand in een poldergebied 'tot op de centimeter' worden geregeld. Het huidige peilbeheer is in belangrijke mate mogelijk gemaakt door vergroting van de bemalingscapaciteit bij overgang van windbemaling naar stoombemaling, vanaf ongeveer 1870 en diesel- en elektrische bemaling in de 20<sup>e</sup> eeuw.

Lieve Maan! zeg, ziet gij heden  
Mijn geliefde Beemster niet?  
Sla Uw oog eens naar beneden  
En vertel mij, wat gij ziet.  
Kostelijke eigendommen,  
Gansch bedolven door den vloed,  
Daar er weer geen wind zal komen  
En 't gestadig reeg'nen moet.

Lieve Maan! ziet gij die molens?  
Vijftig beste ongeveer!  
Allen werk'loos... molens volens.  
Wachtend steeds op ander weer;  
Heeft daar elk ook erg het land àn,  
Roept men: "Maakt dat water vort!"  
't Antwoord is: "wij willen, -- landman,  
Maar... wij komen wind te kort".

Lieve Maan! ziet gij dat lichtje  
Aan dien hoogen molenroed?  
't Is een seinlicht, als berichtje,  
Dat, wie kan, ook malen moet.  
Maar wie zal zijn schuld betalen,  
Als hij heeft gebrek aan splint?  
Welke molen kan er malen,  
Als hij vruchtloos wacht op -- wind!

Leer bestuurderen te zeggen:  
"'t Is zo, -- 't kan zo langer niet",  
Leer hun: ernstig overleggen  
Wat belang en plicht gebiedt;  
Naar een voorbeeld om ons henen,  
Stellen 't water perk en toom",  
Roept men: "Wie zal hulp verlenen?"  
"Ik"! Is 't antwoord van de stoom.

Onbekende dichter, ca 1870  
[www.poldersporen.nl](http://www.poldersporen.nl)

<sup>4</sup> Na de invoering van de stoombemaling werden ook lagere percentages open water (bergingscapaciteit) toegepast. Het percentage open water in nieuwe droogmakerijen liep terug van de noodzakelijk 5-7% tijdens windbemaling tot 1% (het absolute minimum) tijdens diesel- of elektrisch bemaling (Schultz 1992).





Figuur 3.14 (links) Molen 153 (PV) bij 't Zand dateert uit de 17<sup>e</sup> eeuw en was tot 1966 in bedrijf voor bemaling van de Zijpe- en Hazepolder (HvD).



Figuur 3.15 Het Rijksmonument gemaal Wijdenes Spaans is in 1873 gebouwd als stoomgemaal voor bemaling van de Anna Paulownapolder Laag. Het werd in 1911 omgebouwd tot elektrisch gemaal (HvD).

### Bodemdaling

Heel West-Nederland bedekken met piepschuim, lijkt me niet haalbaar

Ramon Hanssen in Van Kesteren (2019)

Door de steeds betere ontwatering heeft er bodemdaling plaatsgevonden, in het bijzonder in veengebieden (Figuur 3.12). Bij het ontwateren van gronden komt inklinking op gang. De bodem krimpt als gevolg van vochtonttrekking door waterafvoer en verdamping door grond en gewas. De bodem zakt ook nog in doordat deze verdicht en wordt samengedrukt als gevolg van het eigen gewicht. Veengrond gaat bovendien oxideren. In de loop der eeuwen heeft zo een sterke daling van het maaiveld plaatsgevonden, zoals blijkt uit Figuur 3.12. Aanvankelijk ging de daling langzaam, maar vooral na het begin van de bemaling nam de bodemdaling toe.

Het is niet eenvoudig om een vlakdekkende reconstructie te maken van het vroegere maaiveld, omdat meetgegevens over maaiveldhoogten van recente datum zijn. Er is een gedigitaliseerd vlakdekkend hoogtebestand (schaal 1 : 10 000) uit de jaren vijftig en negentig van de vorige eeuw en sinds eind jaren negentig is het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) opgebouwd (Massop & Knol 2005). In de eerste ronde van de AHN (1997 – 2004) was er een punt dichtheid van 1 op 1-16 m<sup>2</sup> en een nauwkeurigheid van 15 cm, in de tweede ronde (2007 – 2012) en derde ronde (20014 – 2019) een dichtheid van 6-8 op 1 m<sup>2</sup> met een nauwkeurigheid van 5 cm (Ter Veld 2020, [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)). Deze gegevens zouden gebruikt kunnen worden om de maaiveld daling sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw te kunnen reconstrueren.

## 3.4.4 Ruilverkaveling en landinrichting

### Algemene aspecten

In 1916 besloten 119 Amelanders met 2000 perceeltjes grond tot de eerste (vrijwillige) ruilverkaveling, waarbij de grond zodanig werd verdeeld dat iedere eigenaar enkele grotere percelen verwierf, zoals aangegeven op het affiche hiernaast. In 1924 werd het ruilen van percelen voor het eerst wettelijk geregeld. Daarna werd bij ruilverkavelingen niet alleen gestreefd naar grotere percelen, zo dicht mogelijk bij de boerderij (soms werden boerderijen daartoe verplaatst), maar ook werden de ontsluiting verbeterd door het verleggen of aanleggen van wegen en werd de waterhuishouding geoptimaliseerd voor de landbouw, bijvoorbeeld door het aanpassen (meestal verlagen) van het waterpeil.

De detailontwatering werd verbeterd door het aanpassen van het slotenpatroon en de slootprofielen en het realiseren van kunstwerken (stuwen, sluizen,

Na de oorlog zijn de grootste landschappelijke veranderingen teweeggebracht door ruilverkavelingen. Terwijl de Zuiderzeepolders toevoegingen waren, die uiteindelijk weinig of niets deden met 'der vaderen erf', haalden ruilverkavelingen de ruimtelijke geschiedenis van het land overhoop. Ze gingen niet alleen voorbij aan perceelsvormen en eigendomsstructuren, maar verklaarden ook de streekgebonden organische ontwikkelingen vogelvrij.

(Niemeijer 2016)

gemalen, bruggen). Sloten en wegen werden rechtgetrokken en niet-rendabele en daardoor overbodig geachte landschapsonderdelen werden omgevormd of verwijderd. Zo zijn duizenden kilometers sloten gedempt en houtwallen gekapt. Verder offerde men eendenkooien, steilranden en drenkplaatsen op (Snoodijk 2011).

In de Ruilverkavelingswet van 1954 werden ook de belangen van natuur en landschap opgenomen, maar in de praktijk bleef de ruilverkaveling een puur agrarische aangelegenheid. Pas in de Landinrichtingswet van 1985 werden deze belangen meer erkend, naast die van cultuurhistorie, archeologie en recreatie. In 2007 werd deze wet vervangen door de Wet Inrichting Landelijk Gebied, die meer gericht is op gebiedsontwikkeling: een integrale aanpak van sociaaleconomische, planologische, natuur- en watervraagstukken.

Aanvankelijk is ruilverkaveling in bescheiden mate toegepast. Na 1945 is ruilverkaveling grootscheeps uitgevoerd, met de jaren zestig als hoogtepunt. Intussen is driekwart van het land al op de schop gegaan (Snoodijk 2011).

Informatie over de geschiedenis van de ruilverkavelingen in Nederland is verder te vinden in Andela (2000), Bieleman (2000), Van den Bergh (2004) en Niemeijer (2016) en op de websites [Mooi Noord-Holland](#) en de [Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed](#).



Figuur 3.16 (links) Affiche van de Cultuurtechnische Dienst uit 1946 (Snoodijk 2011).



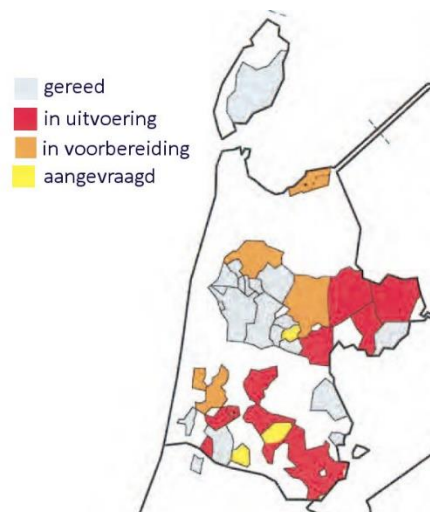
Figuur 3.17 (rechts) Tegengeluiden (Bakker & Windt 2007).

### Ruilverkaveling en Landinrichting in het Noorderkwartier

Figuur 3.18 geeft een overzicht van de stand van zaken van de ruilverkavelingen en landinrichtingsprojecten in het Noorderkwartier in 1985. De aangevraagde projecten in de Purmer en de kleine polders in Westfriesland (Wogmeer, Berkmeer, Baarsdorpermeer) zijn volgens [Mooi Noord-Holland](#) niet uitgevoerd en volgens deze website zijn er verder geen projecten uitgevoerd naast die welke in Figuur 3.18 zijn vermeld. De projecten zijn uitgevoerd tussen de jaren 1957 en 2010. In Bijlage 1 zijn de perioden genoemd waarin de meeste projecten uit Figuur 3.18 zijn uitgevoerd.

### Van vaarpolder naar rijpolder

In diverse polders in het Noorderkwartier moest al het transport over water plaats vinden, wat zeer tijdrovend was. De bootjes werden vaak nog met de vaarboom voortbewogen en de zeer versnipperde landjes lagen vaak ver van de boerderij. Deze zogenaamde vaarpolders werden getransformeerd naar



Figuur 3.18 Stand van zaken van ruilverkavelings- en landinrichtingsprojecten volgens het jaarverslag van de Centrale Cultuurtechnische Commissie over 1985 (Bieleman 2000).

rijpolders. De Zeevang was de eerste veenpolder die werd aangepakt (1957 – 1963). Kort daarop volgde de Polder Hensbroek, waar de brede sloten werden gedempt met spuitzand (Figuur 3.19), nadat de bagger uit de sloten was verwijderd en apart werd gehouden om later als teelaarde te worden gebruikt. Het zand werd middenin de polder gewonnen, waardoor hier een recreatie-meertje ontstond. Er werden nieuwe, veel smallere sloten gegraven, waardoor het productieve landoppervlak met 10% toenam (Figuur 3.20). Een instructieve film over de transformatie van de Polder Hensbroek van vaarpolder tot rijpolder is gemaakt door [Veenhuysen \(1961\)](#).



Figuur 3.19 (links) Het opspuiten van zand in een vaarsloot van de Polder Hensbroek ([Veenhuysen 1961](#)).

POLDER HENSBROEK TOTAAL 620 HA.		
OUDE TOESTAND	SLOTEN	102.5 HA.
	WEGEN (2.5 KM)	2.5 HA.
	IMPRODUCTIEF	105 HA.
NIEUWE TOESTAND	SLOTEN	25 HA.
	WEGEN (14.5 KM)	10 HA.
	SPUITPUT	10 HA.
	IMPRODUCTIEF	45 HA.
<i>Winst 60 HA</i>		

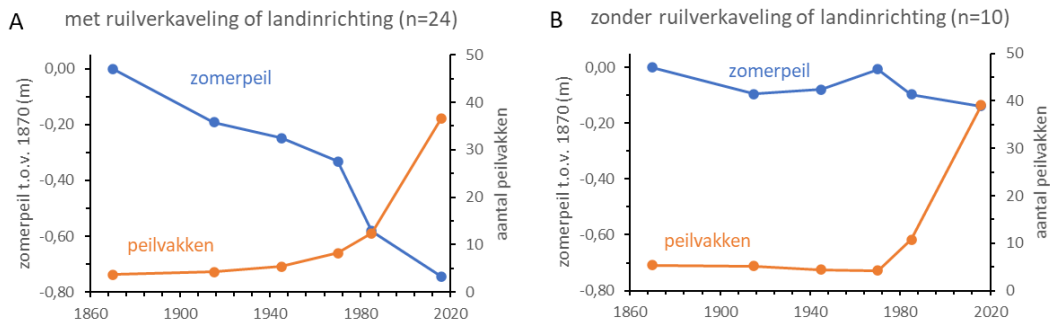
Figuur 3.20 (rechts) Berekening van de winst aan productief land ([Veenhuysen 1961](#)).

Een vergelijkbare aanpak werd gevolgd in de ruilverkavelingen Obdam, Ursem en Geestmerambacht, waardoor recreatieplassen ontstonden. Bij de laatste zelfs een zeer grote (Zomerdel). Het 'Rijk der duizend eilanden' verdween bij het laatstgenoemde project. Een klein stukje met de oorspronkelijke verdeling (Oosterdel) bleef gespaard. In de projecten Het Grootslag en Drieban werd eerst de bovenste teelaardelaag opzijgezet en de sloten werden gedempt met de onderliggende onvruchtbare laag. Daarna werd de teelaardelaag weer teruggezet. Daar is zorgvuldigheid bij nodig en daar ontbrak het in de Drieban nogal eens aan. Bij al deze projecten werd het polderpeil sterk verlaagd, tussen 0,5 en 1,0 m. Zie de gebiedsrapporten voor de details van deze en andere projecten.

Door verstedelijking, maar vooral door ruilverkaveling is de oppervlakte open water, dus ook de bergingscapaciteit sterk afgenomen. In Westfriesland nam het percentage open water af van 30% in 1938 naar minder dan 3% in 2005 (Reh e.a. 2005).

**Effecten op waterpeil en aantal peilvakken**

Van 32 KRW-gebieden is het gemiddelde zomerpeil en het aantal peilvakken bepaald, met behulp van de waterstaatskaarten van 1867 tot en met 1984 (Blauw 2003) en leggergegevens van HHNK uit 2015 – 2017. De resultaten zijn vermeld in Bijlage 1 en samengevat in Figuur 3.21.



Figuur 3.21 Veranderingen van het gemiddeld zomerpeil en het gemiddeld aantal peilvakken in gebieden met en zonder ruilverkaveling of landinrichting in anderhalve eeuw (details in Bijlage 1).

*In de gebieden met ruilverkavelingen en landinrichtingsprojecten* is het zomerpeil tussen 1870 en 2016 gemiddeld 74 cm gedaald. Door een geleidelijke toename van de bemalingscapaciteit (§ 3.4.3) was er tot 1970 een afname van het waterpeil tot 33 cm beneden het niveau van een eeuw eerder. In de 50 jaar daarna is het peil nog eens met 41 cm gezakt. De afnamesnelheid is meer dan verdubbeld, vooral toen het effect van de ruilverkavelings- en landinrichtingsprojecten in de jaren zeventig en tachtig zichtbaar werd. Het gemiddeld aantal peilvakken per KRW-gebied neemt in de periode tot 1970 toe van 3,7 tot 8,2 (ruim een verdubbeling) en in de periode daarna, vooral vanaf 1980, tot 36,6, wat ruim een verviervoudiging is.



Figuur 3.22 (links) Door het beschikbaar komen van kleine elektrische pompjes is het aantal peilvakken (vaak met onderbemalingen) sterk toegenomen. Hier wordt het bruine veenwater geloosd op een randsloot van de Polder Westzaan (NGJ).



Figuur 3.23 (rechts) Vopo-pompjes worden veel gebruikt voor het bemalen van kleinere peilvakken en onderbemalingen (HvD).

*In de gebieden zonder ruilverkavelingen en landinrichtingsprojecten* lijkt het gemiddelde zomerpeil over anderhalve eeuw met 14 cm te zijn gedaald, maar zeker is dit niet, omdat er speciaal voor de peiljaren rond 1915, 1945 en 1970

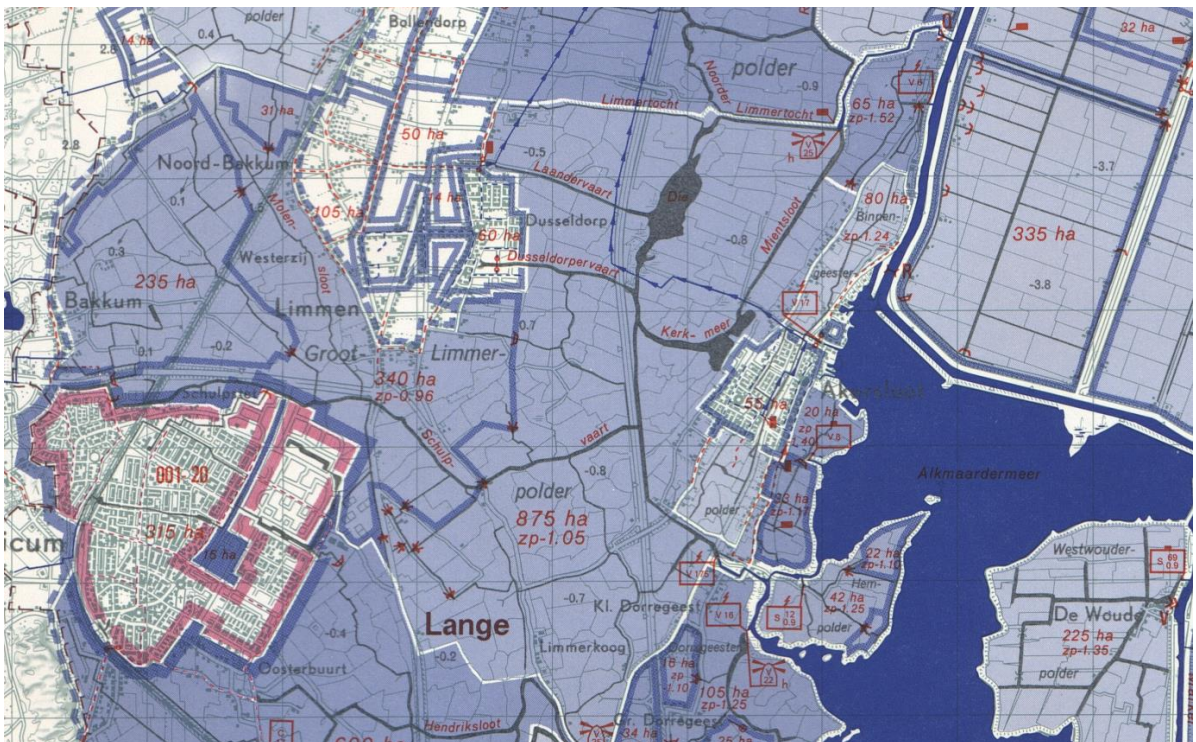
veel waarnemingen ontbreken. In elk geval is de verandering veel minder dan voor de locaties met ruilverkaveling of landinrichting. Voor het aantal peilvakken is het aantal missende waarnemingen wat minder. Tot 1970 blijft het aantal peilvakken steeds laag (rond 4 en 5), maar daarna is er een sterke stijging, tot 39,1, wat ongeveer hetzelfde is als in de gebieden met ruilverkaveling of landinrichting.



Figuur 3.24 Vóór het uitvoeren van de ruilverkaveling ging al het agrarisch transport in de Zeevang over water (Van Gerve & Hellingman 2012).



Fragment van de eerste editie (1866) van de Waterstaatskaart.



Fragment van de vijfde editie (1982) van de Waterstaatskaart. De peilen zijn sinds 1866 verlaagd en het aantal peilvakken is toegenomen.

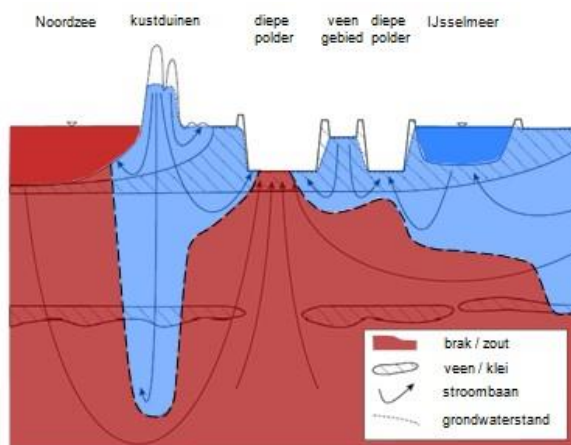
## 4. Watersysteem en beheer

Het huidige oppervlaktewatersysteem van het Hollands Noorderkwartier is overwegend aangelegd (kunstmatig) ten behoeve van ontwatering (landbouw, wonen, industrie) en transport (vaarwegen). Uitzondering zijn enkele duinwarteren, meren en oude kreken en veenriviertjes.

De hoeveelheid oppervlaktewater is afhankelijk van neerslag en verdamping, inlaat en uitlaat van oppervlaktewater en toestroom en afstroom van grondwater (kwel en infiltratie). De (ondiepe) grondwaterstromen worden in belangrijke mate beïnvloed door het oppervlaktewatersysteem in combinatie met het peilbeheer.

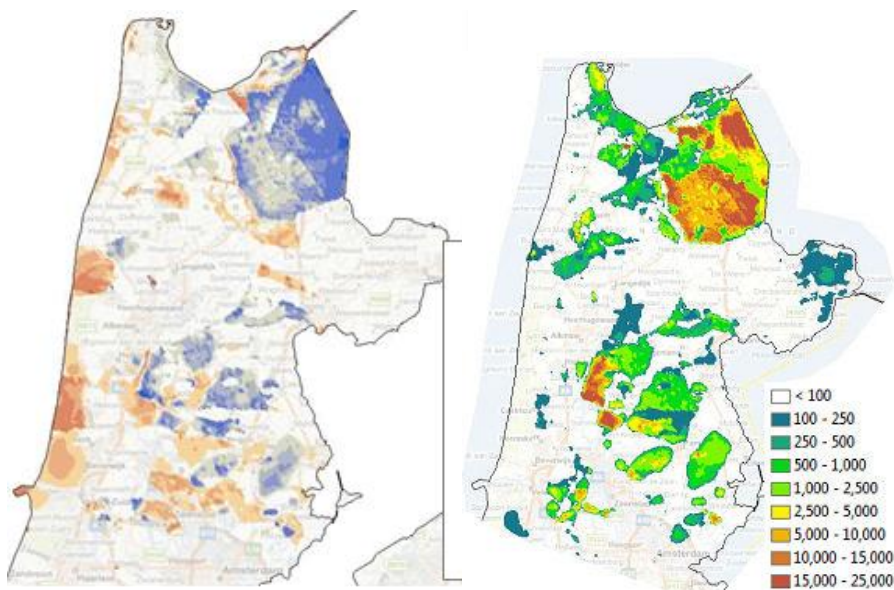
### 4.1 Grondwater

Door de (soms) grote peilverschillen is er ook veel stroming van het grondwater (Figuur 4.1). Onder de duinen heeft zich in de loop der eeuwen een grote zoetwaterbel gevormd, waaruit water naar de aangrenzende polders afstroomt. In de diepe polders komt brakke tot zoute kwel voor. De veengebieden liggen hoger dan de omringende droogmakerijen en fungeren als infiltratiegebieden, voor zoet water dat in de aangrenzende polders weer opkwelt.



Figuur 4.1 Schematische doorsnede van de grondwaterstroming in de ondergrond van Noord-Holland (naar Post 2004, Velstra e.a. 2013).

De ruimtelijke variatie van infiltratie en kwel op het vasteland blijkt uit Figuur 4.2). De sterkste kwel bevindt zich langs de randen van de droogmakerijen en is afkomstig van naburige polders, boezemvaarten, meren of de zee. Bijvoorbeeld de Wieringermeer heeft een sterke kwelintensiteit langs de kust (Figuur 4.4). Ook de droogmakerijen in centraal Noord-Holland hebben een sterke kwel. In de Schermer is vooral de kwel aan de zuidkant van de polder groot vanwege de nabijheid van het Alkmaardermeer. Naar het noorden van de Schermer neemt de kweldruk af. Dit komt door een toenemende dikte van de afdekkende laag naar het noorden toe, en de infiltratie ten zuiden van de Schermer vanuit het Alkmaardermeer (Velstra e.a. 2013).

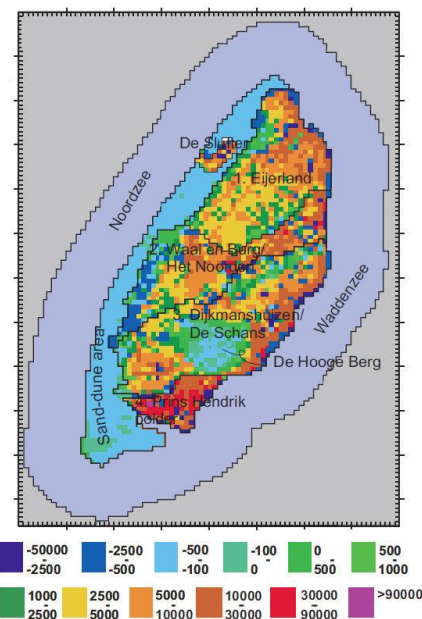


Figuur 4.2 (links) De met een grondwatermodel berekende kwel- en infiltratiekaart (mm/dag) voor een gemiddelde wintersituatie. **Blauw** = kwel, **oranje-rood** = infiltratie (Velstra e.a. 2013).

Figuur 4.3 (rechts) De berekende zoutbelasting door het grondwater (kg/ha/jaar) in de winter (Velstra e.a. 2013)



Figuur 4.4 (links) De Hoge Kwelvaart in de Wieringermeer is roestbruin gekleurd en vertroebeld door het ijzerrijke kwelwater (NGJ).



Figuur 4.5 (rechts) Berekende zoutbelasting (kg/ha/jr) aan de onderkant van de bovenste laag op -1,5 m NAP op Texel (Van Vugt e.a. 2003).

In veel polders is er kwel van zout of brak water, dat bijdraagt tot de zoutbelasting van het oppervlaktewater.

De zoutbelastingskaart is in feite meer een vermenigvuldiging van de kwelkaart (Figuur 4.2), met de chlorideconcentratie in de ondergrond (Velstra e.a. 2013). Deze kaart geeft dus alleen de zoutbelasting door het grondwater aan en niet die door het oppervlaktewater, zoals die voorkomt in de omgeving van het Noordzeekanaal.



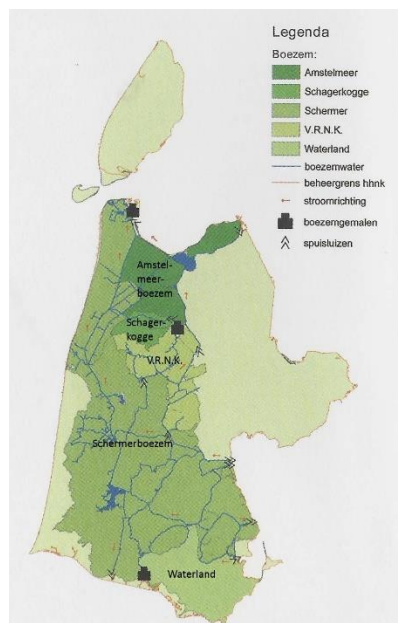
De zoutbelasting is maximaal in de Schermer en de Wieringermeer. Vrijwel alle diepe droogmakerijen hebben een zoutbelasting van meer dan 1 000 kg/ha/jr. In de Wieringermeer, Schermer en Starnmeer is de zoutbelasting meer dan 10 000 kg/ha/jr en lokaal zelfs meer dan 25 000 kg/ha/jr. Andere droogmakerijen hebben slechts ten dele te maken met zoutbelasting, zoals de Beemster, die alleen aan de zuidkant met zout wordt belast (Velstra e.a. 2013).

Voor het eiland Texel geeft Figuur 4.5 inzicht in de zoutbelasting. Die is afwezig in het duingebied en op en om de oude pleistocene kern (Hooge Berg), maar in de Prins Hendrikpolder aan de zuidoostzijde juist zeer hoog, met waarden boven 30 000 kg/ha/jr. Op de rest van het eiland is er een grote variatie in de zoutbelasting.

## 4.2 Oppervlaktewater

### 4.2.1 Boezems

Een beperkt deel van het Noorderkwartier bestaat uit vrij afwaterende gebieden, dit betreft de duinstrook tussen Wijk aan Zee en Camperduin, vervolgens een smalle strook van Petten tot Huisduinen en de duinstrook op Texel. Deze duinstroken wateren gedeeltelijk af richting de Noordzee en gedeeltelijk landinwaarts naar de achterliggende polders. De rest van het beheergebied bestaat uit boezemgebieden en polders die direct uitslaan op buitenwater, dit betreft de polders in Westfriesland en de Wieringermeer (Figuur 4.6). De boezemgebieden zijn de Schermerboezem, de Verenigde Raakmaat- en Nedorperkoggeboezem (VRNK-boezem), de Amstelmeerboezem, de Waterlandboezem en de Schagerkoggeboezem (Van Boekel e.a. 2015).



Figuur 4.6 Het boezemsysteem in Hollands Noorderkwartier (Lucas & Velema 2004).

De 540 km boezemvaarten en -kanalen vormen de kern van een intensief peilbeheersingssysteem, waarvan ruim 20 000 km in beheer is bij het hoogheemradschap, met in totaal vier boezemgemalen, 340 poldergemalen en 1777



In de kerk van Hoogwoud bevindt zich een gebrandschilderd raam met het wapen van het Hooogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland. Het bestaat uit een uitwateringssluus en daarboven een tweekoppige adelaar.

(Sparreboom 1683)

overige gemalen en 90 sluizen. De oppervlakte van het boezemwater is ongeveer 30 km<sup>2</sup> en die van het polder- en overig water 110 km<sup>2</sup> (HHNK).

Inliggende polders van boezemgebieden lozen hun overtollige water, veelal via gemalen, op de (hoger gelegen) boezem in tijden van wateroverschot en laten water in tijdens droogte, ook kan water worden ingelaten om de waterkwaliteit (zout of lozingen) te verbeteren via doorspoeling.

De boezemkanalen en -vaarten zijn niet alleen van belang voor water aan- en afvoer, maar ook voor de beroeps- en recreatievaart.

Het grootste boezemgebied is de *Schermerboezem* met een oppervlakte van 20 km<sup>2</sup> en een afwaterend oppervlak van 710 km<sup>2</sup>. Het streefpeil bedraagt -0,50 m NAP. Vanuit het Markermeer wordt water ingelaten op de boezem bij Schardam, Lutje Schardam, Edam en Monnickendam. Het Noord-Hollandskanaal is een belangrijk onderdeel van de Schermerboezem, het inlaatwater dat uit oostelijke richting wordt aangevoerd, verdeelt zich in noordelijke en zuidelijke stroom. Het overtollige water van de polders in de Schermerboezem wordt via twee gemalen afgevoerd: het Zaangemaal loost op het Noordzeekanaal en gemaal Helsdeur bij Den Helder loost op de Waddenzee (Figuur 4.6).

De *VRNK-boezem* heeft een oppervlak van 2 km<sup>2</sup> en een afwaterend oppervlak van 100 km<sup>2</sup>. Het streefpeil is -0,60 m NAP. De inlaat geschiedt bij Noord-Scharwoude en Rustenburg uit de Schermerboezem en de afvoer is via gemaal Waakzaamheid naar de Amstelmeerboezem.

De *Amstelmeerboezem* (oppervlakte 9 km<sup>2</sup>, afwaterend gebied 340 km<sup>2</sup>) heeft een streefpeil van -0,40 m NAP. Via de Stontelerkeersluus kan water vanuit het IJsselmeer worden ingelaten, ook ontvangt de Amstelboezem water vanuit de VNRK-boezem. Het overtollig water stroomt naar de Waddenzee via de uitwateringssluus Oostoever.



Figuur 4.7 (links) De inlaatsluus van de Schermerboezem te Schardam dateert uit de 16<sup>e</sup> eeuw (HvD).



Figuur 4.8 (rechts) Langs de boezemkanalen komen soms rietlanden voor met een bijzondere flora en fauna. Hier een winters beeld van de pas gemaaide boezemlanden langs de noordelijke ringvaart van de Schermer (HvD).

De *Schagerkoggeboezem* heeft een oppervlak van 0,2 km<sup>2</sup> en het afwaterend oppervlak beslaat 3,2 km<sup>2</sup>. Het is een tussenboezem die via het gemaal Schagerkogge uitslaat op de Schermerboezem.

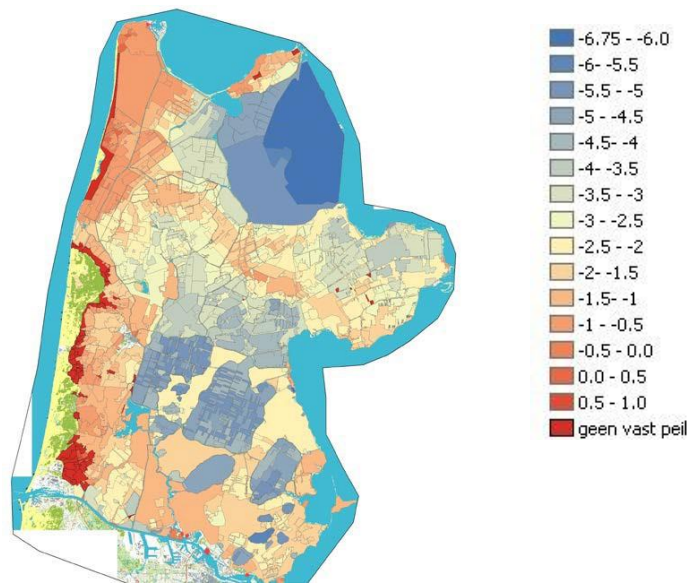
De *IJsselmeerpolders*, o.a. de Wieringermeer, loost via gemaal Leemans voor het grootste deel direct op de Waddenzee. Via gemaal Lely komt een beperkt deel op het IJsselmeer.

De *Waterlandse boezem* heeft ook twee gemalen, het gemaal Kadoelen loost ongeveer de helft van het water op het Noordzeekanaal en via gemaal De Poel gaat de andere helft naar het Markermeer.

### 4.2.2 Polders

Binnen het watersysteem van Hollands Noorderkwartier liggen 225 poldergebieden, die hun overtollig water uitslaan op de boezem (of het IJsselmeer) en in tijden van neerslagtekort water kunnen inlaten uit de boezem (of het IJsselmeer of het Markermeer). De polders zijn weer verdeeld in 2058 peilgebieden. Binnen deze peilgebieden zijn nog weer onderbemalingen, waarvan het water door particuliere pompjes op peil wordt gehouden. De peilgebieden worden gescheiden door 4937 stuwen. Bij het waterschap zijn ruim 2000 gemalen in beheer.

De polderpeilen zijn weergegeven in Figuur 4.9. De 'klassieke' droogmakerijen, zoals Beemster en Schermer liggen met -4 tot -5 m NAP diep. Nog dieper ligt het oostelijk deel van de Wieringermeer. Het ondiepst zijn de polders vlak tegen de duinen, waar vaak ook geen vast peilbeheer is. Opvallend ondiep, rond -1,5 m NAP, liggen de polders in de veengebieden in de Zaanstreek en Waterland.



Figuur 4.9 Polderpeilenkaart van het vaste land van Hollands Noorderkwartier in m NAP. Het getoonde peil is het gemiddelde van winterpeil en zomerpeil, dat in de meeste gebieden vrijwel gelijk is (Velstra e.a. 2013).

Binnen de poldergebieden onderscheiden de echte veenpolders zich door een groot aandeel open water (> 10%) en relatief hoge waterstanden (om het proces van bodemdaling te vertragen). Het watersysteem bestaat meestal uit grote peilgebieden met een netwerk van ondiepe plassen, petgaten en brede, ondiepe kanalen. Zandpolders worden overwegend in de binnenduinderand aangetroffen. Hier zijn de watergangen vaak smal en is het aandeel open water gering (ca. 5%). De kleipolders vertegenwoordigen het grootste deel van het gebied. Deze hebben eveneens overwegend smalle watergangen en een gering aandeel open water (ca. 5%, maar soms maar 2-3%) en een grote drooglegging.



Figuur 4.10 (links) Kleisloot in de Beemster (HvD).



Figuur 4.11 (rechts) Zandsloot in Uitlandse Polder, met goed ontwikkelde waterplantenvegetatie (NGJ).



Figuur 4.12 Veensloot in Eilandspolder (NGJ)



Figuur 4.13 Moksloot in duingebied Texel (HvD)

### 4.2.3 Duinen

Het eigenlijke duingebied binnen het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft een oppervlakte van 28 km<sup>2</sup>, dat is ongeveer 5% van de oppervlakte van het hele waterschap. Daarnaast neemt de binnenduintrand, evenals de duinen zelf zonder vast waterpeil, nog een deel van het oppervlak van de aangrenzende polders in. De duinen ten zuiden van Bergen zijn overwegend kalkrijk en die ten noorden van Bergen (inclusief Texel) zijn overwegend kalkarm.

Het open water neemt slechts ongeveer 3,5% van het oppervlak van het duingebied in. Daarnaast zijn er nog vochtige valleien, die in de zomer droogvallen en niet als oppervlaktewater zijn geïnclassificeerd. In de kalkarme duinen liggen, naast gegraven meertjes, enkele (geïsoleerde) duinmeren, die nog een natuurlijke waterhuishouding hebben. In de kalkrijke duinen bevinden zich infiltratiemeren en -kanalen, die een belangrijke functie hebben voor de drinkwatervoorziening. Overigens zijn de duinen vooral als natuur- en recreatiegebied van belang.

In de duinen liggen de hoogste punten (tot 53 m +NAP) van het Hollands Noorderkwartier. Onder de duinen hebben zich zoetwaterbellen gevormd, die tot 10 m +NAP reiken (Figuur 4.1) en de drijvende krachten vormen achter de ecologische gradiënten in het kustgebied. Van de duinen stroomt kwelwater

ondergronds naar zee en het binnenland. Een deel van het duinwater wordt naar het poldergebied afgevoerd door enkele honderden (duin)rellen: sloten die zijn gegraven ter om het drangwater uit de duinen versneld af te voeren en de grondwaterstand in de binnenduinrand te verlagen. Oorspronkelijke duinbeken zijn door ontwatering en vergraving nog slechts rudimentair aanwezig.

#### 4.2.4 Arealen open water

In relatie tot het hele bemalen gebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier bestaat 8% van het gebied uit open water. Het boezemwater neemt hier maar 1,7% in beslag. Dat is zeer gering, zeker in verhouding tot een belendend gebied als het Hoogheemraadschap van Rijnland, waar 4,7% van de bemalen oppervlakte uit boezemwater bestaat (Tabel 4.1). Dat betekent dat de flexibiliteit van het watersysteem van het Noorderkwartier beperkt is. Om het peil binnen enge grenzen te houden moet relatief vaak en veel water worden uit- en ingelaten.

Tabel 4.1 Oppervlakte van het open water in relatie tot de oppervlakte van het bemalen gebied voor de Hoogheemraadschappen [Hollands Noorderkwartier](#) en [Rijnland](#).

	Oppervlakte (km <sup>2</sup> )		Oppervlakte (%)	
	HHNK	Rijnland	HHNK	Rijnland
Bemalen gebied	1740	1088	100,0	100,0
Open water totaal	140	125	8,0	11,5
Boezemwater	30	51	1,7	4,7
Polderwater	110	74	6,3	6,8

Tabel 4.1 laat zien dat er in de polders gemiddeld ruim 6% open water is, dat is in de praktijk echter sterk variabel (Tabel 5.3). Vooral de laagveengebieden hebben nog een behoorlijk aandeel open water. In de gebieden waar veenbodems nog dominant zijn (> 50% veen), is het aandeel open water vaak meer dan 15% (Figuur 4.14). In de zand- en kleipolders is het percentage open water vaak minder dan 5% en soms maar 2-3% zoals in de Wieringermeer. Dit heeft grote gevolgen voor de hydrologie van de polders; een gering aandeel open water, in combinatie met beperkte peilmarges, leidt per definitie tot veel in- en uitlaat van oppervlaktewater. Hierop wordt in § 5.3.2 verder ingegaan.

#### DOOR OUDE DUITSE OGEN 2

*Die holländischen Polder ermangeln überhaupt eines innern Recipienten, wo die Gewässer der Polder sich vereinigen, ehe sie durch die Maschinen gehoben werden. Eine solche Anordnung, welche die Zahl der Maschinen beschränken würde, indem sie dann länger arbeiten könnten, hat den Nachtheil, dass ein Theil der Ländereien aufgeopfert werden müsste, wesshalb man es im Allgemeinen vorgezogen hat, die Zahl der Maschinen zu vermehren und dafür die ganze disponible Oberfläche zu benutzen (Stauffert 1847).*

In de Nederlandse polders is er over het algemeen een tekort aan bergingsreservoirs, waarin het water in de polder zich verzamelt, voordat het er machinaal opgepompt wordt. Een zodanige inrichting, die het aantal opvoerwerktuigen zou beperken, omdat ze langer kunnen werken, heeft het nadeel dat een deel van de landerijen opgeofferd zou moeten worden. Om het gehele beschikbare landoppervlak te gebruiken heeft men er in het algemeen de voorkeur aan gegeven een groter aantal machines te gebruiken (Stauffert 1847).



Figuur 4.14 (links) In het laagveengebied is nog veel open water, met een goed ontwikkelde oeverbegroeiing, hier in de Noorderham (HvD)



Figuur 4.15 (rechts) De Oostmare bij Opperdoes is een oude kreek (HvD).

## 4.3 Hoofdwatertypen en functies

### 4.3.1 Hoofdwatertypen

Hollands Noorderkwartier bestaat vooral uit laaggelegen poldergebieden en droogmakerijen. Het meeste water wordt hier dan ook gevonden. Qua vorm en dimensie zijn grofweg de volgende hoofdwatertypen te onderscheiden:

- sloten;
- ondiepe- en diepe kanalen;
- ondiepe- en diepe meren en plassen.

Deze zijn nog weer onder te verdelen in polderwateren, boezemwateren, en duinwateren.

Sloten en kanalen zijn kunstmatige, door de mens gegraven, wateren. Meren en plassen zijn deels ook kunstmatig (o.a. zandwinplassen, Stad van de Zon) en hebben deels een natuurlijke oorsprong (o.a. duinmeren). Vaak zijn ze echter ontstaan door een combinatie van natuurlijke processen en menselijke invloed.

In het gebied worden naast deze hoofdwatertypen nog enkele specifieke watertypen aangetroffen zoals oude getijdenkreeken, doorbraakkolken, duinrellen (stromende sloten) en poelen (drinkpoelen, duinpoelen). Bij de uitwerking van de Europese Kaderrichtlijn Water wordt ook onderscheid gemaakt in watertypen. Hierop gaat § 5.2.2 verder in.

### 4.3.2 Functies

De belangrijkste functie van het watersysteem is de aan- en afvoer van water. De polders communiceren met de boezem en de boezems met het buitenwater. Watersystemen kunnen ook nog andere functies hebben.

Het ontvangen van effluenten (lozingen) is ook te zien als een functie. De grootste lozingen zijn afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinstallaties

(RWZI's), die vooral lozen op de boezemwateren. Daarnaast zijn er kleinere lozingen en overstorten, de laatste vooral in stedelijk gebied.



Figuur 4.16 (links) Rioolwaterzuiveringsinrichtingen lozen hun effluent vaak op boezemkanalen (HHNK)

Figuur 4.17 (rechts) Vooral kleinere boezemkanalen hebben een functie voor de recreatievaart (HvD).

De grote kanalen (o.a. Noordhollandsch Kanaal, Kanaal Omval-Kolhorn, Kanaal Stolpen-Kolhorn, Zaan) hebben een functie voor de (beroeps)scheepvaart, de kleinere boezemkanalen soms ook voor de recreatievaart. In bepaalde polders zijn recreatievaart en andere vormen van watersport (zeilen, kanoën) mogelijk.

Wateren met een zwemfunctie zijn onder andere de plas Zomerdel (Geestmerambacht), het Twiske, de Stad van de Zon en de Jagersplas.

Het watersysteem in de Westerdunnen heeft een functie voor de bereiding van drinkwater. Het bestaat uit gegraven infiltratiekanalen in het Noordhollands Duinreservaat.

Verder zijn er verspreid over het beheergebied wateren met een natuurfunctie, vooral in de duingebieden, in de laagveengebieden en op Texel.

## 4.4 Peilbeheer

Het beperken van wateroverlast en watertekort door peilbeheer behoort, samen de bescherming tegen overstroming (dijken) en de zorg voor schoon en gezond water (waterkwaliteitsbeheer), tot de kerntaken van het Hoogheemraadschap. In deze paragraaf wordt kort stilgestaan bij de grote lijnen van het peilbeheer, in § 5.3.2 wordt dieper ingegaan op het peilbeheer in de gebieden en de gevolgen die dit heeft voor waterkwaliteit en ecologie.

### 4.4.1 Huidige vormen van peilbeheer

Het peilbeheer staat ten dienste van het landgebruik en is afhankelijk van de functies in een gebied. Het wordt vastgelegd in een peilbesluit, hierin staat het type peilbeheer dat wordt gevoerd en de marges die daarbij worden gehanteerd. Vaak kent een polder meerdere peilgebieden met ieder een eigen peilbeheer. Om dit te realiseren beheert HHNK vele gemalen, stuwen, sluizen en andere 'kunstwerken' in het watersysteem.

In het gebied komen verschillende vormen van peilbeheer voor. Hieronder worden deze toegelicht. In Tabel 4.2 zijn de percentages van de verschillende typen vermeld, in Tabel 5.3 is dit per gebied uitgesplitst.

Tabel 4.2 Type peilbeheer in het Noorderkwartier op basis van het percentage landoppervlak (Bron: Legger HHNK).

Type peilbeheer	Oppervlak (%)
vast	35,6
vast seizoen	12,1
dynamisch seizoen	7,1
dynamisch	43,6
flexibel hoger dan	0,2
flexibel	0,8
natuurlijk winter/vast zomer	0,1
natuurlijk	0,2
onbekend	0,6

Bij *vast peilbeheer* wordt één streefpeil aangehouden. Dit kan jaarrond hetzelfde peil zijn maar het kan ook per halfjaar verschillen. In het laatste geval wordt meestal een hoger zomerpeil ( $\pm$  april -  $\pm$  september) dan winterpeil ( $\pm$  oktober -  $\pm$  maart) gehanteerd. Dit wordt seizoensgebonden peilbeheer genoemd.

Bij *flexibel peilbeheer* mag het oppervlaktewaterpeil gedurende het gehele jaar fluctueren tussen een aangegeven onder- en bovengrens en wordt er dus minder snel ingegrepen door de beheerder. Pas zodra het peil de ondergrens onderschrijdt, wordt water uit de omgeving aangevoerd. Wanneer het peil de bovengrens overschrijdt, wordt het overtollige water afgevoerd.

Bij *dynamisch peilbeheer* wordt één streefpeil vastgesteld met daarbij een boven- en ondergrens die tot enkele decimeters van elkaar kunnen verschillen. Het streefpeil kan jaarrond hetzelfde zijn, maar tussen zomer- en winterhalfjaar verschillen. Dit wordt dynamisch seizoensgebonden peilbeheer genoemd. De beheerder kan op basis van zijn ervaringen actief sturen binnen de gestelde grenzen om de berging of watervoorraad te optimaliseren als dat nodig is.

In gebieden die *vrij afwateren* kan het oppervlaktewaterpeil gedurende het gehele jaar fluctueren en geschiedt de afwatering door middel van een duikersysteem rechtstreeks zonder tussenkomst van een stuw of gemaal op de boezem. Dergelijke wateren kennen *natuurlijke* peilfluctuaties, evenals de geïsoleerde wateren in de duinen, in het vervolg ook omschreven als ‘hellend gebied’.

Het peilbeheer wordt door het waterschap vastgesteld voor de primaire en secundaire wateren. In tertiaire wateren en in onderbemalingen wordt het peilbeheer door de agrariërs naar eigen inzicht uitgevoerd.

Behalve bij natuurlijk peilbeheer wordt het water veelvuldig heen- en weer gepompt, waardoor het water zijn gebiedseigen karakter kwijtraakt, wat de kwaliteit vaak niet ten goede komt, zoals in het volgende zal blijken. In natuurlijke wateren zijn er in de winter hoge en in de zomer lage waterstanden (verticale dynamiek). Ruim 99% van de wateren heeft een kunstmatig waterpeil, waar in de zomer water wordt toegevoerd en in de winter water wordt afgevoerd. De verticale dynamiek is hier vervangen door horizontale dynamiek.

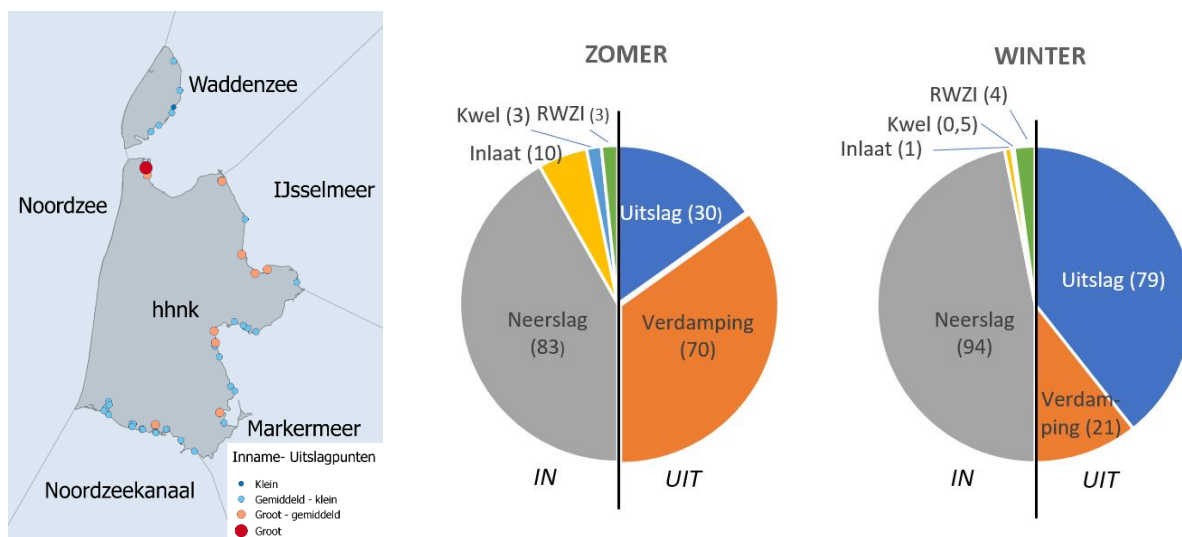
### 4.4.2 Herkomst water en waterbalans

Op ongeveer 14 plekken wordt door het Hoogheemraadschap, voornamelijk in de zomer, water ingelaten vanuit het IJsselmeer en het Markermeer (Figuur 4.18). De grootste inlaat is bij Schardam.



Uitslag en spui vinden ook naar het IJsselmeer en Markermeer plaats, maar daarnaast vooral naar de Waddenzee en het Noordzeekanaal. Bij elkaar wordt ongeveer op 45 plekken water gespuid of uitgemaal. Dit zijn voornamelijk gemalen en sluizen, maar ook drie RWZI's. Beverwijk en Zaandam-Oost lozen op het Noordzeekanaal en Wieringen loost op de Waddenzee.

Naast gemaal de Helsdeur (Den Helder) waar de grootste hoeveelheden uitgeslagen worden zijn er nog negen plekken waar grote tot middelgrote hoeveelheden water worden uitgeslagen en/of ingelaten (Meirink 2020).



Figuur 4.18 (links) Inname- en uitslagpunten van oppervlaktewater. De 40 hevels waarmee in de Wieringermeer water wordt ingelaten zijn als één punt weergegeven (Meirink 2020).

Figuur 4.19 (rechts) Gemiddelde relatieve waterbalansen voor het vasteland van het Noorderkwartier in de zomer- en winterhalfjaren van 2009-2014. De getallen bij de posten zijn percentages van toevoer (linkerhelft) en afvoer (rechterhelft). Uitslag = uitslag + spui. Data van Meirink (2020).

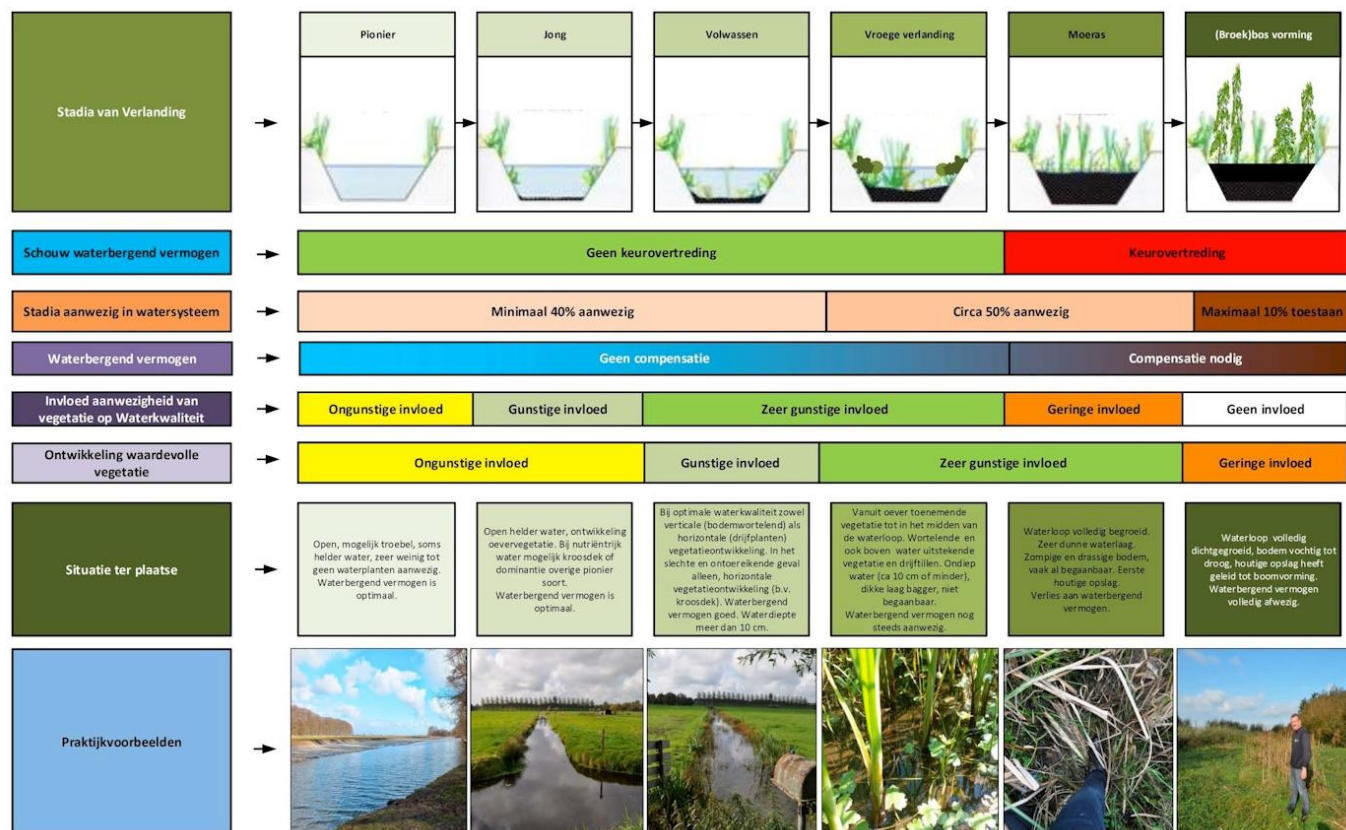
De procentuele waterbalansen voor het zomer- en winterhalfjaar zijn weergegeven in Figuur 4.19. Het hele jaar door is de neerslag de belangrijkste toevoer van water. In de zomer is waterinlaat met 10% van het totaal na de neerslag het belangrijkste, in de winter zijn dat de effluënten van de RWZI's met 4%. De kwel is in verhouding het belangrijkste in het zomerhalfjaar. De belangrijkste verliespost is in de zomer de verdamping met 70% van het totaal, in de winter is dat de uitslag (inclusief spui) naar het buitenwater.

Van Texel is geen totale waterbalans bekend. Witjes (2000) en Bruin-Baerts e.a. (2018) presenteren wel waterbalansen van de Texelse polders, maar niet van het totaal. Op Texel vindt geen wateraanvoer plaats anders dan die van regenwater en van drinkwater van het vasteland, dat uiteindelijk voor een deel als effluent wordt geloosd op het oppervlaktewater.

## 4.5 Onderhoud

Traditioneel is het onderhoud van het watersysteem vooral gericht op het in standhouden van de functie voor water aan- en afvoer en de waterberging, maar de laatste jaren wordt er ook steeds meer rekening gehouden met de betekenis van de begroeiing voor de ecologische kwaliteit. Het idee is dat een minder intensief beheer van de haarvaten van het watersysteem een betere waterkwaliteit, een grotere soortenrijkdom en stabielere oevers oplevert. Ook de belevingswaarde van het landschap kan hierdoor toenemen. Het

Hoogheemraadschap tracht de juiste balans te vinden door niet onnodig begroeiing uit de wateren te verwijderen en waar mogelijk juist begroeiing te laten staan (HHNK 2020, [Ruimte voor Groei](#)). Dit is mooi in beeld gebracht in Figuur 4.20. Bij te sterke ontwikkeling van de vegetatie of te grote accumulatie van bagger verliest het water te veel bergend vermogen en wordt de keur overtreden. In de Legger is aangegeven waar precies de ruimte voor groei beschikbaar is.



Figuur 4.20 Schouw op waterbergend vermogen (HHNK 2020).

### 4.5.1 Maaien

Om de doorstroming van het watersysteem te garanderen, maait het waterschap de waterplanten en de oevers van de watergangen. Onderstaand kader beschrijft hoe het maaien van sloten en vaarten wordt uitgevoerd.

In de gebiedsdocumenten is naar het maaibeheer per gebied gekeken. Daaruit blijkt dat er nogal wat verschillen zijn tussen de gebieden, vooral in poldergebieden met een krap watersysteem (weinig open water) wordt intensief gemaaid. Voor het gebied als geheel wordt een indruk verkregen door de lengtes van de verschillende categorieën van maaibeheer te bepalen. Hiervoor is de GIS kaartlaag ‘maaionderhoud’ van HHNK (ontvangen in 2015) gebruikt. Onderscheid is gemaakt in de primaire en de overige watergangen, in totaal betreft dit ruim 5500 km watergangen

### Maaien van waterlopen (sloten en vaarten)

#### *Waarom wordt er gemaaid?*

Om wateroverlast en -tekort (bij droogte) te vermijden maaien we waterplanten en riet uit onze 6000 kilometer aan sloten. Het water stroomt dan beter door en komt via gemalen uiteindelijk in de zee terecht. Zo houden we Noord-Holland waterveilig.

#### *Hoe wordt er gemaaid?*

We houden bij het maaien rekening met de ecologie. Waterplanten zijn belangrijk voor de waterkwaliteit. Ze houden de bodem en zwevende deeltjes vast, ze nemen licht en voedingsstoffen op en gaan daarmee de strijd aan met (blauw)algen. Ook hebben ze een positief effect op de biodiversiteit. In zijn algemeenheid geldt: hoe meer soorten, hoe beter de kwaliteit van het water.

Maar waterplanten die in de bodem wortelen en groeien tot aan het wateroppervlak kunnen ook overlast veroorzaken. Bij veel regen houden ze het water vast waardoor dit niet meer bij de gemalen kan komen. Waterrecreanten hebben er last van omdat varen en zwemmen moeilijker wordt. Wij zijn niet alleen verantwoordelijk voor de waterkwantiteit, maar ook voor de waterkwaliteit. Daarom maaien we vooral het diepere middengedeelte van de sloot; de begroeiing aan de zijkanen van de sloot en in de berm laten we staan. Hier vinden dieren een schuilplaats en omdat het aan de zijkanen ondieper is kunnen hier (ondergedoken) waterplanten en riet een kans krijgen om te groeien. Door de natuur meer de ruimte te geven aan de oever, verbetert de ecologie en daarmee de kwaliteit van het oppervlaktewater.

#### *Wanneer wordt er gemaaid?*

De maaiboot komt, waar nodig, twee keer per jaar langs. Om rekening te houden met het vogelbroedseizoen beginnen we zo laat mogelijk met maaien en houden we ons aan de 'de gedragscode wet Natuurbescherming'. Van half juni tot 1 augustus maaien we alleen daar waar de doorstroming in het geding komt. Deze maaironde is er vooral op gericht om het middendeel van de sloot vrij van plantengroei te houden. Aan de zijkanen laten we waterplanten zo veel mogelijk staan. Dat zijn de plaatsen waar kleine visjes en kevertjes zich schuilhouden, en die willen we zo min mogelijk verstoren.

In september/oktober is de tweede maaironde. In deze tijd is de ecologie minder gevoelig voor verstoring en maaien we intensiever. We maken het water dan klaar voor de winter, het regent dan meer dus moeten we extra veel water kunnen afvoeren

(Bron: [HHNK](#))

Op circa 79% van de lengte van de primaire watergangen wordt er intensief (minimaal 2x per jaar) gemaaid en op 20% extensief (1x per jaar). Over ruim de helft van de lengte (54%) is de afvoer van het maaisel extensief (blijft grotendeels liggen), bij intensief maaien. Over 41% van de lengte wordt wel intensief afgevoerd (zie Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Verdeling van het gevoerde beheer voor wat betreft maaien en afvoeren van maaisel voor HHNK (data 2015).

type beheer	primaire watergang		overig water		totaal	
	%	km	%	km	%	km
<b>maaien</b>						
extensief	20	549	31	845	25	1394
intensief	79	2210	22	589	51	2798
onbekend	2	43	48	1304	24	1347
<b>totaal</b>		<b>2802</b>		<b>2737</b>		<b>5539</b>
<b>afvoeren</b>						
intensief	41	1145	47	1277	44	2422
extensief, bij extensief- of gedeeltelijk maaien	6	157	50	1356	27	1513
extensief, bij intensief maaien	54	1503	4	105	29	1608
<b>totaal</b>		<b>2806</b>		<b>2737</b>		<b>5543</b>

In het overige water is het maaibeheer over bijna de helft van de lengte niet bekend (48%). In de rest van de lengte aan watergangen wordt er meer extensief (31%) dan intensief (22%) gemaaid. De afvoer van het maaisel is over bijna de helft van de lengte (47%) intensief.



Figuur 4.21 (links) Zo gaat het schone nog maar heel zelden (NGJ).



Figuur 4.22 (rechts) En zo gaat het schone bijna altijd (HvD).



Figuur 4.23 (links) Maaien van de begroeiing van het water en de natte oever (NGJ).



Figuur 4.24 (rechts) Maaien van het droge talud (NGJ)

### 4.5.2 Baggeren

#### Baggeren ten behoeve van de legger

Van de wateren waarin biologische monitoring plaats vindt behoort 68% tot de categorie van primaire wateren en 22% tot de secundaire wateren. Voor deze wateren stelt het waterschap baggerplannen op. In het landelijk gebied bedraagt de gemiddelde jaarlijkse aanwas van de onderwaterbodem op zand 1,0 cm, op veen 1,5 cm en op en klei 1,9 cm. Hier wordt gemiddeld eens per zeven jaar gebaggerd. In het stedelijk gebied en in het boezemwater is de aanwas met gemiddeld 2,0 cm iets groter. Hier wordt eens per tien jaar gebaggerd (Van Kalleveen 2010).

In het landelijk gebied wordt 90% van de baggerspecie op het aangrenzende perceel verwerkt. De overige specie uit het landelijk gebied en alle specie uit het stedelijk gebied wordt afgevoerd naar een eigen depot van HHNK (verspreidbare baggerspecie) of naar een extern depot (niet-verspreidbare baggerspecie). Voor de vrijkomende baggerspecie uit de boezemwateren worden weilanddepots ingericht (Van Kalleveen 2010).

Naast de reguliere baggerprojecten zijn er ook grootschalige projecten, in het kader van integrale gebiedsprocessen en KRW-maatregelen, vooral in de veengebieden, zoals het Wormer- en Jisperwater en de Eilandspolder (Van Kalleveen 2010).

Tot de tertiaire wateren behoren wateren die meer een functie voor de waterberging hebben dan voor aan- en afvoer van water, zoals veel duinmeren. Het onderhoud berust bij de eigenaren en is vaak minder intensief dan in de primaire en secundaire wateren.

### Kwaliteitsbaggeren

Een ‘speciale’ vorm van baggeren is ‘kwaliteitsbaggeren’, dit is baggeren ter verbetering van de waterkwaliteit. Dat kan zijn vanwege de aanwezigheid van verontreinigingen (sanering), maar steeds meer wordt ook gekeken naar het baggeren van voedselrijke waterbodems als maatregel ter verbetering van de waterkwaliteit. Dit is onder bepaalde voorwaarden kansrijk, met name wanneer er zich veel voedselrijke bagger heeft opgehoopt door een hoge belasting in het verleden, en die bron nu is gesaneerd. Bij de maatregelen, § 8.3.2, wordt daar verder op ingegaan.



Figuur 4.25 (links) Pas geschoonde sloot met gemaaltje en kerkje van Holysloot op achtergrond (HvD).



Figuur 4.26 (rechts) De bagger wordt verspreid over het land (NGJ).



Eeuwenlang is het Noorderkwartier met windenergie drooggehouden. Op de foto staan drie srijkmolens langs de Noordschermerdijk tussen hoeve Rundervreugd en Rustenburg. Srijkmolens hebben de functie van bemaling van een boezem. Deze molens werden oorspronkelijk in 1641 gebouwd om overtollig water uit de Raaksmatsboezem op de Schermerboezem te kunnen lozen. Bij de uitvoering van het Westfrieze kanalenplan werd een deel van de Raaksmatsboezem verenigd met de Schermerboezem en konden de srijkmolens in 1941 buiten bedrijf worden gesteld (HvD).



Rond 1875 werd het stoomgemaal Kadoelen (links) gebouwd in opdracht van het Hoogheemraadschap waterland. In 1987 werd het elektrische gemaal (rechts) in werking gesteld. Het werd gebouwd in het kader van de ruilverkaveling. Het oude gemaal doet nu dienst als werkruimte voor zzp-ers en concertzaal (NGJ)

## 5. KRW-gebieden: landschap, watertype en beïnvloeding

### 5.1 Inleiding

De voorgaande hoofdstukken gingen over de landschappen en watertypen binnen het beheergebied en over de ontginning en landgebruik voor het gebied als geheel. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de KRW-gebieden en de variatie in landschappen, watertypen en de menselijke invloeden die daar wordt aangetroffen. Dit is van belang vanwege de gevolgen die dit heeft voor de waterkwaliteit en ecologie.

#### Begrip van de huidige toestand

In de systeemanalyses staat het begrip van de huidige toestand centraal (§ 1.3.1). Alleen als we begrijpen waarom de huidige toestand niet voldoet, kunnen we de achterliggende knelpunten identificeren en nadenken over eventuele maatregelen om die toestand te verbeteren. Er is voor gekozen om de analyse uit te voeren op het niveau van de KRW-gebieden.

#### Watertypen en landschappelijke regio's

Een eerste stap in de analyse is om de relevante kenmerken van het watersysteem in beeld te brengen (§ 5.2). Deze worden voor een belangrijk deel bepaald door het landschap en het watertype. Er wordt kort ingegaan op de KRW-watertypen die in het beheergebied worden aangetroffen en op zogenaamde 'biologische watertypen'. De paragraaf wordt afgesloten met een overzicht van de KRW-gebieden van HHNK, ingedeeld naar landschappelijke regio's. Per gebied wordt het KRW-watertype vermeld en worden enkele kenmerken van de hydrologie en de bodem gepresenteerd.

#### Beïnvloeding door functies en gebruik

Vervolgens wordt ingegaan op de beïnvloeding van het watersysteem door functies en gebruik van land en water (§ 5.3). Van belang voor de waterkwaliteit en ecologie zijn vooral de verschillende vormen van landgebruik, het peilbeheer en de belasting van het watersysteem met nutriënten. Ook in deze § is een samenvattend overzicht opgenomen per KRW-gebied.

#### Mariene historie

In § 5.4 wordt ingegaan op de mariene historie van het gebied en de gevolgen die dit heeft voor de waterkwaliteit. Ook wordt kort ingegaan op enkele belangrijke processen in het watersysteem, omdat niet alleen de 'externe' factoren bepalend zijn voor de toestand, maar juist ook de 'interne' processen.

### 5.2 Landschappelijke regio's en watertypen

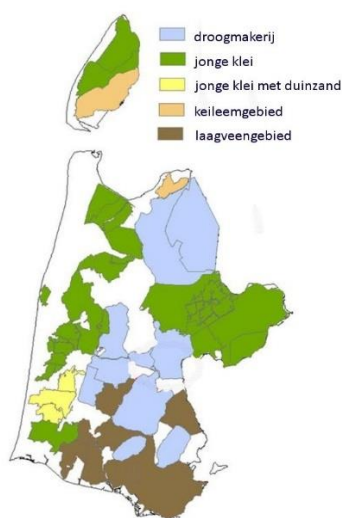
Landschap en watertype en worden gezien als 'vaste' **voorwaarden**, ze zijn in het algemeen niet of maar beperkt beïnvloedbaar. Het watertype en de ligging in het landschap (typologie en regio in Figuur 1.2) zijn in belangrijke mate bepalend voor de hydrologie, het bodemtype en de herkomst van het aanvoerwater. Zo heeft een duinmeer een hele andere hydrologie dan een boezemkanaal en verschilt de samenstelling van het aanvoerwater in de binnenduinrand ten opzichte van die in de veenpolders. Dit is niet alleen van belang

voor de waterkwaliteit, maar ook voor de biologie. Er kan onderscheid worden gemaakt in biologische watertypen; dit zijn kortgezegd wateren met een vergelijkbare biologie. Deze 'biotypen' hebben ook vaak duidelijke landschappelijke, hydrologische, chemische en morfologische overeenkomsten.

### 5.2.1 Landschap en bodemtype

Er zijn veel kaarten van Hollands Noorderkwartier met indelingen naar geologie, geomorfologie, landschap en waterstaatsgeschiedenis. In Hoofdstuk 2 en in het typologierapport (Van Dam & Jaarsma 2020b) worden daarvan een aantal representatieve voorbeelden gegeven. In de meeste indelingen komen de duinen, het laagveengebied en de droogmakerijen duidelijk naar voren. Langs de duinen (binnenduinrand) wordt vooral in Kennemerland nog een strook met duinzand en zandige klei aangetroffen, hier is vaak aanvoer van zoete duinkwel. Op Texel en Wieringen worden lokaal keileemopduikingen aangetroffen. Voor de rest bestaat het gebied vooral uit jonge zeeklei.

Bij de systeemanalyses is uitgegaan van de door Alterra toegekende fysisch-geografische regio's (Figuur 5.10), met daarnaast nog een aparte categorie voor de meren.



Figuur 5.1 De bij de systeemanalyses gebruikte gebiedsindeling van Alterra (Van Boekel e.a. 2015).

### 5.2.2 KRW-watertypen

Bij de uitwerking van de Europese Kaderrichtlijn Water wordt onderscheid gemaakt in verschillende watertypen. Hoewel de indeling in KRW-watertypen is gebaseerd op fysisch-chemische kenmerken, is de onderliggende basis de biologie ofwel het onderscheid in biologische watertypen (Elbersen e.a. 2002). Primair is voor het beheergebied van HHNK het zoutgehalte onderscheidend, wateren met een chloridegehalte van meer dan 300 mg/l worden als brak gekarakteriseerd. Binnen de groep van zoete wateren wordt grofweg onderscheid gemaakt in lijnvormig (sloten, kanalen) en vlakvormig (meren). Deze zijn weer verdeeld in subtypen, waarbij naast de dimensies (diepte, breedte of oppervlakte) ook de grondslag (veen, zand of klei) differentiërend is. De typen uit Tabel 5.1 zijn van voor HHNK van belang. Vetgedrukt zijn



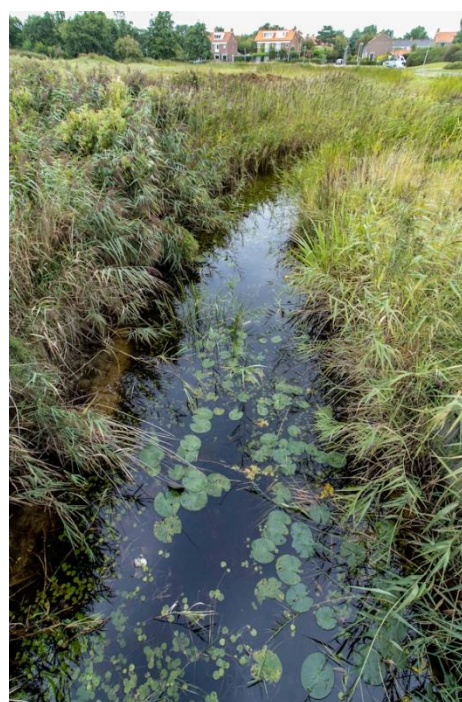
ook **waterlichaam-typen**). De KRW maakt geen onderscheid tussen lijn- en vlakvormige wateren. Dat is in dit rapport wel gedaan, door toevoeging van respectievelijk een l en een v achter de KRW-codering.

Tabel 5.1 Watertypen van de Kaderrichtlijn Water in het HHNK-gebied.

Vorm	KRW-type	Omschrijving
Lijn	R3-R5	Langzaam stromende boven- en middenlopen op zand
	M1a	Zoete gebufferde sloten op minerale bodem
	M1b	Niet-zoete gebufferde sloten op minerale bodem
	M8	Gebufferde laagveensloten
	<b>M10</b>	<b>Laagveenvaarten en -kanalen</b>
	<b>M3</b>	<b>Smalle gebufferde (regionale) kanalen</b>
	<b>M6a</b>	<b>Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart</b>
	<b>M6b</b>	<b>Grote ondiepe kanalen met scheepvaart</b>
	<b>M7a</b>	<b>Grote diepe kanalen zonder scheepvaart</b>
	<b>M7b</b>	<b>Grote diepe kanalen met scheepvaart</b>
	<b>M30l</b>	<b>Zwak brakke sloten en kanalen</b>
	<b>M31l</b>	<b>Brakke tot zoute sloten en kanalen</b>
	Vlak	M11
<b>M14</b>		<b>Grote ondiepe gebufferde plassen</b>
<b>M20</b>		<b>Matig grote diepe gebufferde meren</b>
M25		Kleine ondiepe laagveenplassen
M27		Matig grote ondiepe laagveenplassen
<b>M30v</b>		<b>Zwak brakke meren en plassen</b>
<b>M31v</b>		<b>Brakke tot zoute meren en plassen</b>
M21		Grote diepe gebufferde meren



Figuur 5.2 (links) Lange, rechte en beschoeide kanalen bieden weinig habitatdiversiteit (NGJ).

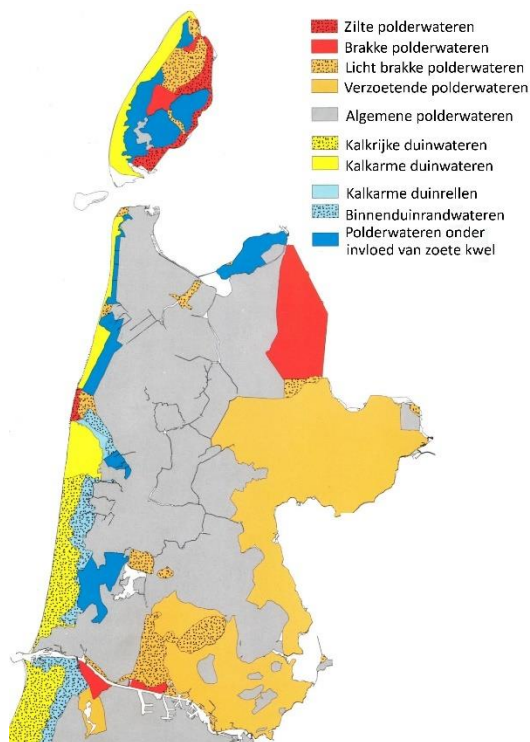


Figuur 5.3 (rechts) Helder water met een diverse vegetatie in de Grafelijkheidsduinen (NGJ).

### 5.2.3 Biologische watertypen Noord-Holland

Door de Provincie Noord-Holland (1999) is veel ecologisch onderzoek in het gebied gedaan, wat heeft geresulteerd in een kaart met de verspreiding van biologische watertypen (Figuur 5.4). Deze is gebaseerd op overeenkomsten en

verschillen tussen de samenstelling van de levensgemeenschappen, waarvoor de planten, de macrofauna en in mindere mate ook plantaardige micro-organismen, zoals diatomeeën (fytobenthos) als indicatorsoorten zijn gebruikt.



Figuur 5.4 Verspreiding van biologische watertypen in het Noorderkwartier (Provincie Noord-Holland 1999).

Het zoutgehalte blijkt de belangrijkste oorzaak van de diversiteit in watertypen. Op grond hiervan zijn in het Noorderkwartier drie hoofdgroepen te onderscheiden:

1. zilte en brakke wateren;
2. zoete wateren;
3. overige wateren, met hierin de boezemwateren en de zandwinplassen.

De hoofdgroep van gradiëntrijke polderwateren, met sterke overgangen tussen zoet en brak water, zoals onderscheiden door de Provincie Noord-Holland (1999) komt alleen voor ten zuiden van het Noordzeekanaal.

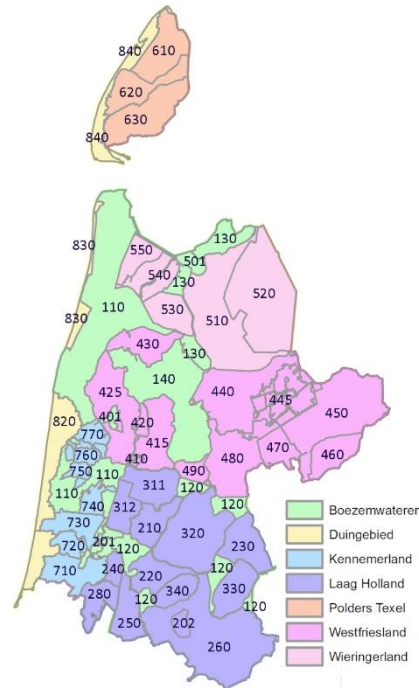
De hoofdgroepen zijn weer onderverdeeld in subtypen, zoals aangegeven in Figuur 5.4. Voor de toelichting van deze typen wordt verwezen naar Bijlage 2.

### 5.2.4 Indeling beheergebied in regio's

#### Indeling in hoofdgebieden of regio's

Op grond van de diverse bestaande bodemkundige, landschappelijke en ecologische gebiedsindelingen is het beheergebied ingedeeld in zeven hoofdgebieden of regio's. Deze indeling is gebruikt in de gebiedsreportages. Voor een onderbouwing wordt verwezen naar het typologierapport van Van Dam & Jaarsma (2020b).

De hoofdgebieden en de waterlichamen zijn aangegeven in Figuur 5.5.



Figuur 5.5. Verspreiding van hoofdgebieden met nummers van de waterlichamen (zonder het voorvoegsel NLI2\_). Verklaring van de nummers in Tabel 5.2

## 5.2.5 Samenvatting regio en typologie HHNK

Het beheergebied van HHNK kent een behoorlijke variatie in landschapstypen en daarbij behorende variatie in milieuomstandigheden en watertypen. Een groot deel van de wateren heeft een kunstmatig of sterk veranderd karakter, sloten en kanalen zijn de meest voorkomende watertypen.

Ten behoeve van de KRW-uitwerking is het gebied verdeeld in 51 (oppervlakte)- waterlichamen (OWL's) met de daarbij behorende KRW-gebieden (GAF\_90). In deze samenvattende paragraaf wordt de voor deze gebieden gehanteerde indeling in landschappelijke regio's gepresenteerd en worden enkele onderscheidende kenmerken van de hydrologie, morfologie en het bodemtype besproken. Tabel 5.2 geeft de indeling en kenmerken weer.

Ter toelichting op Tabel 5.2:

- De gehanteerde indeling van KRW-gebieden in landschappelijke regio's of eenheden, betreft de indeling zoals weergegeven in Figuur 5.5. Bij de bespreking in dit rapport zijn de boezems echter als aparte groep beschouwd. De 'Noordkop' bestaat naast de Schermerboezem Noord (bij boezems besproken) alleen nog uit Anna Paulowna Hoog. Dit gebied is derhalve in de bespreking bij Wieringerland gevoegd;
- KRW-type: het door HHNK voor SGBP2 toegewezen watertype volgens de indeling in watertypen voor de KRW;
- Het percentage open water is gebaseerd op getallen uit balansstudies van Alterra (Van Boekel e.a. 2015) voor de polders, aangevuld met berekeningen in GIS voor de overige wateren (meren, duinen en boezems);
- De inkomende posten op de waterbalans van het watersysteem in mm/d, gebaseerd op de data uit de balansstudies van Alterra (Van Boekel e.a. 2015)). Onderscheid in neerslag (ook neerslagafvoer percelen), inlaat en kwel.

## KRW-gebieden: landschap, watertype en beïnvloeding

Tabel 5.2. Indeling van de 51 waterlichamen van HHNK in landschappelijke regio's of eenheden en enkele onderscheidende kenmerken van de hydrologie, morfologie en bodemtype. Het KRW-watertype is toegelicht in 5.2.2, de brakke typen zijn oranje gearceerd. Voor de overige kenmerken is de hoogte van de waarden met een kleurgradatie aangegeven, waarbij het percentage open water geel, de inkomende posten van de waterbalans in mm/d rood en de procentuele verdeling in bodemtypes groen gemarkeerd zijn.

OWL	naam	onderscheidend kenmerk	KRW-type	% open water	neerslag (mm/d)	inlaat (mm/d)	kwel (mm/d)	veen %	klei %	zavel %	zand %
<b>boezems</b>											
NL12_110	Schermerboezem-Noord	boezemkanalen	M7b	2	135	61		2	10	25	63
NL12_120	Schermerboezem-Zuid		M7b	12	48	26		75	16	6	2
NL12_130	Amstelmeerboezem		M30	7	24	12		1	32	40	26
NL12_140	VRNK-boezem	boezemmeren	M6b	2	107	17		0	17	82	1
NL12_201	Alkmaardermeer		M20	89	-	-	-	57	30	14	0
NL12_501	Amstelmeer		M30	95	-	-	-	0	33	23	44
<b>Laag Holland</b>											
NL12_202	t Twiske	overwegend veen, geografische ligging in het beheergebied, inlaat vanuit Markermeer	M20	30	5	3		100	0	0	0
NL12_210	Eilandspolder		M10	15	9	4		85	4	11	0
NL12_220	Wormer- en Jisperveld		M10	23	5	2		100	0	0	0
NL12_230	Zeevang		M10	12	10	3		100	0	0	0
NL12_240	Krommenieer Woudpolder		M10	15	8	8		89	11	0	0
NL12_250	Westzaan		M10	15	9	6		100	0	0	0
NL12_260	Waterland		M10	16	9	4		96	4	0	0
NL12_280	Assendelft (NW)		M10	6	20	13		78	22	0	0
NL12_311	Schermer-Noord		M3	5	31	10	5	3	70	26	2
NL12_312	Schermer-Zuid		M30	6	26	8	7	42	32	25	2
NL12_320	Beemster		M3	5	25	6	4	2	96	2	0
NL12_330	Purmer		M3	6	31	3	5	29	71	0	0
NL12_340	Wijdewormer		M30	6	26	4	4	28	71	0	2
<b>West Friesland</b>											
NL12_401	Geestmerambacht	overwegend klei of zavel, geografische ligging in het beheergebied, inlaat vanuit IJsselmeer	M20	59	-	-	-	0	0	100	0
NL12_410	Heerhugowaard Stad van de Zon		M14	50	4			0	0	100	0
NL12_415	Heerhugowaard		M3	7	19	8	0	8	14	78	0
NL12_420	Oosterdel		M14	23	7	4		1	40	59	0
NL12_425	Geestmerambacht		M3	4	34	20	1	3	31	64	3
NL12_430	Schagerkogge		M3	6	21	26		0	70	30	0
NL12_440	Vier Noorder Koggen -2,20		M6a	6	17	2		0	22	78	0
NL12_445	Vier Noorder Koggen -3,70		M3	4	42	41	0	0	62	37	0
NL12_450	Grootslag		M3	7	23	8	0	1	65	33	0
NL12_460	Drieban		M3	4	31	10		0	30	70	0
NL12_470	Oosterpolder		M3	6	19	9		0	68	32	0
NL12_480	Westerkogge		M3	7	20	4	2	44	47	9	0
NL12_490	Ursem		M3	4	35	11	1	6	94	0	0
<b>Wieringerland</b>											
NL12_510	Wieringermeer-West	overwegend klei en zavel, geografische ligging, inlaat IJsselmeer	M30	3	80	17	12	1	56	30	13
NL12_520	Wieringermeer-Oost		M31	2	82	30	37	1	55	37	7
NL12_530	Wieringerwaard		M3	2	77	30	4	0	55	45	0
NL12_540	Anna Paulowna laag		M30	6	21	26	2	6	53	18	24
NL12_550	Anna Paulowna hoog		M3	5	32	26	0	0	1	0	99
<b>Texel</b>											
NL12_610	Eijerland	klei, zavel en zand, Texel, geen inlaat mogelijk	M30	2	49	1	0	4	22	0	74
NL12_620	Waal en Burg en het Noorden		M31	3	34	4	2	0	20	10	70
NL12_630	Gemeenschappelijke polders		M31	3	37	1	2	3	45	7	45
<b>Kennemerland</b>											
NL12_710	Uitgeester- en Heemskerkerbroek	overwegend zand, ligging langs binnenduinrand, duinwater, inlaat NHK	M6a	6	19	4		18	43	35	4
NL12_720	Castricumerpolder		M6a	4	26	14		16	50	4	31
NL12_730	Groot-Limmerpolder		M3	5	23	6		19	29	3	49
NL12_740	Oosterzijpolder		M3	5	23	11		26	28	0	46
NL12_750	polders Egmondermeer		M3	5	30	16	2	9	87	0	4
NL12_760	polders Bergermeer		M3	5	29	10	3	5	57	0	39
NL12_770	Verenigde polders		M3	4	30	9		0	69	0	31
<b>duinen</b>											
NL12_810	Westerduinen / PWN	drinkwater	M14	2	-	-	-	0	0	0	100
NL12_820	duingebied Zuid NHN	duingebied natuur	M14	2	-	-	-	0	0	0	100
NL12_830	duingebied Noord NHN		M14	5	-	-	-	2	0	0	83
NL12_840	duingebied Texel		M14	6	-	-	-	0	0	6	90

- De procentuele verdeling van het bodemtype (zand, zavel, klei en veen) in het KRW-gebied (GAF\_90) van het waterlichaam is gebaseerd op balansstudies Alterra (Van Boekel e.a. 2015)). Voor boezems, meren en duinen is dit aangevuld op basis van de vereenvoudigde bodemkaart van Alterra.

Hieronder volgt een korte bespreking per hoofdgebied of regio:

### **Boezems**

De boezems vormen de hoofdaderen van het watersysteem. Het is zinvol om onderscheid te maken in kanalen en meren. De Schermerboezem Noord en VRNK-boezem worden gekarakteriseerd als respectievelijk diepe (M7b) en ondiepe (M6b) scheepvaartkanalen en onderscheiden zich van de Schermerboezem Zuid (M7b) door een zeer gering areaal open water en een hoog hydraulisch debiet (dit is het aanvoerdebiet op het wateroppervlak, in mm per dag) en vaak korte verblijftijden van het water. De Amstelmeerboezem bestaat eveneens uit kanalen, maar is vanwege het zoutgehalte gekarakteriseerd als licht brak water (M30). Het diepe Alkmaardermeer (M20) staat in open verbinding met de Schermerboezem, het brakke (en eveneens diepe) Amstelmeer met de Amstelmeerboezem. Het bodemtype van de boezemwateren is variabel.

### **Laag Holland**

Dit is (oorspronkelijk) laagveengebied, in de huidige situatie is veen nog in een deel van het gebied de dominante grondsoort. Veelal zijn dit gebieden met relatief brede veenkanalen (M10) en enkele plassen. Vooral de veengebieden kenmerken zich door een relatief groot aandeel open water en een gering hydraulisch debiet en een gering aandeel inlaatwater. De verblijftijden van het water zijn hier dan ook vaak lang. In de droogmakerijen is het veen veelal verdwenen en is het dominante bodemtype klei en is het meest voorkomende watertype 'matig grote kanalen' (M3). Het Twiske is een diepe zandafgraving (M20) en de Schermer zuid en Wijdewormer zijn licht brakke polders (M30).

### **Westfriesland**

In Westfriesland is het overwegende bodemtype klei of zavel. Hier wordt water vanuit het IJsselmeer en Markermeer ingelaten en worden voor het beheergebied relatief zoete omstandigheden aangetroffen. Het meest voorkomende watertype is matig grote kanalen (M3), uitzonderingen zijn de diepe zandwinplas Geestmerambacht (M20), de ondiepe plassen van de Stad van de Zon en Oosterdel (M14) en de grotere, ondiepe kanalen (M6a) in de Vier Noorder Koggen -2.20. In de meeste polders is het aandeel open water gering en er wordt in een aantal gevallen relatief veel water ingelaten.

### **Wieringerland**

In de Wieringermeer-West en -Oost is sprake van een forse belasting met brakke kwel, deze polders zijn dan ook licht-matig brak (M30/M31). Anna Paulowna Laag is eveneens licht brak (M31, inlaat), terwijl de Wieringerwaard en Anna Paulowna Hoog zoet zijn (M3). De meest voorkomende watertypen zijn sloten en kanalen en de bodem bestaat, met uitzondering van Anna Paulowna Hoog (zand), overwegend uit klei en zavel. Het aandeel open water is gering tot zeer gering, de inlaat soms fors.

### **Polders Texel**

In de polders van Texel zijn er licht (M30) tot matig (M31) brakke wateren, met een zeer gering aandeel open water op zand en kleibodem. Vanwege het geringe aandeel open water en het ontbreken van mogelijkheden om zoet water in te laten, is neerslag de belangrijkste bron. De invloed van kwel lijkt beperkt maar is lokaal groot. Langs de duinen (binnenduintrand) is vaak sprake van zoete kwel, langs de waddenkant van brakke kwel. Beide kunnen potenties opleveren voor bijzondere waterkwaliteit en ecologie. Naast sloten en kanalen die het hoofdwatersysteem vormen zijn er diverse geïsoleerde wateren zoals oude krekken, kolken en zoete en brakke plassen.

### Kennemerland

De bodem bestaat overwegend uit klei en zand, met soms nog een matig aandeel veen. Feitelijk is er vaak sprake van een gradiënt van zand – klei – veen, vanaf de duinen naar het binnenland. Langs de duinen (binnenduinrand) is vaak sprake van zoete kwel, wat potenties oplevert voor bijzondere waterkwaliteit en ecologie. Het hoofdwatersysteem wordt gekarakteriseerd als matig grote (M3) of grote (M6) ondiepe kanalen.

### Duingebieden

De wateren in de duingebieden worden gekarakteriseerd als M14: matig grote ondiepe plassen. In werkelijkheid zijn er vaak vele, geïsoleerde plassen en plasjes, natte duinvalleien, duinrellen, poelen en soms ook sloten en kanalen. Bodemtype is zand en het aandeel open water is gering. Het waterpeil fluctueert vaak met de seizoenen. De Westerduinen onderscheiden zich door een watersysteem dat is ingericht voor drinkwaterwinning.



Figuur 5.6

(links) Het peil van wateren in het duingebied (hier de Harmplas in de Grafelijkheidsduinen) fluctueert met de seizoenen (NGJ).



Figuur 5.7

(rechts) Het inlaatpunt van voorgezuiverd IJsselmeerwater in het infiltratieveld Casticum (NGJ).

## 5.3 Beïnvloeding door functies en gebruik

Boven op de landschappelijke kenmerken en het watertype komt de beïnvloeding door functies en gebruik (zie Figuur 1.2). Vooral het landgebruik is in belangrijke mate bepalend voor de waterkwaliteit en ecologie. Dit komt omdat het landgebruik van grote invloed is op zowel de hydrologie (o.a. via het peilbeheer), als op de chemie (o.a. door de belasting van het watersysteem met zout, nutriënten en toxische stoffen) en de processen in het watersysteem zelf (o.a. via de verblijftijd). Verder wordt ten behoeve van het peilbeheer periodiek gemaaid en gebaggerd om voldoende afvoercapaciteit van het watersysteem te garanderen. Ook dit is van invloed op de waterkwaliteit en ecologie.

Tabel 5.3 geeft een overzicht van het landgebruik, het peilbeheer en de nutriëntenbelasting per KRW-gebied. In de onderstaande paragrafen wordt de herkomst en de relevantie van die gegevens toegelicht.

### 5.3.1 Landgebruik

In Tabel 5.3 is de procentuele verdeling van het landgebruikstype in het KRW-gebied (GAF\_90) van het waterlichaam opgenomen. De getallen zijn overgenomen van de balansstudies van Alterra (Van Boekel e.a. 2015), waar



ten behoeve van het opstellen van nutriëntenbalansen onderscheid is gemaakt in:

- Akkerbouw: dit is het gezamenlijke oppervlak van akkerbouw (met uitzondering van mais), bloembollen en boomgaarden;
- Mais;
- Grasland, dit is grasland in agrarisch gebruik;
- Bebouwd gebied: dit is het gezamenlijke oppervlak van bebouwing en infrastructuur, glastuinbouw en grasland overig;
- Natuur: dit is het gezamenlijke oppervlak van bos en natuur.

Voor boezems, meren en duinen zijn door Alterra geen balansen opgesteld en zijn de data aangevuld op basis van LGN7. NB! Water ontbreekt, waardoor de totalen geen 100% bedragen!

Voor het beheergebied als geheel vertegenwoordigd de landbouw (akkerbouw, mais en grasland) veruit het grootste areaal. Dit ligt in de orde van twee derde van het gebied, (63-67%, afhankelijk of de duingebieden worden meegenomen). Het areaal natuur bedraagt 7-12%, water circa 6% en bebouwd gebied ongeveer 19%. 'Bebouwd gebied' bestaat overigens voor circa één derde uit 'overig grasland'.

Regionaal valt op dat Laag Holland weinig akkerbouw en vooral agrarisch grasland kent, terwijl Wieringerland juist een zeer hoog aandeel akkerbouw heeft. Natuur is dominant in de duingebieden, maar is ook relatief goed vertegenwoordigd in de laagveengebieden, Texel en delen van Kennemerland.

### 5.3.2 Peilbeheer

Traditioneel is het waterkwantiteitsbeheer de belangrijkste taak van het waterschap. Het waterschap moet zorgen dat er voldoende water is voor de functies (landbouw, natuur, scheepvaart), maar dat wateroverlast wordt voorkomen (droge voeten). Peilbeheer speelt hierin een centrale rol. Om dit mogelijk te maken is er in de loop van de tijd een complex stelsel van watergangen met kunstwerken (gemalen, stuwen, duikers etc.) aangelegd. Hiermee kan het neerslagoverschot op het land snel worden afgevoerd en kan water worden ingelaten om tekorten te voorkomen. Het gewenste peilbeheer is afhankelijk van de functie van het KRW-gebied. Afspraken over het peilbeheer zijn vastgelegd in peilbesluiten.

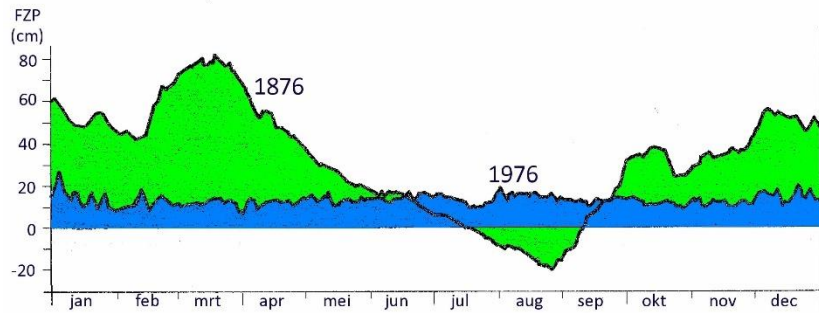
#### **Seizoensmatige peilfluctuaties**

In een natuurlijke situatie vertoont het waterpeil onder invloed van neerslag en verdamping een seizoensmatige fluctuatie, 's winters hoog en aan het einde van de zomer laag. Die fluctuatie kan fors zijn, zoals Figuur 5.8 laat zien voor de Friese boezem in 1876. De fluctuatie is weergegeven ten opzichte van Fries zomerpeil (FZP = -0.66 m NAP) en bedraagt in totaal circa 1 meter. In 1976 (100 jaar later) is er van die seizoensmatige fluctuatie vrijwel niets meer over.

#### **Van op en neer naar heen en weer**

Inmiddels nog weer 40 jaar verder geldt er jaarrond een streefpeil van -0.52m NAP en is er geen sprake meer van een seizoenspatroon. Dit geldt voor vrijwel alle oppervlaktewater in Nederland. In plaats van op en neer beweegt het water heen en weer tussen polder en boezem en tussen boezem en buitenwateren (IJsselmeer, Markermeer, Waddenzee en Noordzeekanaal voor HHNK).





Figuur 5.8

Verloop van de boezemwaterstand in Friesland 1876 en 1976. FZP = Fries zomerpeil (NAP -66 cm) (naar Provinciale Waterstaat van Friesland 1978 uit Claassen 2008).

### Effecten van peilbeheer op waterkwaliteit en ecologie

Bij de uitwerking van KRW is het essentieel om naar het peilbeheer te kijken, omdat dit verstrekende gevolgen heeft voor de waterkwaliteit en ecologie. Het peilbeheer grijpt namelijk in op de waterstromen, de verblijftijd van het water, de waterdiepte en de hydrologie van de oeverzone. Daarmee beïnvloedt het peilbeheer niet alleen de watersamenstelling maar ook belangrijke ecologische processen in het watersysteem. Nog afgezien van andere invloeden, zorgt een ‘vast’ peil in een voorheen seizoensmatig fluctuerend systeem al voor het verdwijnen van een (groot) deel van de kenmerkende planten en dieren.

### Ontwikkelingen in peilbeheer en toename drooglegging na ruilverkavelingen

Het landgebruik (stedelijk, agrarisch, natuur) is leidend voor het peilbeheer. De mogelijkheden voor peilbeheersing in landbouwgebieden zijn in de loop van de tijd sterk verbeterd. Met name na de ruilverkavelingen heeft dit in veel gevallen geleid tot een grotere drooglegging (§ 3.4.4). Dit heeft gevolgen voor de wateraan- en -afvoer tussen polder en boezem, op de uit- en afspoeling van nutriënten en op chemische en biologische processen in de bodem.

### Peilbeheer in de KRW-gebieden

In § 4.4 is reeds ingegaan op de verschillende vormen van peilbeheer en de verdeling over het beheergebied. In Tabel 5.3 is per KRW-gebied de verdeling van de vormen van peilbeheer uit de legger opgenomen. Hierin wordende volgende typen onderscheiden: ‘vast’, ‘vast seizoen’, ‘dynamisch seizoen’, ‘dynamisch’, ‘flexibel hoger dan’, ‘flexibel’, ‘natuurlijk winter/vast zomer’ en ‘natuurlijk’. Daarbij zijn ze geordend in toenemende mate van ‘natuurlijkheid’. De uitersten (‘vast’ en ‘natuurlijk’) spreken daarbij redelijk voor zich, de beheerruimte zit vooral in de vormen ‘dynamisch’ en ‘flexibel’, deze verdienen wat nadere toelichting. Zie hiervoor onderstaande tekstkader uit het Waterprogramma 2016-2021 (HHNK 2018d).

De verdeling van peilbeheervormen in Tabel 5.3 is gebaseerd op het relatieve (percentage van het wateroppervlak) voorkomen van de verschillende vormen van peilbeheer in het KRW-gebied (GAF\_90). NB! Dit is zoals het in de legger is opgenomen, waarbij in geval van ontbrekende breedtes indien mogelijk een schatting is gedaan (anders onbekend). Voor de gebieden met meren en plassen geldt dat er sprake kan zijn van grote afwijkingen doordat de grote wateroppervlakten soms niet in de legger zijn opgenomen. Desondanks komt er voor de meeste gebieden een duidelijk beeld naar voren.

Het overgrote deel van het peilbeheer is vast of dynamisch, vaste peilen worden vooral gevonden in Laag Holland (met name in het laagveengebied) en in delen van Wieringerland. In de boezemwateren en in Westfriesland wordt het peilbeheer juist vrijwel overal als dynamisch gekarakteriseerd, hier is een ruimere beheermarge. Wat dit in elk afzonderlijk geval precies betekent voor waterkwaliteit en ecologie is zo niet te zeggen. In de gebiedsdocumenten wordt verder ingezoomd op het peilbeheer.

### Peilbeheer (HHNK 2018d)

Onder (dagelijks) peilbeheer verstaan we het instandhouden van het gewenste waterpeil voor de functies in het gebied. Het streefpeil vormt hiervoor het uitgangspunt. Dit peil (en het beheer daarvan) is voor elk peilgebied vastgelegd in een peilbesluit. In de afweging daarvan bekijken we of er een (ruimere) beheermarge mogelijk is, onder andere om minder water te hoeven doorspoelen en de energie (nodig om gemalen te laten draaien) beter te benutten.

Een ruimere beheermarge is mogelijk bij zowel dynamisch peilbeheer als flexibel peilbeheer. Bij dynamisch peilbeheer streven we ernaar om zoveel mogelijk te anticiperen op weersomstandigheden, bijvoorbeeld om wateroverlast te voorkomen. Bij flexibel peilbeheer willen we schoksgewijze veranderingen in het waterpeil of de waterkwaliteit voorkomen. Plotselinge veranderingen van het zuurstof-, zout- en kalkgehalte en dergelijke leiden vaak tot flinke stress voor veel waterorganismen, zoals vissen. We zijn terughoudend met het doorspoelen van watergangen in poldersystemen met natuurfuncties. Het gebiedseigen water willen we zo veel mogelijk vasthouden. Vooral bij natuurwaarden streven we daarom naar flexibel peilbeheer.

We automatiseren het dagelijkse peilbeheer waar dat effectief is. In gebieden waar we door nauwkeurig sturen in het peilbeheer opgaven van verbeterprogramma's kunnen oplossen, willen we gebiedsregelingen toepassen waarmee we de totale veerkracht van het watersysteem optimaal kunnen benutten. Zo kunnen we voorkomen dat in het ene deel van een poldersysteem sprake is van wateroverlast, terwijl er in een ander deel nog ruimte voor waterberging is.

---

Een flexibel peilbeheer, wat meer rekening houdt met natuurwaarden, wordt volgens de legger aangetroffen in delen van het Twiske, de Geestmerambacht en ook in de Groot-Limmerpolder. Een peildynamiek die overeenkomt met de natuurlijke situatie, wordt echter alleen aangetroffen in delen van de duinen. Echter ook in de Stad van de Zon heeft het waterpeil een zeer ruime marge en is er de afgelopen jaren geen water ingelaten<sup>5</sup>. Bij de aanleg van dit geïsoleerde watersysteem is rekening gehouden met de waterkwaliteit en is een ruime peilmarge als ontwerpcriterium opgenomen.

### 5.3.3 Nutriëntenbelasting

#### Historie en herkomst van nutriënten

De belasting van het watersysteem met nutriënten heeft grote invloed op de waterkwaliteit en de ecologie. In de jaren zeventig van de vorige eeuw was de belasting door ongezuiverde lozing van huishoudelijk en industrieel afvalwater op zijn hoogtepunt. De waterkwaliteit was op veel plaatsen zeer slecht en periodiek trad er massale vissterfte op in de grote rivieren. Niet alleen nutriënten maar ook organische stof (zuurstofvraag) en toxische stoffen waren een groot probleem.

In 1970 was de lozing van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater de belangrijkste bron van nutriënten. Door de zuivering van afvalwater en vermindering van emissies van de industrie zijn de concentraties van stikstof en fosfor sinds 1975 gestaag gedaald. De daling is het grootst in de grote rivieren en daardoor gevoede Rijks- en regionale wateren.

Voor HHNK betekent dit dat de kwaliteit van het inlaatwater vanuit Markermeer en IJsselmeer sterk verbeterd is. Ook is de zuivering van afvalwater in het beheergebied sterk uitgebreid en verbeterd. Het effect hiervan is het duidelijkst zichtbaar in de boezemwateren en in mindere mate in de polders. De

---

<sup>5</sup> Mondelinge mededeling HHNK, zie ook Jaarsma (2013b) en Schep (2015). Hoewel het waterpeil in de Stad van de Zon een vrijwel natuurlijk verloop kent, is het peilbeheer in de legger als 'dynamisch' gekarakteriseerd.

waterkwaliteit is weliswaar verbeterd, maar is vaak nog sprake van zeer hoge nutriëntengehalten. Door Alterra is uitgezocht waar deze nutriënten vandaan komen.

### Balansstudies poldergebieden HHNK

Alterra heeft voor 42 KRW-gebieden van HHNK balansstudies uitgevoerd, waarbij de bronnen van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in beeld zijn gebracht (Van Boekel e.a. 2013a – 2014z). Belangrijk doel van de studie was om onderscheid te maken in ‘natuurlijke’ en ‘antropogene’ nutriëntenbronnen. Uiteindelijk doel was om de achtergrondbelasting en de achtergrondconcentratie voor P en N te bepalen. Uit de balansstudies blijkt dat de nutriëntenbelasting sterk wordt bepaald door het landgebruik. Onderstaand enkele passages uit de samenvatting van het overkoepelende rapport (Van Boekel e.a. 2015) ter verduidelijking.

### Achtergrondconcentratie en -belasting HHNK

De theoretische achtergrondconcentratie wordt gedefinieerd als ‘de theoretisch afgeleide stikstof- en fosforconcentratie in het oppervlaktewater die verwacht kan worden indien er alleen sprake is van natuurlijke nutriëntenbronnen en de bijdrage van antropogene bronnen buiten beschouwing wordt gelaten’. Het ontrafelen van de nutriëntenbronnen in antropogeen en natuurlijk begint derhalve bij het definiëren van wat onder natuurlijk of antropogeen wordt verstaan. Hiervoor zijn in Rijn-West de volgende uitgangspunten afgesproken:

- antropogeen: de bemesting die in het verleden vanaf grofweg 1940 heeft plaatsgevonden;
- natuurlijk: kwel en atmosferische depositie – ook al is de atmosferische depositie van stikstof door menselijke bronnen verhoogd en kan kwel door antropogene bronnen zijn verrijkt;
- natuurlijk: de (versnelde) mineralisatie door verbetering van de ontwatering, omdat de ontwatering voor het bewoonbaar maken van ons lage land ver terugrijpt en gezien kan worden als een onomkeerbare ingreep.

Tabel 5.4 laat de door Alterra onderscheiden bronnen en onderverdeling zien.

Tabel 5.4. Gehanteerde onderverdeling in antropogene en natuurlijke nutriëntenbronnen (Van Boekel e.a. 2015).

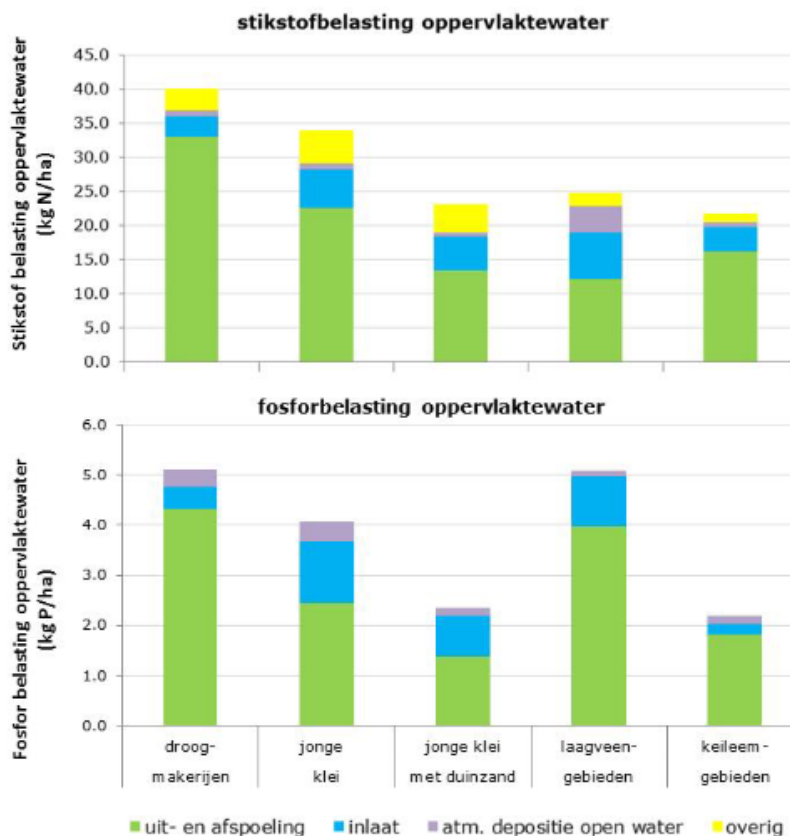
Categorie	Type bron	Bonnen/emissieroutes
Antropogeen	puntbron	RWZI's
	puntbron	industriële lozingen
	punt + diffuse bron	overige agrarische bronnen <sup>1</sup>
	punt + diffuse bron	overige bronnen <sup>2</sup>
	puntbron	inlaat
	diffuse bron	bemesting (actueel en historisch) <sup>3</sup>
Natuurlijk	diffuse bron	atmosferische depositie
	diffuse bron	kwel
	diffuse bron	uitspoeling van eerder geïnfiltreerd oppervlaktewater
	diffuse bron	natuurlijke nalevering (mineralisatie, uitloging) bodem
	diffuse bron	uit- en afspoeling vanuit natuurgebieden

<sup>1</sup>meemesten sloten, glastuinbouw, erfafspoeling

<sup>2</sup>huishoudelijke ongerioleerde lozingen, verkeer en vervoer, overstorten, e.a.

<sup>3</sup>direct naar open water en indirect via uit- en afspoeling

Het resultaat van de uitgevoerde analyse van de herkomst van de stikstof- en fosforbelasting is weergegeven in Figuur 5.10.



Figuur 5.9. Bijdrage van verschillende bronnen aan de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater voor de verschillende bronnen voor de periode 2000-2009 voor de verschillende type hoofdgebieden (Van Boekel e.a. 2015).

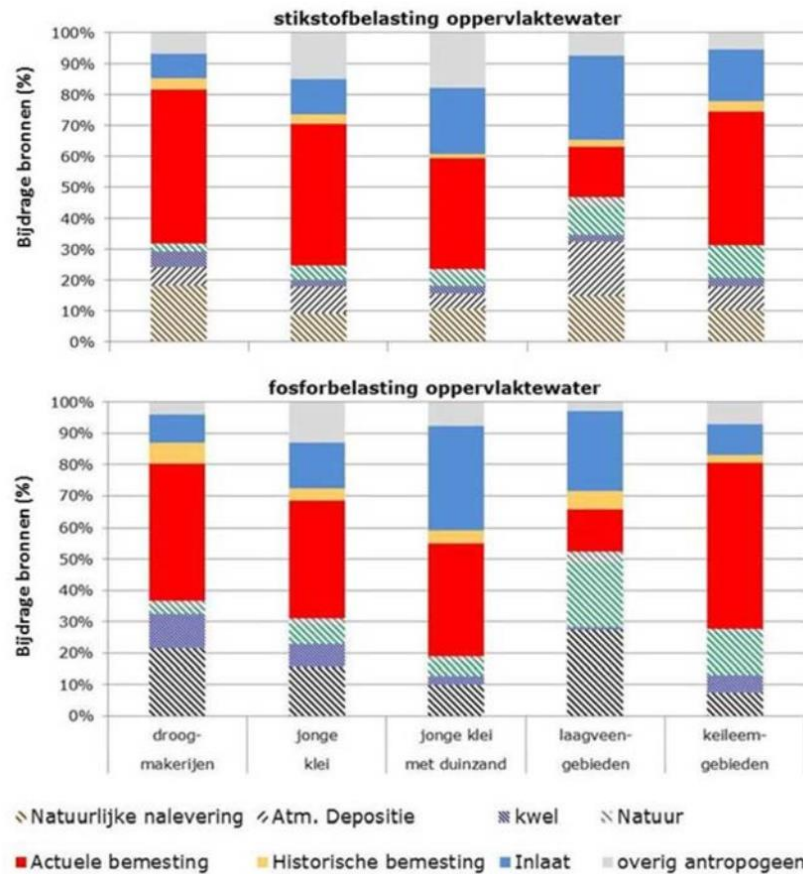
De berekende stikstofbelasting is relatief groot in droogmakerijen (gemiddelde 40 kg/ha), in de keileemgebieden wordt gemiddeld de laagste stikstofbelasting berekend (22 kg/ha). De gemiddelde fosforvrucht naar het oppervlaktewater is het hoogst voor de droogmakerijen en laagveenengebieden (beide 5,1 kg/ha P). De gemiddelde fosforbelasting voor jonge klei met duinzand 2,4 kg/ha P en keileemgebieden (2,2 kg/ha P) is meer dan een factor 2 lager.

Uit de analyse komt duidelijk naar voren dat de (diffuse) uit- en afspoeling gemiddeld het meest bijdraagt aan de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater. Daarnaast is de bijdrage van inlaatwater van belang en voor laagveenengebieden ook de atmosferische depositie op open water. De bijdrage van andere bronnen is in de meeste gebieden gering, vooral doordat de meeste RWZI's niet op de regionale wateren lozen.

Een verdere uitsplitsing van de bronnen (Figuur 5.10) laat zien dat de actuele bemesting het meest bijdraagt aan de totale belasting, behalve in de laagveenengebieden. Als de laagveenengebieden niet worden meegerekend, is het aandeel van de actuele bemesting bijna de helft (46% voor stikstof, 42% voor fosfor). In de laagveenengebieden is het aandeel van de bemesting niet groot en leveren vooral atmosferische depositie natuurlijke nalevering uit de bodem en inlaatwater een belangrijke bijdrage.

## Balansen boezemwateren HHNK

De boezemwateren vormen de hoofdaders van het watersysteem. Ze ontvangen het overtollige water vanuit de polders en laten water in vanuit het IJsselmeer en Markermeer om de polders van water te voorzien in droge perioden. Er stroomt dus veel water door het boezemsysteem. Dit betekent *per definitie* dat de belasting van het boezemsysteem met nutriënten groot is en dat de



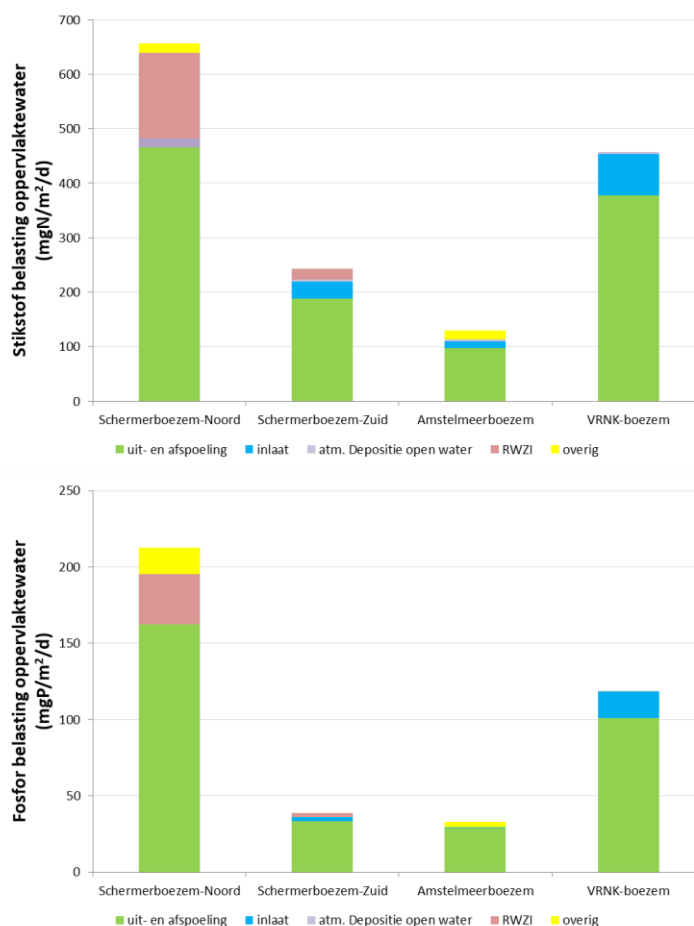
Figuur 5.10. Bijdrage van verschillende bronnen aan de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater voor de periode 2000-2009, onderverdeeld op basis van de herkomst voor de vijf type hoofdgebieden. De natuurlijke bronnen zijn gearceerd weergegeven (Van Boekel e.a. 2015). Zie Tabel 5.4 voor een toelichting op de bronnen.

verblijftijden vaak kort zijn. Vanwege de grote invloed die de afvoer van polderwater heeft op de boezem, mag worden verwacht dat de herkomst van nutriënten ook voor een belangrijk deel vergelijkbaar is met die van de polders. Uit door HHNK opgestelde concept-balansen (Hermans 2014) blijkt dan ook dat uit- en afspoeling veruit de grootste post is (Figuur 5.11). Dit betreft het aandeel uit- en afspoeling in de polderafvoer naar de boezem. Interessant is echter om te kijken wat de bijdrage is van de RWZI's, die vrijwel alleen op de boezems lozen, en van de inlaat vanuit IJsselmeer en Markermeer.

RWZI's zijn een forse post op de nutriëntenbalans van de Schermerboezem Noord en een geringere post op de Schermerboezem Zuid. De bijdrage is relatief het grootst voor stikstof. De invloed is met name 's zomers hoog, een groot deel van het water bestaat dan uit RWZI-effluent.

Inlaten vanuit IJsselmeer en Markermeer naar de Schermer- en Amstelmeerboezems zijn relatief geringe posten. De inlaat van de VRNK boezem is relatief belangrijker. Dit komt echter vooral vanuit de Schermerboezem Zuid en betreft dus water van binnen het gebied.

NB!! De inlaat van de VRNK boezem betrof ten tijde van het opstellen van de concept-balansen nog een schatting.



Figuur 5.11. Bijdrage van verschillende bronnen aan de stikstof- en fosforbelasting van de boezemwateren voor de verschillende bronnen voor de periode 2000-2010 (Hermans 2014).

### Nutriëntenbelasting van de KRW-gebieden

In Tabel 5.3 is de belasting van het watersysteem met nutriënten stikstof (N) en fosfor (P) opgenomen, zoals die zijn afgeleid van de balansstudies. De eenheid is milligram P en N per vierkante meter wateroppervlak per dag (mg P/m<sup>2</sup>/d). Hiervoor is de totale belasting in een jaar gedeeld door het wateroppervlak en door het aantal dagen in een jaar.

De belasting verschilt sterk tussen gebieden. De belasting is het hoogst in de boezems en in landbouwgebieden met weinig open water. Hier is de absolute belasting (in kilogrammen P en N) hoog en wordt die verdeeld over een klein wateroppervlak. In de veengebieden is het wateroppervlak juist groot, waardoor de belasting als het ware ‘uitgesmeerd’ wordt over een groter wateroppervlak. Zonder nadere duiding zijn deze getallen weinig informatief. Daarom is ook de ratio van de belasting en de kritische belasting in de tabel opgenomen. Dit loopt al vooruit op de resultaten van de systeemanalyse (zie § 7.3).

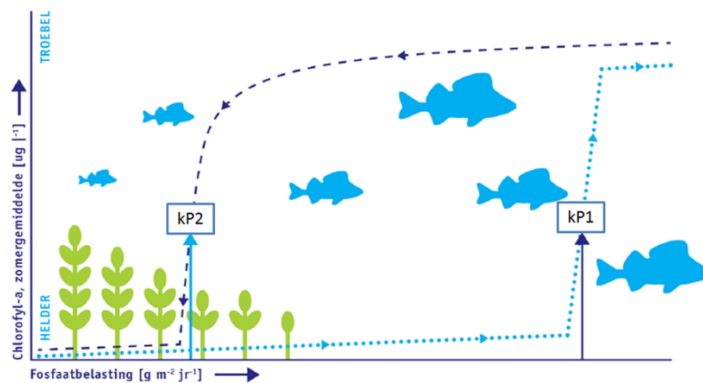
### Kritische belasting van de KRW-gebieden

Voor alle KRW-wateren van HHNK is berekend op welk niveau de actuele en de kritische belastingen van stikstof en fosfaat liggen. Bij de ESF productiviteit wordt vervolgens bepaald of er sprake is van een knelpunt, hoe groot dat is en welke bronnen daar voor verantwoordelijk zijn.

## KRITISCHE NUTRIËNTENBELASTING

Een meer kan helder en plantenrijk zijn of het kan troebel zijn door algen. Een sloot kan helder zijn met ondergedoken waterplanten of er kan een dichte krooslaag op drijven. In beide gevallen is de nutriëntenbelasting de bepalende factor voor de toestand. Het niveau van nutriëntenbelasting waarop het watersysteem overgaat (omslaait) van de ene toestand in de andere, heet de kritische belasting (Scheffer 1998, Janse 2005, Jaarsma e.a. 2008). Dit wordt uitgedrukt in de hoeveelheid nutriënten (N en P) per eenheid van wateroppervlak per tijdseenheid (bijvoorbeeld gram P per vierkante meter water per jaar). De kritische belasting is systeemspecifiek, dat wil zeggen voor ieder water uniek. Kort gezegd geldt dat hoe groter en dieper een water is, hoe eerder de belasting een niveau bereikt waarbij de helderheid en waterplanten afnemen en de toestand omslaat. Het water is dus gevoeliger voor nutriëntenbelasting. Ook het bodemtype (zand, klei of veen), troebeling door humuszuren en de verblijftijd beïnvloeden de gevoeligheid van wateren voor nutriëntenbelasting. Met de ecosysteemmodellen PCLake en PCDitch kunnen we voor een specifiek watersysteem berekenen waar de kritische grens ongeveer ligt.

Er worden twee kritische grenzen onderscheiden, kP1 (bovengrens) geeft de omslag weer van een helder naar een troebel systeem, kP2 (ondergrens) van troebel naar helder. Wanneer de belasting van een troebel systeem echter wordt teruggebracht tot beneden de bovenste kritische grens (kP2) is een duurzaam helder systeem mogelijk, daarvoor kunnen wel aanvullende maatregelen nodig zijn zoals uitdunning van de visstand. Figuur 5.12 geeft dat schematisch weer, voor een nadere toelichting wordt verwezen naar Jaarsma e.a. (2008).



Figuur 5.12 Alternatieve stabiele toestanden en kritische grenzen (Jaarsma e.a. 2008).

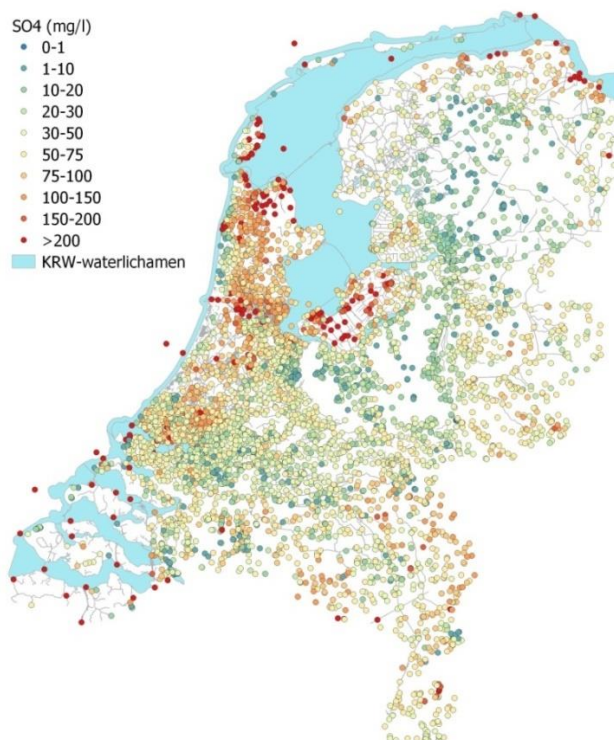
## 5.4 Mariene historie, sulfaat en fosfaatmobiliteit

In § 5.3.3 werd al ingegaan op de achtergrondbelasting; de belasting met nutriënten vanuit ‘natuurlijke’ bronnen. Belangrijk zijn vooral de posten ‘natuurlijke nalevering’, ‘kwel’ en ‘uit- en afspoeling natuurgebieden’ (zie Tabel 5.4). De studie laat zien dat een soms significant deel van de nutriënten een ‘natuurlijke’ herkomst heeft, vooral in de laagveengebieden is dit soms meer dan de helft.

Helaas gaat de studie van Alterra (Van Boekel e.a. 2015) niet in op de mariene historie van het gebied en de gevolgen die dit heeft voor de nutriëntenuishouding (zie discussie, § 9.1.2). Er zijn lokaal nog licht-brakke omstandigheden en op de plaatsen waar het water wél zoet is, worden hoge sulfaatgehalten gemeten. Het sulfaat komt vrij bij de oxidatie van organisch materiaal (veen) en ijzersulfides (pyriet) in voormalige mariene bodems (Vermaat e.a. 2013). De hoge gehalten in het beheergebied van HHNK wijzen daarmee op de mariene historie en op de mobilisatie van zwavel door oxidatieprocessen.

**Sulfaat**

In Figuur 5.13 is het sulfaatgehalte van de oppervlaktewateren in Nederland weergegeven.



Figuur 5.13. Sulfaatgehalten van het oppervlaktewater in Nederland. Bron: IHW<sup>6</sup>

Te zien is dat het beheergebied van HHNK, samen met de voormalige zuiderzeegebieden (Flevoland, Noordoostpolder), delen van Zuid-Holland en Zeeland, de hoogste sulfaatgehalten kent. Waarden > 200 mg/l betreft de brakke gebieden (o.a. Wieringerland, Texel) maar ook in de zoete gebiedsdelen worden waarden van meer dan 100 mg/l gemeten.

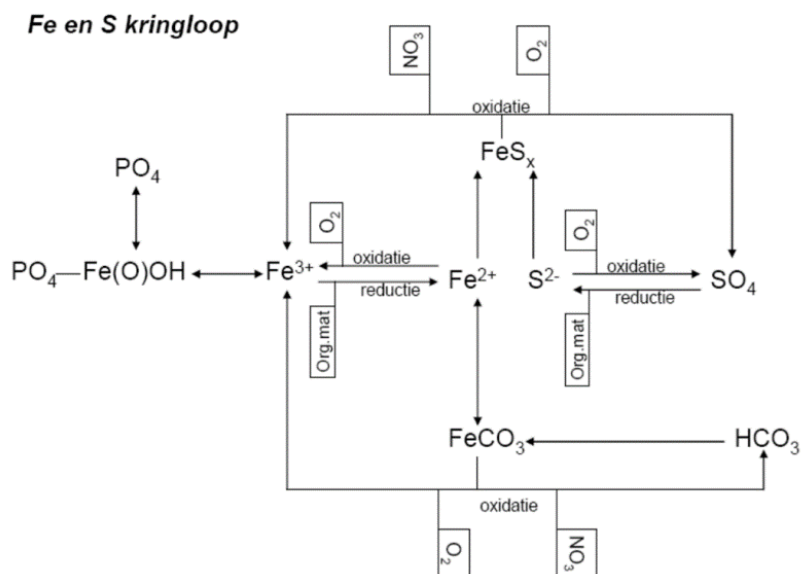
**Versnelde afbraak en geringere P-binding**

Hoge sulfaatgehalten zijn ongunstig voor de waterkwaliteit van zoete wateren. Enerzijds zorgt het voor de immobilisatie (vastlegging) van ijzer (Fe), waardoor de binding van fosfaat in land- en waterbodems sterk wordt vermindert. In sulfaatrijke gebieden is fosfaat daarom veel mobieler en spoelt het sneller uit naar het oppervlaktewater. Dit geldt dus ook voor fosfaat uit opgebrachte meststoffen. Anderzijds speelt sulfaat (SO<sub>4</sub>) een belangrijke rol in afbraakprocessen. Figuur 5.14 en Figuur 5.15 laten de kringloop en de relevante processen schematisch zien.

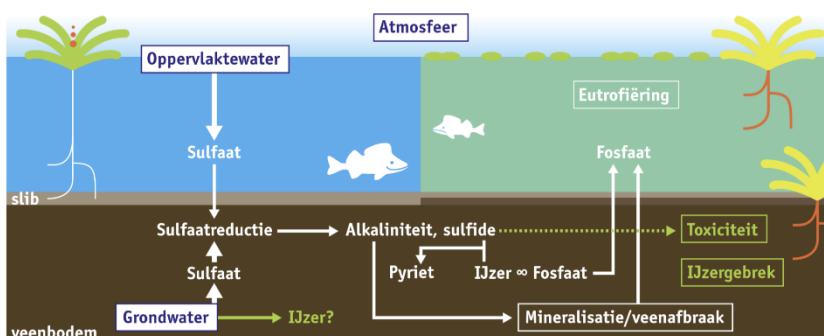
De afbraak van organisch materiaal (veen) verloopt daardoor sneller in sulfaatrijke condities en gaat ook door wanneer de zuurstof opgebruikt is. Daarmee is het in deze gebieden een zichzelf versterkend proces. Sulfaat is dus een probleem, maar in het bijzonder in veengebieden (Figuur 5.16 en Figuur 5.17). In de literatuur worden grenswaarden genoemd van 10-20 mg/l voor veenafbraak in zoete veengebieden (Jaarsma e.a. 2008). Voor een soortenrijke vegetatie worden grenswaarden van 30-50 mg/l genoemd (Vermaat e.a. 2013). De auteurs stellen echter dat de relaties tussen zwavel en vegetatie

<sup>6</sup> Van de website van IHW zijn de publiek beschikbare gegevens over de (fysisch chemische) waterkwaliteit van de Nederlandse oppervlaktewateren gedownload. Het betreft losse (csv-)bestanden met data per meetjaar van de periode 2011-2016. Deze data zijn gebruikt om voor enkele relevante parameters het zomergemiddelde over deze periode te berekenen.





Figuur 5.14. Ijzer- en zwavelkringloop in watersystemen (Fons Smolders, PAO-cursus van Helder naar Troebel 2013).



Figuur 5.15. P-mobilisatie door aanvoer van sulfaatrijk water (Lamers e.a. 2006).



Figuur 5.16 Door veenafbraak zakken de oevers van veensloten in. In deze sloot ten oosten van Landsmeer is beschoeiing geplaatst om dempen van de sloot te voorkomen (HvD).



Figuur 5.17 Oeverafkalving in de Krommenieër Woudpolder door veenafbraak en windwerking. Beschoeiingen baggerschermen (NGJ).

complex zijn en er geen simpele een-op-een relaties verondersteld kunnen worden. Desalniettemin is het aannemelijk dat de hoge sulfaatgehalten in Hollands Noorderkwartier (overwegend > 100 mg/l) een negatief effect hebben op waterkwaliteit en ecologie.



Kwelsloot met vlies van ijzerbacteriën in de Uitlandse Polder aan de voet van de duinen van het Zwanenwater. Het ijzer vermindert de beschikbaarheid van fosfaat voor de plantengroei (NGJ).



Ophoping van diverse soorten kroos bij gemaal in de Zijpe- en Hazepolder (NGJ).

## 6. Historische en huidige waterkwaliteit en ecologie

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de huidige waterkwaliteit en relevante ontwikkelingen hierin. Daarbij ligt de focus op de voor de ecologie belangrijke waterkwaliteitsparameters: met name zout, macro-ionen, zuurgraad, nutriënten, zuurstof en helderheid. Voor andere functies zijn deze parameters ook relevant, hoewel de accenten vaak wat anders liggen. Zo is voor de landbouw met name het zoutgehalte van belang en voor zwemwater blauwalgen, colibacteriën en helderheid.

Naast de waterkwaliteit wordt ook ingegaan op de biologische toestand. In de KRW draait het hier tenslotte allemaal om, de ecologie staat centraal.

#### Historische ontwikkelingen in de waterkwaliteit

Alvorens de huidige waterkwaliteit te presenteren, wordt eerst ingegaan op de historische ontwikkelingen in de waterkwaliteit. HHNK is van oorsprong ontstaan door zout water. Na de aanleg van de Afsluitdijk is er sprake van een sterke **verzoeting**. Daarnaast is door het waterschap ook actief gewerkt aan verzoeting, om gronden geschikt te maken voor de landbouw.

#### Huidige waterkwaliteit

De waterkwaliteit wordt besproken door de kenmerkende toestand voor het beheergebied als geheel te beschrijven, dit voor zover mogelijk te vergelijken met de rest van Nederland en ten slotte te presenteren aan de hand van zomergemiddelde waarden voor de KRW-relevante parameters per waterlichaam, ingedeeld naar regio's.

#### Huidige ecologische kwaliteit

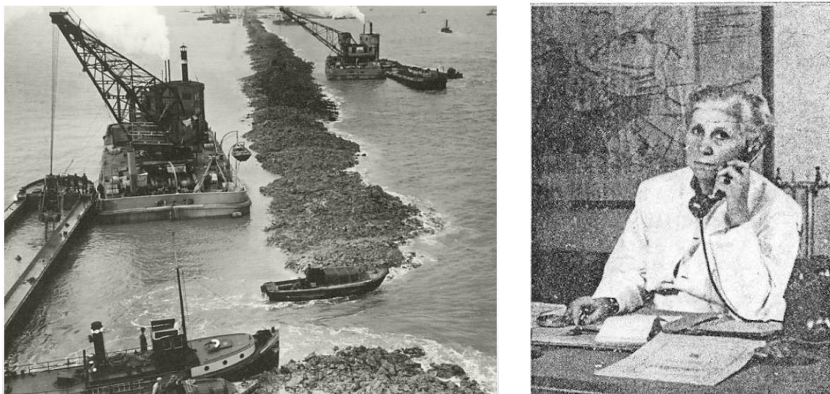
De ecologie wordt besproken door per soortgroep de kenmerkende toestand voor het beheergebied als geheel te beschrijven, dit voor zover mogelijk te vergelijken met de rest van Nederland en ten slotte uit te splitsen naar waterlichamen en regio's door de ecosysteemtstanden.

### 6.2 Historische ontwikkelingen

#### 6.2.1 Verzoeting

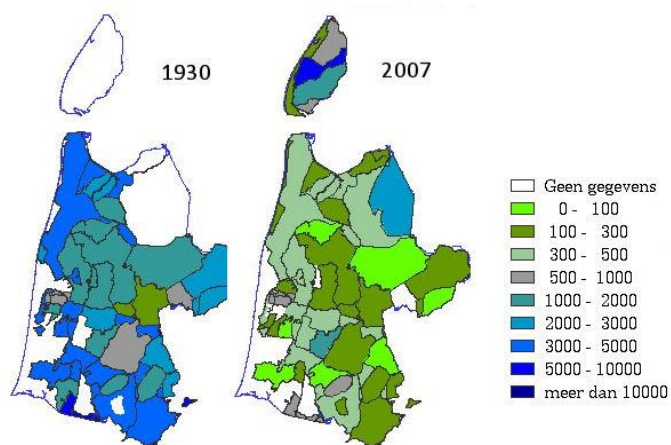
Ongeveer duizend jaar geleden was het Noorderkwartier nog niet zo zout. In de Romeinse tijd was het "Mare Flevo" (later het Almere) nog zoet. Weliswaar werd door hevige stormen en door stijging van de zeespiegel in toenemende mate zout water in die zoete binnensee gebracht, maar de vele rivieren en stroompjes zorgden voor continue verzoeting. Pas in de 14e eeuw zijn door de afname van de afvoer van de Rijn de rivieren die uitmondde in het Almere verzand. Daardoor werd de verzilting door de Noordzee niet langer tegengegaan. Pas vanaf begin 1500 gebruikte men de naam Zuiderzee.

Tot aan de afsluiting van de Zuiderzee, in 1932 (Figuur 6.1), was het Noorderkwartier grotendeels brak. De veranderingen van het zoutgehalte sindsdien zijn goed in kaart gebracht, door de publicaties van Wibaut-Isebree Moens (1931-1939, 1959) (Figuur 6.2) en latere metingen door de laboratoria van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en voorgangers.



Figuur 6.1 (links) Na de sluiting van de Afsluitdijk in 1932 verzoette de voormalige Zuiderzee snel (Wikipedia).

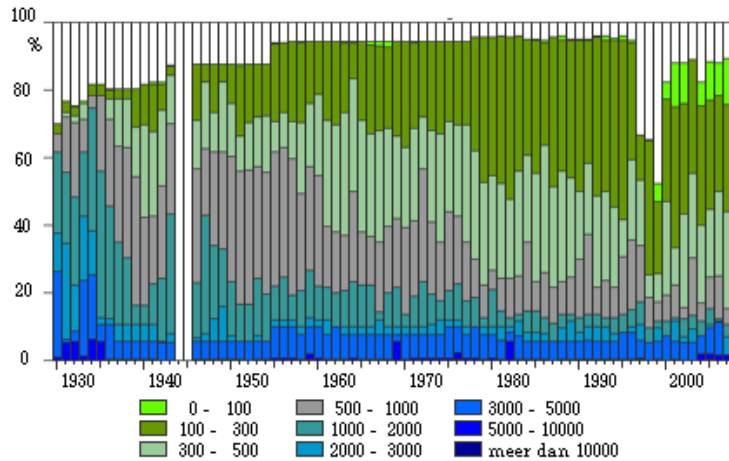
Figuur 6.2 (rechts) Dr. Neele Louwrina Wibaut-Isebree Moens was bioloog bij de GGD Amsterdam en speelde een belangrijke rol bij het wateronderzoek van Amsterdam en het Noorderkwartier (Dresscher 1965, Van Oye 1965).



Figuur 6.3 Gemiddelde chlorideconcentraties (mg/l) per KRW-gebied in 1930 en 2007 (Meirink 2008, Leenaers 2010).

De veranderingen per jaar zijn te volgen in Figuur 6.4. In 1930 heeft ongeveer 60% van het gebied een chloride gehalte van meer dan 1000 mg/l, in 2007 is dit gedaald tot 11%. Tegelijk is het areaal aan zoet gebied, met minder dan 300 mg/l chloride, toegenomen van 3% naar 45%. Vanaf 2000 zijn er ook zeer zoete gebieden, met chlorideconcentraties beneden 100 mg/l, aanwezig.

Door de sterke invloed van de zee in het verleden is de bodem van de sloten, kanalen, meren en plassen rijk aan zwavelverbindingen. Onder de zuurstofarme omstandigheden die meestal heersen in de sedimenten, wordt sulfaat gereduceerd tot sulfiden, die zich binden met ijzer. Bij de reductie van sulfaat wordt organisch materiaal (vooral veen) afgebroken, waarbij nutriënten vrijkomen. Fosfaat kan zich niet meer binden met ijzer, dat immers al gebonden is aan sulfiden en komt vrij ter beschikking van de plantengroei: waterplanten of algen (Vermaat e.a. 2013, Smolders e.a. 2013). Vooral bij verzoeting zal de algen- en plantengroei toenemen, want in zoete wateren is vooral fosfaat beperkend voor de biomassa en in brakke wateren zijn dat

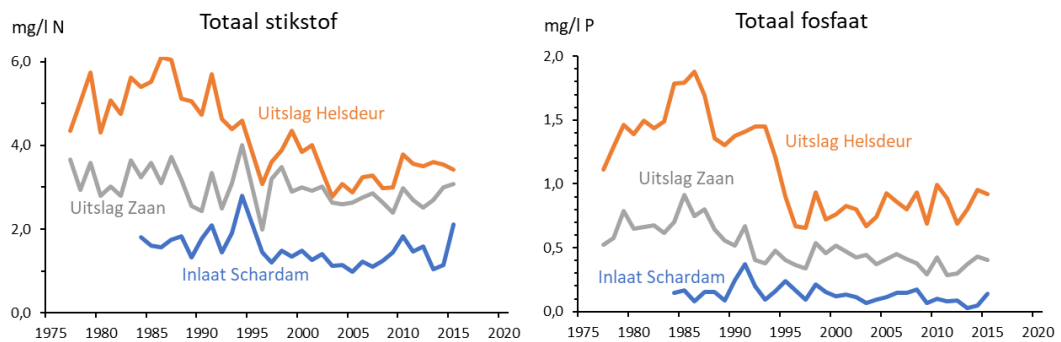


Figuur 6.4 Het oppervlak van HHNK verdeeld in chlorideklassen (mg/l) op basis van KRW-gebieden (Meirink 2008).

stikstofverbindingen (Van Dam e.a. 2002). Van Diggelen e.a. (2014) nemen aan dat de grenslaag van sediment en water in rustige omstandigheden (weinig windinvloed en bioturbatie) nog wel zo zuurstofrijk kan worden dat het ijzer hier losraakt van zwavel en zich althans ten dele kan binden aan fosfaat, waardoor de eutrofiëring vermindert.

## 6.2.2 Nutriënten

Eenhoorn e.a. (2016) presenteren een overzicht van de monitoringsresultaten van een aantal chemische variabelen op hoofdpunten van het boezemsysteem. Voor totaal-stikstof en totaal-fosfaat zijn de veranderingen in het zomergemiddelden weergegeven in Figuur 6.5. De gemiddelde concentraties over de periode 1984 – 2015) zijn vermeld in Tabel 6.1.



Figuur 6.5 Verloop van zomergemiddelde nutriëntenconcentraties bij in- en uitlaatpunten van boezemwater (gegevens uit Eenhoorn e.a. (2016).

Het verloop van beide stoffen heeft vergelijkbare patronen. Bij de inlaat uit het Markermeer te Schardam is het water relatief arm aan nutriënten (gemiddelden N-totaal 1,5 mg/l en P-totaal 0,14 mg/l), maar bij de beide hoofd-uitlaatwerken zijn de concentraties hiervan sterk verhoogd, vanaf een factor 1,9 voor stikstof bij het Zaangemaal tot een factor 7,7 voor fosfaat bij de Helsdeur. Gedeeltelijk zal dat veroorzaakt worden door verdamping van het ingelaten water, maar voor een heel groot deel door (diffuse) bronnen in het gebied (de neerslag is arm aan nutriënten).

Tabel 6.1 Gemiddelde stikstof- en fosfaatconcentraties bij de inlaat (Schardam) en uitlaten (Helsdeur en Zaangemaal) over de periode 1984 – 2015).

	Schardam	Helsdeur	Zaangemaal
<i>Gemiddelden (mg/l)</i>			
N-totaal	1,52	4,07	2,93
P-totaal	0,14	1,06	0,48
<i>Verhouding uitlaat/inlaat</i>			
N-totaal		2,7	1,9
P-totaal		7,7	3,5

De nutriëntenconcentraties zijn maximaal rond 1985, maar nemen daarna snel af, door maatregelen die in het gebied zijn getroffen (zie § 5.3.3). Na ongeveer 2005 is er een stabilisatie.

Informatie over de veranderingen van concentraties van nutriënten, chloride, sulfaat, zuurstof en doorzicht over de periode 1977 – 2007 is verder te vinden in Van Dam (2009).

### 6.2.3 Toxiciteit

De toxiciteitstrends zijn onderzocht door Postma & Keizer (2018). De door hen gebruikte dataset kent over de periode 1990-2017 veel variatie in de uitgevoerde analyses, die zowel tussen locaties als tussen jaren variëren. Dit beperkt de mogelijkheden tot het uitvoeren van trendanalyses. Desondanks zijn er meer indicatief enige indicaties voor dalende concentraties. Dit betreft dalende PAK-concentraties over de jaren 1993-2018 (maar data beperkt tot slechts één waterlichaam), een dalende toxische druk door gewasbeschermingsmiddelen in het bebouwd gebied na 2010, dalende concentraties van zink en koper en een daling in de ammoniakconcentratie met name tussen 1990 en 1996.

## 6.3 Huidige waterkwaliteit

In deze paragraaf wordt de huidige waterkwaliteit van de wateren in het beheergebied van HHNK beschreven. Eerst wordt een algemeen beeld geschetst, vervolgens wordt dit voor enkele aspecten vergeleken met de rest van Nederland en ten slotte wordt de waterkwaliteit van de KRW-gebieden gepresenteerd, voor de fysisch-chemische parameters van de KRW.

### 6.3.1 Algemeen beeld

Kenmerkend voor de waterkwaliteit van Hollands Noorderkwartier is de invloed van de zee, in § 6.2 is daar al op ingegaan. Ondanks de verzoeting is de historische en huidige mariene invloed nog steeds zichtbaar in de waterkwaliteit. Niet alleen in het zoutgehalte maar ook in sulfaat en nutriënten (zie ook § 5.4).

#### Chloride

Chloride is een belangrijke factor voor de ecologie (§ 5.2.2). Het grootste deel van de wateren in het beheergebied kan inmiddels als zoet worden gekarakteriseerd (chloride < 300 mg/l), maar er is veel variatie, zowel ruimtelijk als gedurende het jaar. In sommige waterlichamen ligt het chloridegehalte rond de grens tussen twee KRW-typen, tussen zoet en zwak brak, of tussen zwak brak

en matig brak. Bij een analyse van het zoutgehalte in 2015 bleek dat minder dan een kwart van de 51 KRW-gebieden wat brakarakter betreft volledig binnen de klassegrenzen van zijn KRW-type viel. De gebieden waarvoor dat wel gold waren vooral zoete gebieden. Binnen de overige gebieden was de ruimtelijke variatie zodanig groot, dat er feitelijk meerdere watertypen moeten worden onderscheiden. De gradiënten binnen een gebied zijn echter vrij stabiel en de temporele variatie op een meetpunt is in de meeste gevallen betrekkelijk gering (Bijkerk e.a. 2015).

### Zout, soortenrijkdom en KRW-toetsing

Omdat chloride zo'n bepalende factor is voor de ecologie, is dit een belangrijk aandachtspunt. De soortenrijkdom van de meeste planten en dieren kent een 'dieptepunt' in brakke wateren (Bijkerk e.a. 2015). In wateren die op de grens van zoet en brak zitten en een wisselend zoutgehalte kennen, geldt dat waarschijnlijk ook ([www.nu](http://www.nu)). De soortenrijkste levensgemeenschappen kunnen zich pas ontwikkelen wanneer een water 'echt zoet' of 'echt zout' is. De variatie in zoutgehalten is daarom een beperkende factor voor de soortenrijkdom en kan ook invloed hebben op de ecologische beoordeling en de doelafleiding. Het kan ook leiden tot onbetrouwbare resultaten, wanneer er binnen één KRW-gebied meerdere (zoete en brakke) typen worden gebruikt voor de toetsing en beoordeling. In 2016 heeft er daarom nog een evaluatie van het KRW-meetnet plaatsgevonden en zijn in enkele gevallen de KRW-typen op basis van het zoutgehalte aangepast (Jaarsma & Van Ee 2016).

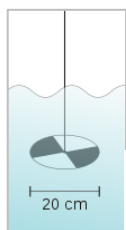
### Nutriënten en sulfaat

Opvallend in het gebied zijn de hoge sulfaatgehalten die worden gemeten. Sulfaat speelt een belangrijke rol in de fosfaatkringloop, het zorgt voor een verhoogde mobiliteit van fosfaat (§ 5.4). Dat is ook goed te zien in de waterkwaliteit van het beheergebied, in de polders en boezems worden vrijwel overal hoge tot zeer hoge fosfaatgehalten gemeten. Dit terwijl de stikstofgehalten in verhouding veel lager zijn.

### N-limitatie in brak en P-limitatie in zoet water

Wanneer wordt gekeken naar limitatie van algen- en plantengroei door nutriënten, dan is in veel KRW-gebieden stikstof ook eerder beperkend (limiterend) dan fosfor (Bijkerk & Van Dam 2014). Dat komt ook overeen met de situatie in brakke en mariene ecosystemen. In zoete wateren is fosfaat gewoonlijk de limiterende nutriënt. Dit geldt binnen Hollands Noorderkwartier bijvoorbeeld in sommige zoete duinwateren en in enkele zoete meren en plaspen (Stad van de Zon, Recreatieplas Geestmerambacht, Twiske).

### Helderheid en lichtklimaat



Secchi-schijf  
(Wikipedia)

De helderheid van het water wordt gemeten met een Secchi-schijf. Het doorzicht is de waterdiepte tot waar de schijf zichtbaar is en wordt uitgedrukt in meters. Het is een belangrijke waterkwaliteitsparameter, omdat het iets zegt over de beschikbaarheid van licht voor algen- en plantengroei. Het absolute doorzicht is van belang, maar de verhouding tussen doorzicht en waterdiepte is ecologisch veel relevanter. Hiermee kan worden bepaald of er voldoende licht op de bodem komt voor plantengroei. Wanneer het doorzicht 60% of meer van de waterdiepte bedraagt, mag worden verondersteld dat dit voldoende is, het lichtklimaat is dan goed.

### Meeste wateren te troebel voor plantengroei

De analyse van het lichtklimaat van de wateren van HHNK (Bijkerk e.a. 2015) laat zien dat in ongeveer een derde van de oppervlakte van het beheergebied van HHNK de wateren gemiddeld voldoende helder zijn om licht tot op de bodem te laten doordringen zodat waterplanten zich kunnen ontwikkelen. In de overige tweederde zijn de wateren gemiddeld te troebel.

Wateren met een zandbodem (> 50% zand in de ondergrond) hebben een significant hogere verhouding tussen doorzicht en waterdiepte dan klei- en veenwateren. Dit komt ook doordat de waterdiepte in veel zandwateren lager is dan in klei- en veenwateren. In de meeste gevallen lijkt de troebelheid van het

water niet te worden veroorzaakt door algen, maar door opgewerkte bodemdeeltjes en misschien wat kleurstof (humuszuren).

### 6.3.2 HHNK in vergelijking met de rest van Nederland

De waterkwaliteit in het beheergebied van HHNK onderscheidt zich binnen Nederland zoals gezegd vooral door zout en sulfaat, dit is in § 5.4 en 6.2.1 beschreven.

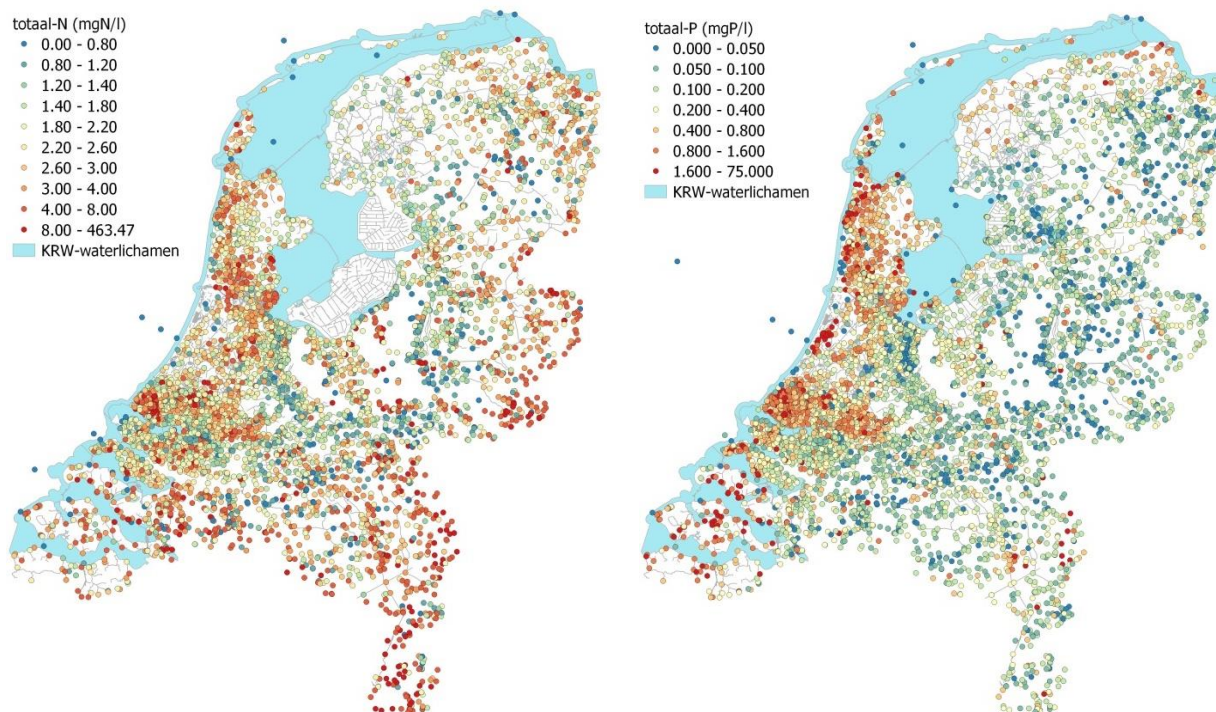
#### 'Zoete' wateren met mariene historie anders..

Het zoutgehalte (chloride) is een onderscheidende factor in de KRW-typologie en de KRW-toetsing en beoordeling. Voor de brakke wateren wordt er dus rekening gehouden met de fysisch-chemische en biologische aspecten van de zoutinvloed. Voor de zoete wateren (chloride < 300 mg/l) geldt dat niet. Zo zijn de nutriëtnormen en de biologische maatlaten gelijk voor het KRW-type M3 (Smalle gebufferde kanalen), of dit nu in Hollands Noorderkwartier ligt of in de Betuwe. Om die reden is het van belang om te weten in hoeverre HHNK zich verhoudt met de rest van Nederland.

#### Stikstof en fosfaat

Voor de waterkwaliteit is gekeken naar de gehalten aan stikstof en fosfaat in het oppervlaktewater (Figuur 6.6). Daaruit blijkt dat het stikstofgehalte vooral in Westfriesland relatief laag is en in de rest van het beheergebied hoog. Ten opzichte van de rest van Nederland wijkt de situatie niet duidelijk af.

Voor fosfaat geldt dat Hollands Noorderkwartier, samen met Hoogheemraadschap van Delfland, delen van Rijnland, Schieland en de Krimpenerwaard en waterschap Scheldestromen de hoogste fosfaatgehalten kent. Dit is grofweg west-Nederland, maar niet overal zijn de fosfaatgehalten hoog. Ook langs de kust in Friesland en Groningen worden hogere gehalten aangetroffen.



Figuur 6.6. Totaal stikstof (links) en totaal fosfaatgehalten van de oppervlaktewateren in Nederland. Bron IHW (zie voor toelichting voetnoot bij Figuur 5.13 in § 5.4).

De duingebieden van HHNK onderscheiden zich overigens vaak positief, maar niet altijd, door hun lage fosfaatconcentraties.



### 6.3.3 Waterkwaliteit KRW-gebieden

Tabel 6.2 geeft de zomergemiddelde waterkwaliteit weer voor de KRW-parameters in de KRW-gebieden. De waarden zijn getoetst aan de actuele normen voor het waterlichaam voor SGBP2. In een aantal gevallen zijn die normen al bijgesteld ten opzichte van de standaardnormen voor het KRW-type (Jaarsma & Van Ee 2016). De KRW-gebieden zijn onderverdeeld naar regio en per gebied is er onderscheid gemaakt in:

- Rapp: de kwaliteit op de meetpunten (rapportagepunten) voor de waterkwaliteit in het waterlichaam. Vaak is dit een meetpunt bij het afvoergemaal van een polder of een meetpunt in het midden van een meer;
- Bio: De kwaliteit op de meetpunten die worden gebruikt voor de toetsing van de biologische gegevens. Deze meetpunten liggen elders in het watersysteem van het KRW-gebied, maar hebben hetzelfde KRW-type als het waterlichaam.

De tabel laat enkele duidelijke patronen zien:

#### Fosfaat

De fosfaatgehalten voldoen maar in een enkel geval (Twiske, Stad van de Zon, Gemeenschappelijke Polders en enkele duingebieden). In de meeste gevallen zijn de gehalten echter zéér hoog. Ter indicatie, voor het veel voorkomende KRW-type M3 (ondiepe zoete kanalen) is de default (standaard) KRW-norm 0,15 mg P/l, voor M14 (matig grote zoete meren) is dat 0,09 mg P/l. Gemiddeld over alle 51 gebieden is het P-gehalte in Tabel 6.2 0,7 mg P/l, de default KRW-norm ligt gemiddeld op circa 0,13 mg P/l, ruim een factor 5 lager dus!;

#### Stikstof

In een groot deel van Westfriesland en de meeste boezems voldoen de stikstofgehalten aan de norm, evenals in Twiske, Stad van de Zon en enkele polders, vooral in Kennemerland. Hoewel de stikstofgehalten in ruim de helft van de gebieden de normen overschrijden, is het beeld een stuk gunstiger dan voor fosfaat. Onduidelijk is echter wat de waarde hiervan is, omdat lage stikstofgehalten geen garantie zijn voor een goede waterkwaliteit en het resultaat van sturen op stikstof dus onzeker is (zie § 8.3).

#### Chloride

Het overzicht van de chloridegehalten laat zien dat de zoetste wateren worden gevonden in de duinen en in Westfriesland. De brakste gebieden worden gevonden op Texel. Zoals al eerder opgemerkt zitten veel gebieden tussen zoet en brak in, met chloridegehalten tussen circa 200 en 1000 mg/l. Dit is niet echt zoet en niet echt brak, voor de ecologie is dit ongunstig. De toetsing laat zien dat een aantal gebieden niet aan de norm voldoet. Dat komt deels doordat de wijzigingen in de KRW-typen die in 2016 zijn gemaakt, ten tijde van het opstellen van dit rapport nog niet waren doorgevoerd.

#### Doorzicht

Het doorzicht voldoet in het overgrote deel van het gebied niet aan de normen en is vooral gering in Laag Holland. Soms is vooral overmatige algengroei de oorzaak van de troebele omstandigheden, soms zwevend stof (slib) en soms beide. In polders in de zandgebieden, in het bijzonder in de Schermerboezem-Noord, komen situaties voor met zeer voedselrijke en hoogbelaste wateren, die toch helder zijn. De geringe waterdiepte en de zandbodem dragen hieraan bij, mogelijk ook korte verblijftijden en aanvoer van schoon duinwater.

#### Chlorofyl-a

Dit is een maat voor de algenbiomassa. Het chlorofylgehalte voldoet in het overgrote deel van de gevallen niet. Algen reageren op nutriënten, gezien de hoge nutriëntengehalten is het dus ook niet verbazend dat de gehalten vaak boven de norm liggen. Er is echter veel meer te zeggen over de algengroei en



Het getal in de tabel is een gemiddelde, dit zegt weinig over periodieke dips in zuurstof. De indruk is echter dat de zuurstofhuishouding wel op orde is.

### Zuurgraad

De pH ligt vrijwel overal in het gebied rond een waarde van 8-8.5. Dat wil zeggen dat de wateren basisch zijn en wijst op gebufferde omstandigheden. Zure omstandigheden worden in het gebied alleen in sommige duinwateren aangetroffen. In een aantal gevallen is de pH erg hoog, bijna 9. Dit kan wijzen op een hoge productiviteit door algen. In de echte laagveengebieden voldoet de pH niet aan de norm. Hier ligt de bovengrens van de norm echter wat lager dan in de rest van het gebied.

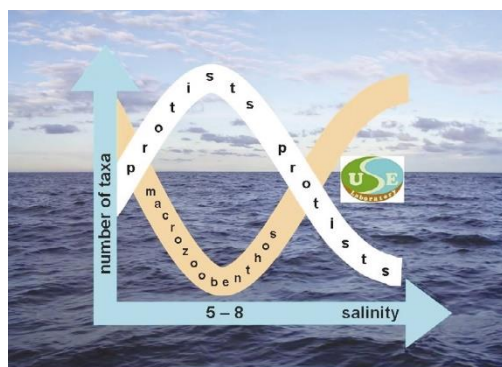
## 6.4 Huidige ecologische kwaliteit

### 6.4.1 Algemeen beeld

In deze paragraaf wordt voor iedere soortgroep (macrofyten, fyto-benthos, macrofauna en vissen) een beschrijving gegeven van de huidige ecologische kwaliteit. Deze is gebaseerd op meetgegevens van het waterschap. In § 6.3 is reeds ingegaan op de huidige waterkwaliteit, een belangrijke bepalende factor voor de ecologie.

Hieruit blijkt dat op veel plaatsen het water zeer voedselrijk is en te troebel is voor de groei van ondergedoken waterplanten. Waar het water wel helder genoeg is, is er vaak sprake van woekerende waterplanten. De visstand wordt gedomineerd door brasem en/of karpers en de visbiomassa's zijn hoog tot zeer hoog. In de troebele wateren is ook de diversiteit van de macrofauna gering. Dit geldt voor veel klei- en veengebieden, de wateren in de zandgebieden zijn vaak wat helderder en plantenrijker.

Qua helderheid en ecologische diversiteit onderscheiden zich sommige wateren in de duingebieden, de binnenduinrand en sommige polderwatergangen in zand-, klei of veengebied. Dit zijn meestal relatief geïsoleerde, neerslag- of door kwel gevoede, zoete wateren die buiten de invloed van het omringende polder- of boezemwater liggen.



Figuur 6.7

Al in 1934 ontdekte Remane dat het aantal macrofaunasoorten (macrozoöbenthos) in het matig brakke gebied van de Oostzee heel laag is. Het aantal soorten fyto- en zoöplankton (protisten) vertoont dan echter een maximum (Telesh e.a. 2011)

De ecologische kwaliteit van de brakke wateren lijkt vooral samen te hangen met het zoutgehalte. Veel wateren zijn licht-brak of zitten op de grens van zoet en licht-brak. De ecologische diversiteit van deze wateren is vaak gering, voor zoetwatersoorten is het te brak en voor brakwatersoorten te zoet.

Pas bij hogere chloridegehalten (globaal > 3000 mg/l) lijkt het brakarakter ook beter zichtbaar te worden in de biologie, vooral in het voorkomen van enkele kenmerkende soorten van brakke wateren. De ecologische diversiteit is echter vaak gering. Hoewel dit een kenmerk is van brakke wateren, mag worden aangenomen dat de hoge voedselrijkdom en vooral de geringe verbinding met de zee, beperkend zijn voor de ecologische kwaliteit en diversiteit.

Overigens moet worden opgemerkt dat de meetpunten van het basismetnet van het waterschap vaak in de grotere (primaire) watergangen liggen.

Voor de KRW-systeemanalyses is het nodig om te beschikken over een recente typologie van de biologie (algen, waterplanten, macrofauna en vis) van de wateren binnen het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Deze biologische kwaliteitselementen (BKE's) vormen de basis voor de KRW doelen en beoordelingen. Voor de verschillende BKE's zijn typologieën opgesteld door Van Dam & Jaarsma (2020b). De hoofdlijnen hiervan worden in het onderstaande besproken.

### 6.4.2 Planten (macrofyten)

In het gebied van het HHNK komt een groot aantal- water en oeverplanten voor. Naast overeenkomsten tussen de KRW-gebieden zijn er ook verschillen. Het is ondoenlijk om al deze verschillen tot in detail te bespreken bij de verschillende KRW-gebieden. Daarom is een typologie opgesteld, waarbij de voorkomende variatie is teruggebracht tot enkele typen. Ook is nagegaan aan welke milieuv variabelen het voorkomen van deze typen is gerelateerd (Van Dam & Jaarsma 2020b).

#### Clusters en KRW-scores

Met de monitoringsgegevens uit de periode 2008 – 2017 zijn 14 groepen van soorten en 11 clusters van opnamen onderscheiden, die zijn gerelateerd aan een groot aantal abiotische factoren en de Ecologische KwaliteitsRatio (EKR).

Tabel 6.3 geeft een korte typering van de plantencusters, die gerangschikt zijn naar de aantallen opnamen (een cluster met twee soorten in zeer lage hoeveelheden is weggelaten). Behalve de omschrijving en de EKR (Ecologische KwaliteitsRatio) is ook de Bestendigheid (Best.) vermeld. Dat is de kans dat de opnamen van dezelfde locatie uit twee opeenvolgende perioden tot hetzelfde cluster behoren. Tabel 6.4 geeft naast de meest voorkomende soorten ook de totale aantallen soorten en aantallen soorten waterplanten.

Het meest verspreid (393 opnamen) zijn begroeiingen met weinig waterplanten en sterk verruigde oevers van relatief diepe, voedselrijke zoete tot zwak brakke sloten, kanalen en meren (gemiddelde EKR 0,23, ontoereikende kwaliteit). Toch komt ook het cluster van vrij heldere, zeer voedselrijke en zoete en niet-zoete sloten<sup>7</sup> en kanalen met tamelijk soorten- en individuenrijke water- en oevervegetatie met 252 opnamen nog vrij veel voor (EKR 0,41, matige kwaliteit). Het best (EKR gemiddeld 0,47) scoren de vegetaties van de natte duinvalleien, met veel zeldzame planten uit zoete tot brakke wateren. Het soortenrijkst zijn de duinvalleibegroeiingen. Uitgesproken soortenarm is het cluster van voedselrijke, zwak en matig brakke wateren, waar vooral Riet en ruigtekruiden voorkomen.

---

<sup>7</sup> Niet-zoete sloten hebben een chlorideconcentratie tussen 150 en 1000 mg/l.

Tabel 6.3

Typering van de clusters van water- en oeverplanten uit 1053 opnamen in de periode 2008 – 2017 (Van Dam & Jaarsma 2020b).

Cluster	Aantal	Omschrijving	Best. (%)	EKR
P9	393	Begroeiingen met weinig waterplanten en sterk verruigde oevers van relatief diepe, voedselrijke zoete tot zwak brakke sloten, kanalen en meren	50	0,23
P4	252	Vrij heldere, zeer voedselrijke en zoete en niet-zoete sloten en kanalen met tamelijk soorten- en individuenrijke water- en oevervegetatie	47	0,41
P5	131	Zoete, voedselrijke sloten en smalle kanalen met tamelijk soortenrijke vegetatie en wat meer verruigde oevers	22	0,39
P8	103	Zeer soorten- en individuenarme vegetaties van voedselrijke, zwak en matig brakke wateren	40	0,24
P6	64	Rellen, ondiepe sloten, laagveensloten en -kanalen, voedselrijk, troebel en ondiep, met soortenrijke begroeiing van water- en oeverplanten	8	0,42
P2	62	Vrij diepe, zeer voedselrijke, zoete en niet-zoete smalle sloten en kanalen met ondergedoken waterplanten	5	0,23
P1	61	Diepe, zeer voedselrijke zoete tot zwak brakke sloten en kanalen met geringe vegetatieontwikkeling	5	0,3
P10	43	Zeer soorten- en individuenrijke vegetaties met veel zeldzame planten uit zoete tot brakke, voedselarme tot voedselrijke natte duinvalleien	63	0,47
P3	30	Niet-zoete tot zwak brakke, voedselrijke, brede sloten en kanalen met veel ondergedoken waterplanten en weinig verruigde oevers	31	0,28
P11	12	Soorten- en individuenarme vegetaties van draadalgen en oeverplanten uit sterk brak, zeer troebel water	29	0,32

### Bestendigheid

De gewogen gemiddelde bestendigheid bedraagt slechts 42%. De bestendigheid van de duinwateren is met 63% het grootst. Ook de twee meest voorkomende clusters zijn in verhouding nog redelijk bestendig. De meeste andere clusters zijn veel minder bestendig.

### Soortengroepen

De verspreiding van de 25 meest algemene plantensoorten is vermeld in Tabel 6.4. De menigvuldigheid van de soorten is aangegeven als frequentie (het percentage opnamen van een cluster waarin de soort voorkomt) De hoofdlijn in de tabel gaat van soorten van heldere tot troebele, (zeer) voedselrijke wateren linksboven tot die van overmatig voedselrijke verruigde oevers rechtsonder.

Riet (*groep H*) is met een frequentie van 86% de meest verbreide plantensoort en staat op een centrale plaats in de tabel. De soort kan onder veel verschillende milieucondities voorkomen. *Groep A* bestaat enerzijds uit ondergedoken maaitolerante waterplanten uit voedselrijk, helder tot vrij troebel, zoet tot (zwak) brak water, zoals Smalle waterpest en Schedefonteinkruid en anderzijds uit drijvende waterplanten van (zeer) voedselrijk water als Veelwortelig kroos en Bultkroos. *Groep B* bestaat grotendeels uit Flab/draadwier en Klein kroos, een kenmerkende combinatie voor zoete tot zeer zwak brakke, voedselrijke wateren. Vooral Zwanenbloem (Figuur 6.10) wordt bevorderd door dras-tisch schonen. *Groep C* (Grote egelskop, Figuur 6.11) houdt geen stand in gesloten vegetaties van forsere soorten als Riet en komt veel voor langs oevers van voedselrijke zoete tot zeer zwak brakke wateren, die door vee worden vertrapt of waar periodiek de begroeiing wordt verwijderd.

*Groep G* is een grote en betrekkelijk heterogene groep soorten, voornamelijk oeverplanten, waarvan Fioringras het meest frequent is. Die soort is ‘duurzaam aanwezig in wisselvallige milieus’. Dat geldt ook min of meer voor de overige soorten van deze groep. De landvorm van Veenwortel komt veel op oevers waar met maaisel wordt gesleept. *Groep K* bestaat uit soorten van de oevers van zoete tot zwak brakke (zeer) voedselrijke wateren en moerassen, waarvan sommige min of meer indicatief zijn voor verruiging door aanspoel-sel of maaisel. *Groep L* bestaat vooral uit verruigingsindicatoren bij uitnemendheid, waarvan het Harig wilgenroosje met een frequentie van 45% na Riet de meest algemene soort uit het gebied is. Gedijt het best waar organisch

Tabel 6.4 De 25 meest algemene soorten en gemiddeld aantal soorten van de plantencusters. De hiërarchie van de clusters is met een dendrogram aangegeven. Gr.: groep. Groeivormen: Groeivorm: N = drijvend, F = flab en draadwier (filamenten), K = kroos, OE = oever en emers, S = submers, Z = landplant. De gemiddelde frequentie van de soorten in de clusters is aangegeven met symbolen:

. <1% ○ 1-5%, ◐ 6-11%, ◑ 12-25%, ◒ 26-50%, ● 51-100%

Gr.	Cluster	Aantal opnamen	Dendrogram											Alle opnamen		Groeivorm
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	freq%	ab%	
		61	62	30	252	131	64	2	103	393	43	12	1153	1153		
A	Smalle waterpest	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	26	4,0	S	
A	Veelwortelig kroos	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	34	0,9	K	
A	Bultkroos	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	33	3,9	K	
A	Grof hoornblad	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	32	4,6	S	
A	Schedefonteinkruid	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	25	2,6	S	
A	Puntkroos	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	18	0,8	S	
B	Flab en draadwier	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	31	5,7	F	
B	Zwanenbloem	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	23	0,3	OE	
B	Klein kroos	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	40	1,5	K	
C	Grote egelskop	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	17	0,5	OE	
G	Heen	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	26	0,4	OE	
G	Fioringras	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	43	0,4	OE	
G	Veenwortel	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	30	0,2	N	
G	Liesgras	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	23	0,8	OE	
G	Gele waterkers	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	23	0,1	OE	
G	Kleine watereppe	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	20	0,1	OE	
H	Riet	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	86	15,7	OE	
K	Gele lis	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	29	0,4	OE	
K	Watermunt	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	28	0,3	OE	
K	Moerasandoorn	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	23	0,1	OE	
K	Wolfspoot	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	22	0,1	OE	
K	Waterzuring	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	24	0,1	OE	
L	Harig wilgenroosje	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	45	0,4	OE	
L	Grote brandnetel	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	34	0,2	L	
M	Haagwinde	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	◑	21	0,3	OE	
	Totaal aantal soorten (gem.)	10	11	9	16	19	22	2	6	13	27	10				
	Aantal soorten waterpl. (gem.)	4	5	4	8	5	5	2	1	1	4	1				

materiaal (strooisel, maaisel, slootbagger) onder invloed van lucht en carbonaatrijk water snel wordt afgebroken. Ook *groep M* bestaat voor een groot deel uit soorten van ruigten, zoals Haagwinde.



Figuur 6.8 (links) Riet is de meest algemene plantensoort in de opnamen van het gebied (NGJ).



Figuur 6.9 (rechts) Schedefonteinkruid is een algemene waterplant in het Noorderkwartier en profiteert van enigszins troebel water dat vaak geschoond wordt (HvD).



Figuur 6.10 Zwanenbloem is goed bestand tegen het drastisch schonen van sloten (NGJ).

Figuur 6.11 Grote egelskop verdaagt vertrapping door het vee (NGJ).

Figuur 6.12 Darmwier komt vooral voor in (licht) brak water (NGJ).

### Belangrijke milieuvariabelen

Om de belangrijkste milieuvariabelen voor de planten te achterhalen is naast de classificatie ook een ordinarie uitgevoerd. Behalve het zoutgehalte zijn ook hydromorfologische factoren, zoals steilheid van de oevers (o.a. beschoeiing), dimensies, voedselrijkdom, helderheid van het water en beheerfactoren als schonen, maaien en tred (beweiding van oevers) van belang.

### Ecoscans

Naast de 1153 opnamen uit de meetnetten zijn er in het gebied nog 5519 Ecoscans gemaakt. Dat zijn vegetatieopnamen ten behoeve van de gemeentelijke waterplannen. Ze zijn meer in het stedelijk gebied en in zoeter water gemaakt dan de meetnetopnamen en ook smaller, terwijl ook de verhouding zichtdiepte/diepte in de Ecoscans hoger is. Er is meer kroos en minder flab. Opvallend is de lagere diversiteit van alle planten samen en van de waterplanten afzonderlijk in de Ecoscans ten opzichte van de meetnetten.

## 6.4.3 Fytobenthos



Kieselwieren (fyto-benthos) door het microscoop

(O. Skibbe, BGBM)

Het fyto-benthos bestaat uit het plantaardig aangroei op water- en oeverplanten (zoals Riet), beschoeiingen, kademuren en op de waterbodem. Het bestaat grotendeels uit diatomeeën of kiezelwieren, microscopische algen die heel geschikt zijn als milieuindicatoren.

Met de monitoringsgegevens uit de periode 2009 – 2015 zijn 10 groepen van soorten en 11 clusters van monsters onderscheiden, die zijn gerelateerd aan een groot aantal abiotische factoren.

Tabel 6.5 bevat een korte typering van de clusters. Behalve de omschrijving is ook de Bestendigheid (Best.) vermeld. Dat is de kans dat het eerstvolgende monster van een locatie die aan een cluster is toegedeeld opnieuw aan datzelfde cluster wordt toegedeeld.

Het meest algemeen (356 monsters) is het cluster van niet-zoete tot zwak brakke troebele tot heldere, voedselrijke sloten en kanalen, maar ook het cluster van zoete tot niet-zoete, tamelijk heldere, voedselrijke kleislotten en -kanalen (vaak in bebouwd gebied) is met 151 monsters wijdverspreid.

Interessant is het cluster F8, met relatief voedselarme niet-zoete tot zwak brakke sloten. Ze hebben een hoog ijzergehalte. De duinmeren zijn het meest

voedselarm. Binnen de duinmeren zijn naar de mate van voedselrijkdom nog verschillende clusters te onderscheiden.

De gewogen gemiddelde bestendigheid bedraagt 73%. De bestendigheid van de matig tot sterk brakke wateren en de kalk- en voedselarme duinmeren is met waarden van 100% het grootst. Het meest voorkomende cluster is in verhouding behoorlijk bestendig.

Tabel 6.5 Omschrijving van de fytobenthostypen.

Cluster	Aantal	Omschrijving	Best. (%)
F1	46	Matig tot sterk brakke, zeer voedselrijke sloten, kanalen en meren	100
F2	356	Niet-zoete tot zwak brakke troebele tot heldere, voedselrijke sloten en kanalen	86
F3	151	Zoete tot niet-zoete, tamelijk heldere, voedselrijke kleislotten en -kanalen, vaak in bebouwd gebied	61
F4	32	Vaarten en diepe en ondiepe plassen in laagveengebieden	33
F5	71	Met organisch afbreekbaar materiaal belaste zoete en niet-zoete sloten en smalle kanalen, in hoofdzaak op zandgrond	60
F6	80	Met organisch afbreekbaar materiaal belaste laagveensloten en -vaarten en niet-zoete tot zeer zwak brakke sloten en smalle kanalen met vast peil, in hoofdzaak op veengrond	65
F7	37	Met afbreekbaar organisch materiaal belaste rellen, zoete sloten met dynamisch, flexibel of natuurlijk peil, langs de duinrand en duinmeren	64
F8	14	Relatief voedselarme niet-zoete tot zwak brakke Texelse sloten met dynamisch of flexibel peil	43
F9	33	Voedselrijke duinmeren en rellen	79
F10	14	Matig voedselrijke meren in de duinen en de Stad van de Zon	-
F11	4	Kalk- en voedselarme duinmeren	100

### Milieuvariabelen

Om de belangrijkste milieuv variabelen voor de planten te achterhalen zijn naast de classificatie ook ordinaties uitgevoerd. Behalve het zoutgehalte, nutriënten en zuurstofhuishouding vertonen ook breedte, diepte en aard van de ondergrond een samenhang met de soortensamenstelling.

### Duinwateren

Omdat de duinwateren sterk verschillen van de overige watertypen is ook nog een aparte classificatie van 47 monsters uit 20 duinplassen en drie afvoersloten van duinplassen uitgevoerd, waarin negen groepen van soorten en zeven clusters van monsters zijn onderscheiden. De verschillen in nutriëntenconcentraties, vooral fosfaat, zijn hier de belangrijkste oorzaak voor de verschillen in de kiezelwierensamenstelling. Daarnaast zijn vooral zuurgraad en alkaliniteit van belang. De meeste zeldzame soorten komen voor bij de laagste alkaliniteit.

### Macrofyten en fytobenthos

De gemiddelde bestendigheid van het fytobenthos is veel groter dan die van de macrofyten. Waarschijnlijk zijn verschillen in beheer en onderhoud (maaïen, baggeren) tussen opeenvolgende inventarisaties voor de soortensamenstelling van de vegetatie van veel groter belang dan voor het fytobenthos. De algen zijn zoveel mogelijk van een uniform substraat (rietstengels) beïnvloed, waar zij veel meer door fysisch-chemische dan door hydromorfologische factoren worden beïnvloed.

Voor alle watertypen samen geldt dat de belangrijkste variatie van de macrofyten het sterkst gecorreleerd is met de concentraties chloride en totaal-stikstof. Breedte, diepte en totaal-fosfaat zijn in tweede instantie van belang. Voor het fytobenthos is totaal-fosfaat, naast chloride en totaal-stikstof een van de belangrijkste factoren. In tweede instantie volgen breedte, diepte en aard van de bodem.



## 6.4.4 Macrofauna

De macrofauna bestaat uit de met het blote oog zichtbare kleine waterdieren, zoals kevers, libellenlarven, muggenlarven en slakken. Deze groep van waterorganismen heeft een sterke relatie met het watertype, de waterkwaliteit en de inrichting en het beheer van het water.

### Macrofaunagemeenschappen

Met de macrofaunadata van 2011-2016 is een analyse uitgevoerd naar de aanwezige gemeenschappen. Daarbij zijn uiteindelijk acht groepen (clusters) van opnamen geïdentificeerd, met een vergelijkbare samenstelling van de macrofauna. Deze groepen zijn op hun beurt gekarakteriseerd voor wat betreft de kenmerkende soorten, de kenmerkende milieuomstandigheden, belangrijkste soortgroepen, ruimtelijke ligging en KRW-beoordeling (EKR). Grofweg het belangrijkste onderscheid in macrofaunasamenstelling is dat tussen de zoete tot licht brakke wateren en de matig tot sterk brakke wateren.

### Brak: soortenarm, veel kreeftachtigen

De brakke wateren hebben een specifieke, relatief arme, soortensamenstelling met veel kreeftachtigen. De soorten van de brakke(re) wateren zijn soms landelijk zeldzamer.



Figuur 6.13

(links) Een typische vlokreeft: *Gammarus zaddachi*, uit het Binnenzwin op Texel (Temelman 2011).



Figuur 6.14

(rechts) *Hygrotus nigrolineatus*, een zeldzame waterkever uit het Zwänenwater (Langbroek e.a. 2019).

### Zoet: algemene soorten, plantenrijkdom, helderheid,

Binnen de zoetere wateren is vooral de aanwezigheid van vegetatie onderscheidend, maar ook het zoutgehalte. Binnen de plantenrijke wateren onderscheiden de zoetste locaties in de duinen en de binnenduintrand zich van de relatief heldere en plantenrijke locaties in de polder. Hier komen bepaalde soortgroepen, zoals larven van eendagsvliegen en libellen relatief meer voor dan in de polderwateren waar algemene soorten van plantenrijke wateren zoals slakken, platwormen en bloedzuigers dominant zijn.

De plantenrijkere wateren onderscheiden zich weer van de veelal grotere en troebelere locaties in de polder en de boezems met een armere fauna. Naast het chloridegehalte en de plantenrijkdom, is de dimensie (breedte en diepte) van de wateren een belangrijke factor. De aangetroffen soorten zijn meest zeer algemeen.

### Soortgradiënt HHNK

De variatie in macrofauna binnen het beheergebied laat vooral een gradiënt zien van zoet naar zout, met watermijten, libellen, slakken en tweekleppigen, kevers en wantsen en vliegen en muggen in de zoete en plantenrijke wateren naar vlokreeften en aasgarnalen in de licht-brakke en kale wateren naar krabben en overige kreeftachtigen in de sterk brakke wateren.

### Variatie in de tijd

Op veel locaties zijn in de loop van de tijd meerdere monsters genomen, wat het mogelijk maakt de bestendigheid te berekenen. Dat is de kans dat de

monsters van dezelfde locatie uit twee opeenvolgende perioden tot hetzelfde cluster behoren.

**Typering van clusters en KRW-scores**

Tabel 6.6 geeft een korte typering en omschrijving van de clusters weer, waarbij ook het aantal soorten (n srt), de bestendigheid (best %) en de EKR is weergegeven.

Tabel 6.6. Omschrijving van de macrofaunatypen

groep	aantal	omschrijving	clustergemiddelden		
			nsrt	best (%)	EKR
M1a	35	zoete sloten, duinrellen en duinmeren	40	69	0,34
M1b	223	heldere en plantenrijke zoete sloten en kanalen	61	75	0,35
M2a	242	matig heldere en matig plantenrijke zoete, tot licht-brakke sloten en kanalen	50	60	0,32
M2b	134	matig heldere en matig plantenrijke zoete, tot licht-brakke kanalen en plassen	66	29	0,42
M3	48	laagveenvaarten en licht-brakke wateren	22	31	0,39
M4	57	brede (boezem)kanalen, meren en licht-brakke wateren	35	56	0,41
M5	43	licht tot matig brakke wateren	22	73	0,41
M6	22	matig tot sterk brakke wateren	16	76	0,46
totaal	804		50	59	0,37

Uit de tabel blijkt dat de groepen 1b en 2a, respectievelijk ‘heldere en plantenrijke zoete sloten en kanalen’ en ‘matig heldere en plantenrijke zoete tot licht brakke sloten en kanalen’ het vaakst voorkomen. Samen vertegenwoordigen ze meer dan de helft van de opnamen. Ondanks het verschil in kwaliteit (1b is helder en plantenrijk, 2a matig helder en plantenrijk) en het aantal soorten (61 tegen 50), scoren ze voor de KRW betrekkelijk vergelijkbaar; beide ontoereikend. Dit geldt overigens voor alle clusters, de KRW-scores zijn weinig onderscheidend.

**Soortenrijkdom macrofauna**

Het aantal soorten verschilt overigens wel sterk, vooral de brakke wateren zijn soortenarm. In de zoete wateren is het aantal soorten sterk positief gecorreleerd met de EKR. De bestendigheid is met 61% gemiddeld vrij redelijk maar vooral voor clusters 2b en 3 laag. Dit hangt naar verwachting voor een deel samen met methodische verschillen die zijn geconstateerd tussen 2011 en de latere jaren.

**Exoten**

In de periode 2011-2016 zijn 34 soorten exoten aangetroffen in de macrofauna. De meest voorkomende soort is de tiggervlokreeft (*Gammarus tigrinus*), deze is ook het meest abundant. Een soort als de Quaggamossel (*Dreissena bugensis*), die elders in Nederland lokaal sterk is opgekomen en zorgt voor helder water, is in het beheergebied van HHNK nog nauwelijks aangetroffen.

**6.4.5 Vis**

**Algemene karakterisering van de visstand**

In de periode 2008 - 2016 is de visstand in vrijwel het gehele beheergebied van HHNK onderzocht voor de KRW. In deze periode zijn 328 deelgebieden in 50 waterlichamen bemonsterd. Daarbij zijn 35 vissoorten aangetroffen. De meest algemene soorten in het beheergebied zijn baars en blankvoorn, deze soorten zijn in bijna 80% van de deelgebieden aangetroffen. Met een presentie van meer dan 50% zijn ook ruisvoorn, brasem, snoek, driedoornige stekelbaars, kolblei en snoekbaars zeer algemene soorten. Dit komt redelijk overeen met het (meest recent beschikbare) landelijke beeld van De Nie uit 1997, hoewel driedoornige stekelbaars in het beheersgebied van HHNK wel fors vaker is aangetroffen. Dat geldt eveneens voor de bittervoorn en het vetje.

Kroeskarper en winde zijn juist minder vaak aangetroffen dan landelijk. Grote modderkruiper ontbreekt zelfs geheel in de lijst en in het gebied.

Qua biomassa zijn brasem en karper veruit de dominante soorten, op afstand gevolgd door blankvoorn en snoek. Snoekbaars, baars, zeelt, paling, kolblei en ruisvoorn komen ook frequent voor met substantiële biomassa's. Giebel wordt soms ook in zeer hoge dichtheden aangetroffen, maar deze soort heeft een veel geringere presentie.

### Viswatertypen

De visstandgegevens zijn door middel van een clustering geanalyseerd en ingedeeld in lokale HHNK-viswatertypen. Deze zijn beschreven en vergeleken met de landelijke viswatertypen. Tabel 6.7 geeft een korte typering en omschrijving van de typen die zijn aangetroffen in het beheergebied van HHNK.

Tabel 6.7. Omschrijving van de viswatertypen van HHNK

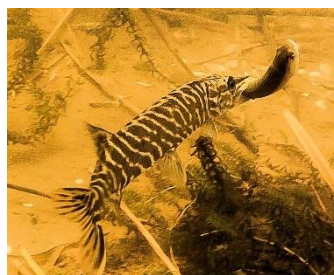
groep	aantal	omschrijving	clustergemiddelden	
			nsrt	EKR
V1	8	Rompgemeenschap Ruisvoorn-snoek. Onvolledige visgemeenschap van geïsoleerde, plantenrijke duin- en polderwateren.	3,5	0,64
V2	88	Snoek-blankvoorn. Matig soortenrijke visgemeenschap van kleine tot matig grote, redelijk heldere en (oever)plantenrijke wateren.	8,7	0,72
V3	85	Brasem snoekbaars mét karper. Relatief soortenrijke visstand van matig groot, troebel water met plantenrijke oevers of verbonden plantenrijke sloten.	13	0,41
V4	89	Brasem snoekbaars zonder karper. Visstand van relatief groot, kaal en troebel water, met redelijke oevers.	11	0,46
V5	22	Giebel-Karper. Onevenwichtige visstand, mogelijk wijzend op een instabiel milieu.	6,8	0,4
V6	36	Rompgemeenschap Tiendoorn. Onvolledige visgemeenschap van zéér kleine en ondiepe wateren, kleine en zéér plantenrijke wateren of wateren met periodieke calamiteiten.	2,5	0,55
totaal	328		10	0,53

### Brasem-snoekbaars mét of zonder karper

De typen die uit de analyse naar voren komen wijken op een aantal punten van de landelijke typen af. Het vaakst voorkomend in het beheergebied zijn wateren met een dominantie van brasem en/of karper (typen 'brasem-snoekbaars met karper' - V3 en 'brasem-snoekbaars zonder karper'-V4). De visstand van deze wateren lijkt het meest op de landelijke viswatertypen 'brasem-snoekbaars' of 'blankvoorn-brasem'. Vooral de hoge biomassa van karper in de 'brasem+karper'-groep is echter typerend voor Hollands Noorderkwartier.



Figuur 6.15 Jonge baarsjes (NGJ)



Figuur 6.16 Snoekje met prooi in labyrint van het Park van Luna - Stad van de Zon (NGJ)



Figuur 6.17 Blankvoorn in labyrint van het Park van Luna - Stad van de Zon (NGJ)

### Snoek-blankvoorn

Een andere groep van wateren die uit de clustering komt, wordt getypeerd als 'snoek-blankvoorn' (V2). Dit zijn wateren zonder dominantie van brasem of karper en met een visstand die wijst op plantenrijkere omstandigheden. Uitgaande van de landelijke viswatertypen zouden deze wateren echter veel diverser worden getypeerd, variërend van 'zeelt-kroeskarper' tot 'blankvoorn-brasem'. Er zit dus nog een behoorlijke variatie binnen dit cluster.

### **Onvolledige visgemeenschappen**

Aan het uiteinde van het spectrum worden onvolledige visgemeenschappen (rompgemeenschappen) gevonden met ruisvoorn (V1), giebel (V5) en tiendoorn (V6) als dominante en/of kenmerkende soorten. Landelijk worden deze getypeerd als respectievelijk ruisvoorn-snoek, brasem-snoekbaars en RG-tiendooorn.

### **Relatie visstand met milieu**

De viswatertypen uit de analyse vertonen een sterke relatie met de helderheid, plantenrijkdom en dimensies van de wateren. De relatief plantenrijke wateren waarin de visgemeenschap snoek-blankvoorn (V2) wordt aangetroffen, zijn klein tot matig groot, matig diep (circa 1 meter) en helder genoeg voor de groei van ondergedoken waterplanten. Brasem-snoekbaars met karper (V3) wordt aangetroffen in iets bredere wateren met een vergelijkbare diepte, maar die juist troebel en plantenarm zijn. Brasem-snoekbaars zonder karper (V4) wordt gevonden in de grootste (breedste en diepste) wateren, die hoewel ze een hoger doorzicht hebben dan V3, eveneens te diep en te troebel zijn voor plantengroei. De rompgemeenschappen ruisvoorn-snoek en tiendoorn komen voor in plantenrijke wateren die sterk geïsoleerd zijn (V1) en/of zeer klein zijn (V6). Giebel-karper lijkt voor te komen in wateren met een voor vis instabiel of calamiteus milieu.

### **Karper**

In het beheergebied heeft karper een bijzondere plaats in de visstand. In tegenstelling tot de meeste gebieden in Nederland, kan de 'wilde' karper zich in Hollands Noorderkwartier zonder uitzet behoorlijk handhaven. Het is samen met brasem de qua biomassa meest abundantie vissoort. Historisch onderzoek lijkt erop te wijzen dat de karper zich al sinds de middeleeuwen in het gebied voortplant, met name in de voormalige brakke gebieden (de huidige veengebieden en droogmakerijen) in het zuidoosten van het beheergebied. Hier ligt ook in de huidige situatie het zwaartepunt in het voorkomen van karper. Een belangrijk aspect in het paaisucces van de karper is predatie; vooral juveniele karper is erg gevoelig voor predatie door snoek. Juist in de periferie van de brakke gebieden zou de soort zich goed hebben kunnen ontwikkelen, vanwege de geringe aanwezigheid van snoek. Karper kan behoorlijk oud worden, daarom kan één succesvolle paai per 10-15 jaar al genoeg zijn om de populatie in stand te houden. Zowel de ruimtelijke analyse van het voorkomen van snoek en karper, als de ordinatie met alle vissoorten per lengteklasse, lijken erop te wijzen dat (juveniele) karper en snoek inderdaad vrij sterk gescheiden van elkaar voorkomen. Dat geldt ook voor giebel die, hoewel met een veel lagere presentie, onder vergelijkbare omstandigheden lijkt voor te komen als karper. De hoge biomassa's van beide soorten (karper en giebel) wijzen op een hoge voedselrijkdom van het water, maar komen waarschijnlijk voor bij de gratie van een geringe predatie door snoek.

### **Visstand brakke wateren, mariene vis**

Tot slot valt op de visstand van de brakke wateren en de mariene vis een zeer bescheiden voorkomen heeft. In de clustering (met biomassa), spelen deze soorten nauwelijks een rol. In de ordinatie (met aantallen per lengteklasse) komen ze iets beter uit de verf, echter in het algemeen geldt dat de verbanden met zout en/of het habitat blijkbaar nog onvoldoende is voor de ontwikkeling van een visstand van brakke / overgangswateren. De KRW-score van de brakke wateren is dan ook meestal ontoereikend tot slecht.

De verschillen in de visstand van HHNK met het landelijke beeld kunnen worden verklaard door de zoute historie van het gebied, in combinatie met de relatief geïsoleerde ligging. De relatief recente verzoeting (sinds de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk) is dus voor de visstand nog te kort om zich te hebben aangepast.

## 6.4.6 Biotypen

In het voorgaande is ingegaan op de biologische variatie in de wateren binnen het beheergebied. Daarbij is per soortgroep ook gekeken naar clusters, groepen van wateren met een vergelijkbare soortensamenstelling. Deze groepen worden ook wel typen genoemd, bijvoorbeeld een viswatertype of macrofytentype.

Hier zijn we een stap verder gegaan door te kijken naar biotypen. Een biotype is een type waarin de verschillende biologische kwaliteitselementen (BKE's) zijn gecombineerd. Voor de wijze waarop deze tot stand zijn gekomen wordt verwezen naar Van Dam & Jaarsma (2020b)..

Er zijn acht biotypen onderscheiden, die zijn omschreven in Tabel 6.8.

Tabel 6.8. Omschrijving van de biotypen.

Type	Omschrijving
B1a	veel meren (ook in boezem), laagveenvaarten en -plassen, zwak brakke meren, vaak met natuur en water in omgeving, zwak hellende oevers, dikke sliblaag
B1b	relatief veel secundaire wateren, niet-zoete tot zwak brakke sloten en smalle kanalen met grote chlorideschommelingen
B2a	heldere, smalle kanalen en zwak brakke lijnvormige wateren, matig grote diepe meren (ook in de boezem)
B2b	smalle kanalen en grote ondiepe kanalen met scheepvaart, bijna alleen op klei
B3a	smalle kanalen, zoete sloten, met redelijk helder water en met steile, maar vaak niet-beschoeide oevers, vaak met vast peil
B3b	smalle kanalen, (niet-)zoete sloten, op klei of zand, dynamisch of flexibel peil, vaak met kwel, maaisel vaak niet afgevoerd, steile oevers, hoge fosfaatgehalten en matige zuurstofconcentraties (kroos)
B4	troebele (zwak) brakke sloten en kanalen, laagveenvaarten, dynamisch of flexibel peil, steile oevers, vaak beschoeid, vaak met kwel, maaisel vaak niet afgevoerd
B5	duinmeren, naturomgeving, dunne sliblaag, relatief voedselarm

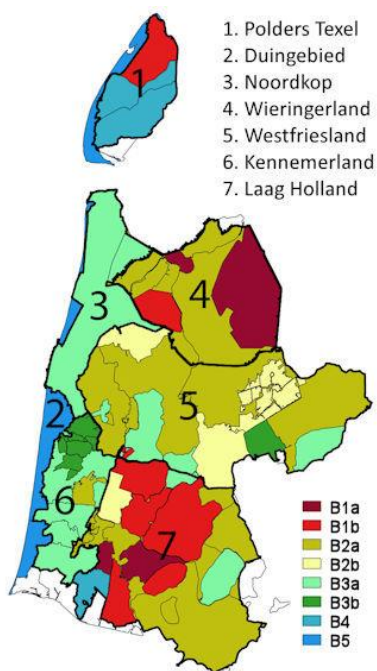
Er is een duidelijke samenhang tussen het voorkomen van de biotypen en KRW-watertypen, morfologische factoren, aard van de bodem en het bodemgebruik, peil- en onderhoud en fysisch-chemische variabelen (o.a. chloride, nutriënten, zuurstof).

De verspreiding van de typen is samen met de indeling in hoofdgebieden weergegeven in Figuur 6.18.

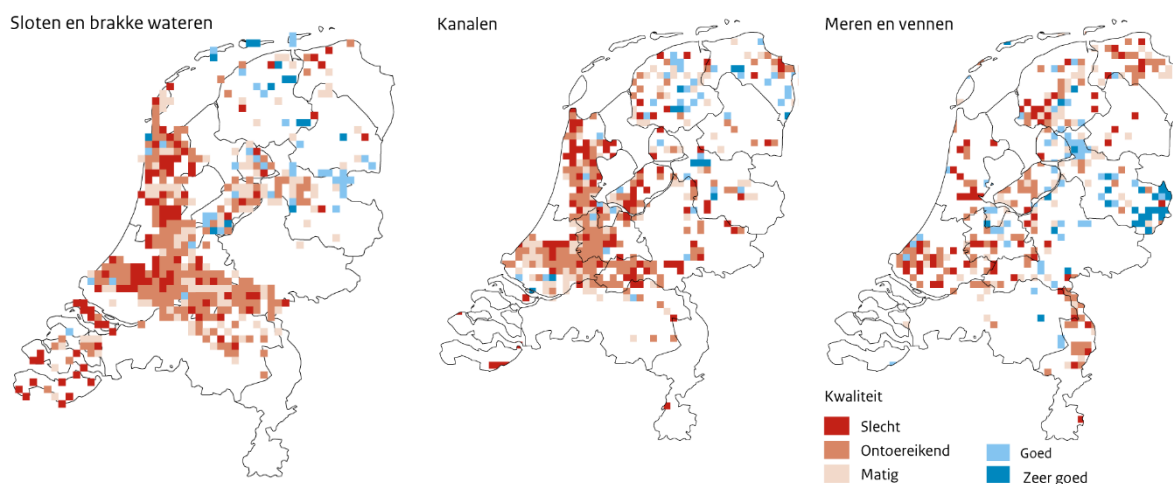
## 6.4.7 HHNK in vergelijking met de rest van Nederland

Ten behoeve van de KRW is er een stelsel van referenties en maatlatten ontwikkeld, waarmee de ecologische kwaliteit per soortgroep kan worden bepaald (Van der Molen e.a. 2014, 2018). Deze maatlatten geven een kwaliteitscore (EKR) tussen 0 en 1. Ze kunnen daarom worden gebruikt om een landelijk vergelijkbaar beeld te krijgen van de ecologische toestand voor een bepaalde soortgroep. Complicerende factor is dat voor iedere soortgroep, in principe ieder KRW-watertype een eigen maatlat heeft. Hoewel de range van scores (0-1) dus vergelijkbaar is, kan de maatlat voor het ene watertype wel strenger zijn dan de andere.

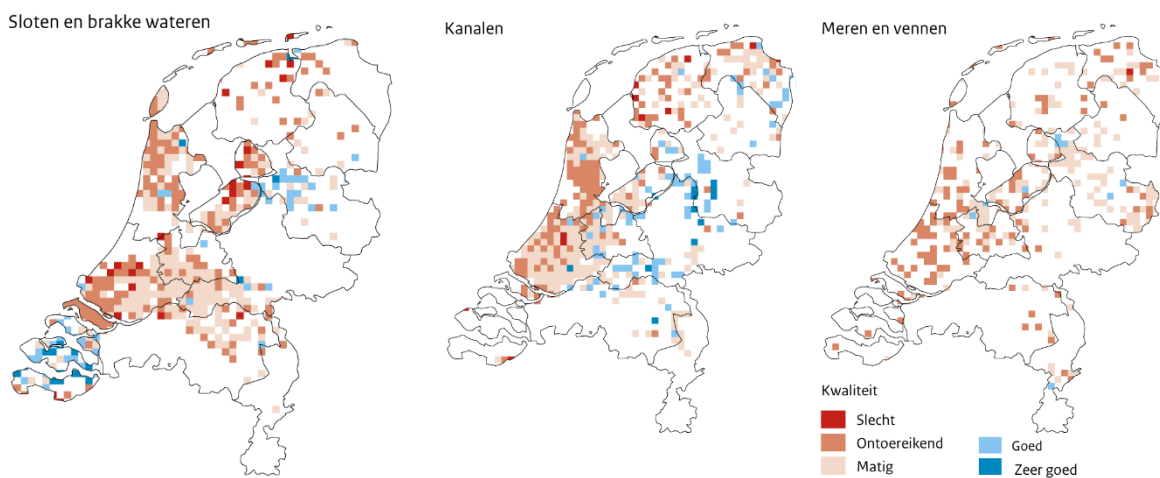
Het PBL maakt overzichten van de ecologische toestand, aan de hand van de maatlatten en de monitoringsgegevens van de waterschappen. De meest recente vergelijking is uit 2018 (CBS e.a. 2018a,b). (). Er is toen niet getoetst



Figuur 6.18. Verspreiding van de biotypen (B1a – B5) en hoofdgebieden (1 – 7).



Figuur 6.19 Kwaliteit van de macrofyten ten opzichte van de natuurlijke referentie, 2011-2016 (CBS e.a. 2018a).



Figuur 6.20. Kwaliteit van de macrofauna ten opzichte van de natuurlijke referentie, 2011-2016 (CBS e.a. 2018b).

aan het KRW-doel (uitgedrukt in een EKR-score per waterlichaam), maar aan de referentie (EKR=1), wat de resultaten onderling vergelijkbaar maakt. In Figuur 6.19 is het resultaat weergegeven voor de waterplanten en in Figuur 6.20 voor de macrofauna<sup>8</sup>. In beide gevallen is er uitgesplitst naar enkele hoofdgroepen van wateren, wat de resultaten beter vergelijkbaar maakt.

Opvallend is dat niet alleen Hollands Noorderkwartier, maar heel west-Nederland er voor beide soortgroepen relatief slecht uit naar voren komt. De EKR-scores variëren meestal van ‘matig’ tot ‘slecht’. Uitzondering is de macrofauna van de sloten en brakke wateren in Zeeland, die overwegend ‘goed’ of ‘zeer goed’ scoort. Afgezien daarvan, wordt de ecologische kwaliteit in de wateren in hoog Nederland en in noord-Nederland vaker als ‘goed’ of ‘zeer goed’ beoordeeld dan in west-Nederland.

Voor vis en fyto bentos is een dergelijke vergelijking niet gevonden.

### 6.4.8 Ecosysteemtoestanden

#### Open water

Voor het open water is een systeem ontwikkeld van negen ecosysteemtoestanden (EST's), gebaseerd op de troebelheid van het water, de aanwezigheid van dominante groeivormen, woekerende planten en aantallen soorten van ondergedoken waterplanten. Het systeem is een uitwerking van een soortgelijk systeem van STOWA (Cusell e.a. 2018). Zie voor de criteria en overige details Van Dam & Jaarsma (2020b). De negen oorspronkelijk onderscheiden watertoestanden zijn vermeld in Tabel 6.9. Voor de overzichtelijkheid zijn deze samengevat tot vier geaggregeerde watertoestanden.

Tabel 6.9 Ecosysteemtoestanden. De 9 toestanden van het water zijn geaggregeerd tot 4 watertoestanden en de 8 toestanden van de oever zijn geaggregeerd tot 3 oevertoestanden. De percentages opnamen betreffen alle 5995 opnamen uit het gebied van Hollands Noorderkwartier.

Toest. Omschrijving	% opn.	Toest. Omschrijving	% opn.
<i>Oorspronkelijke toestanden</i>			
W1 Water met dominantie van flab/draadalg	2	O1 beschoeid, weinig riet, soortenarm	13
W2 Water met dominantie van kroos	20	O2 beschoeid, weinig riet, soortenrijk	4
W3 Water met dominantie van drijfbladplanten	3	O3 beschoeid, veel riet, soortenarm	16
W4 Troebel water	27	O4 beschoeid, veel riet, soortenrijk	4
W5 Helder water met veel, maar niet woekerende waterplanten	2	O5 niet beschoeid, weinig riet, soortenarm	13
W6 Helder water met veel woekerende waterplanten	16	O6 niet beschoeid, weinig riet, soortenrijk	8
W7 Helder water met weinig soorten ondergedoken waterplanten in lage dichtheid	17	O7 niet beschoeid, veel riet, soortenarm	32
W8 Helder water met veel soorten ondergedoken waterplanten in lage dichtheid	1	O8 niet beschoeid, veel riet, soortenrijk	10
W9 Helder water zonder ondergedoken waterplanten	11		
<i>Geaggregeerde toestanden</i>			
Troebel water (W3 + W4)	31	Soortenrijke oevers (O2 + O4 + O6 + O8)	26
Arme plantengroei (W7 + W9)	28	Oevers met veel riet (O3 + O4 + O7 + O8)	62
Optimale plantengroei (W5 + W8)	3	Beschoeide oevers (O1 + O2 + O3 + O4)	36
Overmatige plantengroei (W1 + W2 + W6)	38		

De verspreiding van de oorspronkelijke toestanden is weergegeven in Bijlage 3. De meest voorkomende toestanden (80% van de opnamen) betreffen troebel water, water met kroos, geen of weinig ondergedoken waterplanten of juist veel woekerende waterplanten. In sommige gebieden, zoals de Beemster en de Wieringermeer komen weinig andere toestanden dan troebel water

<sup>8</sup> NB! De figuren zijn gebaseerd op data uit de periode 2011-2016 en de destijds geldende maatlatten. De maatlatten worden periodiek geëvalueerd, wat soms leidt tot aanpassingen. De meest recente aanpassingen in de maatlatten, voor de periode 2021-2026, zijn in 2018 gedaan (Van der Molen e.a. 2018), en dus inmiddels alweer deels verouderd.

voor. Locaties met helder water en weinig waterplanten, of juist met veel woekerende waterplanten vertonen een zekere clustering rond stedelijke gebieden. Slechts 3% van de opnamen wordt toegewezen aan de in het algemeen als optimaal beschouwde toestanden met lage dichtheden, maar veel soorten ondergedoken waterplanten of veel, maar weinig woekerende waterplanten. Optimaal ontwikkelde situaties komen vooral voor in stedelijke gebieden, daarnaast verspreid in de Schermerboezem-Noord en in de buurt van Castricum.



Figuur 6.21 Troebel water: ontwikkeling van blauwwieren in de stadsgracht van Den Helder (NGJ).

Figuur 6.22 Sloot met overmatige kroosontwikkeling in Purmerend (locatie 58010) (HvD).



Figuur 6.23 Troebele sloot (kleideeltjes) met kale oever bij Zwaag, nabij meetpunt 611007 (HvD).

Figuur 6.24 Arme watervegetatie in helder water in de Hendriksloot bij Castricum (locatie 429003) (HvD).



Figuur 6.25 Groote Sloot bij Burgerbrug met troebel water en grote drijfbladplanten (locatie 116102) (HvD).

Figuur 6.26 Gevarieerde waterplantengemeenschap in Texelse duinpoel (NGJ).



Er zijn duidelijke verbanden tussen de vastgestelde toestanden en de abiotiek. Zo komt bijvoorbeeld de toestand met veel kroos vooral voor in de smalste en ondiepste wateren, vaak met een gering doorzicht en hoge concentraties fosfaat en totaal-stikstof. Daarentegen komt de toestand met veel niet-woekerende waterplanten vooral voor bij de laagste nutriëntenconcentraties.

De geaggregeerde oevertoestanden zijn per KRW-gebied weergegeven in Tabel 6.10. Tevens staan hier de gemiddelde waarden per regio en voor het hele gebied in vermeld<sup>9</sup>.

De hoogste percentages troebel water (43%) worden, enigszins verrassend, aangetroffen in de duinen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het geringe aantal waarnemingen in dit gebied. Bovendien kunnen hier, ondanks de geringe zichtdiepte, maar dankzij de flauw hellende oevers, toch nog waterplanten voorkomen. De troebele toestand komt vooral veel voor in Laag Holland (38%) en in het Wieringerland (34%). De polders van Texel hebben vooral een arme plantengroei (41%, brak water?), terwijl in Westfriesland gemiddeld het laagste percentage (22%) wateren met arme plantengroei wordt aangetroffen. Westfriesland wordt vooral gekenmerkt door het hoge percentage (46%) wateren met overmatige groei van waterplanten. De duinen hebben het minste last van overmatige groei van waterplanten (gemiddeld 14%). Slechts weinig wateren in het hele Noorderkwartier (gemiddeld 3%) hebben een optimale waterplantengroei. In de vaak troebele wateren van Laag Holland en Wieringerland zijn de gemiddelden met respectievelijk 1 en 2% het laagst; het hoogst zijn ze in de Texelse polders en de duinen (5%).

### Oever

Voor de begroeiing van de oever en de emerse zone is binnen dit project een systeem van acht toestanden ontwikkeld, op basis van de aanwezigheid van beschoeiing, de dichtheid van de rietkraag en het aantal soorten oever- en emerse planten (Tabel 6.9). Zie voor de criteria en overige details Van Dam & Jaarsma (2020a). De negen oorspronkelijk onderscheiden oevertoestanden zijn vermeld in Tabel 6.9. Voor de overzichtelijkheid zijn deze samengevat tot drie geaggregeerde oevertoestanden.

De verspreiding van de oorspronkelijke toestanden is weergegeven in Bijlage 3. De vier meest voorkomende toestanden (74% van de opnamen) zijn soortenarm en komen zowel voor op niet beschoeide als beschoeide oevers met veel of weinig riet. Beschoeide oevers komen vooral voor in stedelijke gebieden. De meest voorkomende soortenrijke toestanden (20%) zijn van niet beschoeide oevers met veel of weinig riet. De meest voorkomende soortenrijke en als optimaal beschouwde toestand (niet beschoeid, veel riet) komt opvallend veel voor in de veengebieden van Laag Holland en in het stedelijk gebied van Heerhugowaard en in de Schermerboezem-Noord. De bedekking van ruigtekruiden, die vaak het visuele aspect bepalen is het hoogst (rond 10%) op niet beschoeide oevers en weinig riet.

Beschoeiing, taludhelling, geleidendheid, chloride en nutriënten hebben een negatieve invloed op de soortenrijkdom, terwijl breedte en diepte stimulerend werken. Veel riet gaat vooral samen met geringere beschoeiing, minder steile oevers, grotere breedte, geleidendheid en chloride, maar lagere nutriëntenconcentraties.

---

<sup>9</sup> De totalen in Tabel 6.9 en Tabel 6.10 vertonen soms geringe verschillen doordat voor het samenstellen van de eerste tabel ook opnamen zijn gebruikt met ontbrekende gebiedsaanduiding.

## Historische en huidige waterkwaliteit en ecologie

De geaggregeerde watertoestanden zijn per KRW-gebied weergegeven in Tabel 6.10. Tevens staan hier de gemiddelde waarden per regio en voor het hele gebied in vermeld.

Tabel 6.10 Overzicht van de geaggregeerde ecosysteemtoestanden per KRW-gebied. In elke kolom is het percentage opnamen vermeld dat tot de betreffende toestand behoort. De intensiteit van kleur van de cellen geeft de hoogte van het percentage aan. water 1-5 5-10 10-20 20-50 50-100% oever 1-5 5-10 10-20 20-50 50-100%

GAF_90	naam	Troebel	Arm	Optimaal	Overmatig	Soortenrijk	Veel riet	Beschoeid	opnamen
<b>Alle gebieden</b>		30	28	3	38	26	63	32	5652
<b>Boezems</b>		27	28	3	42	23	68	25	1364
NL12_110	Schermerboezem-Noord	20	28	5	48	22	69	22	774
NL12_120	Schermerboezem-Zuid	44	26	1	29	34	51	38	280
NL12_130	Amstelmeerboezem	36	31	1	33	17	85	15	104
NL12_140	VRNK-boezem	26	29	1	45	15	77	26	199
NL12_201	Alkmaardermeer	17	50	17	17	50	83	17	6
NL12_501	Amstelmeer	100	0	0	0	100	100	0	1
<b>Laag Holland</b>		38	32	1	29	37	56	39	1517
NL12_202	t Twiske	19	44	8	28	61	83	6	36
NL12_210	Eilandspolder	54	26	1	20	46	60	39	112
NL12_220	Wormer- en Jisperveld	54	16	0	31	44	63	51	108
NL12_230	Zeevang	47	29	6	18	29	35	41	17
NL12_240	Krommenieër Woudpolder	68	3	0	29	18	34	47	38
NL12_250	Westzaan	66	15	0	19	36	53	52	89
NL12_260	Waterland	29	39	1	31	43	58	37	768
NL12_280	Assendelft (NW)	71	5	3	21	12	52	27	77
NL12_311	Schermer-Noord	6	29	0	66	9	40	46	35
NL12_312	Schermer-Zuid	7	73	0	20	20	87	7	15
NL12_320	Beemster	60	13	1	26	26	39	42	84
NL12_330	Purmer	21	48	1	31	17	51	48	111
NL12_340	Wijdewormer	48	33	0	19	22	74	41	27
<b>Westfriesland</b>		28	22	4	46	23	61	37	1802
NL12_401	Geestmerambacht	50	33	0	17	17	100	33	6
NL12_410	Heerhugowaard Stad van de Zon	13	0	50	38	50	88	25	8
NL12_415	Heerhugowaard	28	13	0	60	7	83	59	168
NL12_420	Oosterdel	37	31	5	28	61	72	37	101
NL12_425	Geestmerambacht	27	27	2	43	16	76	36	260
NL12_430	Schagerkogge	28	38	3	31	29	71	27	211
NL12_440	Vier Noorder Koggen -2,20	31	16	5	49	32	44	38	219
NL12_445	Vier Noorder Koggen -3,70	31	10	6	54	23	38	20	84
NL12_450	Grootslag	29	18	4	49	19	56	38	397
NL12_460	Drieban	22	24	0	54	5	68	24	41
NL12_470	Oosterpolder	15	27	7	50	18	55	38	228
NL12_480	Westerkogge	31	17	1	51	28	32	29	78
NL12_490	Ursem	0	0	0	100	0	100	0	1
<b>Wieringerland</b>		34	33	2	31	4	81	25	300
NL12_510	Wieringermeer-West	54	32	0	14	2	89	25	56
NL12_520	Wieringermeer-Oost	57	36	0	8	2	92	15	53
NL12_530	Wieringerwaard	46	40	2	12	2	78	34	50
NL12_540	Anna Paulowna laag	12	37	5	46	4	77	25	102
NL12_550	Anna Paulowna hoog	15	10	0	74	10	64	23	39
<b>Polders Texel</b>		22	41	5	32	21	86	7	234
NL12_610	Eijerland	19	38	3	41	11	97	0	37
NL12_620	Waal en Burg en het Noorden	19	40	4	38	25	85	11	53
NL12_630	Gemeenschappelijke polders	24	43	6	28	22	83	8	144
<b>Kennemerland</b>		28	32	3	37	25	51	28	414
NL12_710	Uitgeester- en Heemskerkerbroek	35	31	0	34	27	52	41	123
NL12_720	Castricumerpolder	33	33	7	27	27	46	29	55
NL12_730	Groot-Limmerpolder	37	19	6	38	40	56	10	52
NL12_740	Oosterzijpolder	16	35	4	45	12	71	27	51
NL12_750	polders Egmondermeer	21	36	0	43	7	50	14	14
NL12_760	polders Bergermeer	25	38	1	36	21	50	16	76
NL12_770	Verenigde polders	9	37	2	51	23	28	35	43
<b>Duinen</b>		43	38	5	14	95	38	0	21
NL12_810	Westerduinen / PWN	0	0	50	50	100	100	0	2
NL12_820	duingebied Zuid NHN	100	0	0	0	100	0	0	3
NL12_830	duingebied Noord NHN	56	33	0	11	100	33	0	9
NL12_840	duingebied Texel	14	71	0	14	86	43	0	7

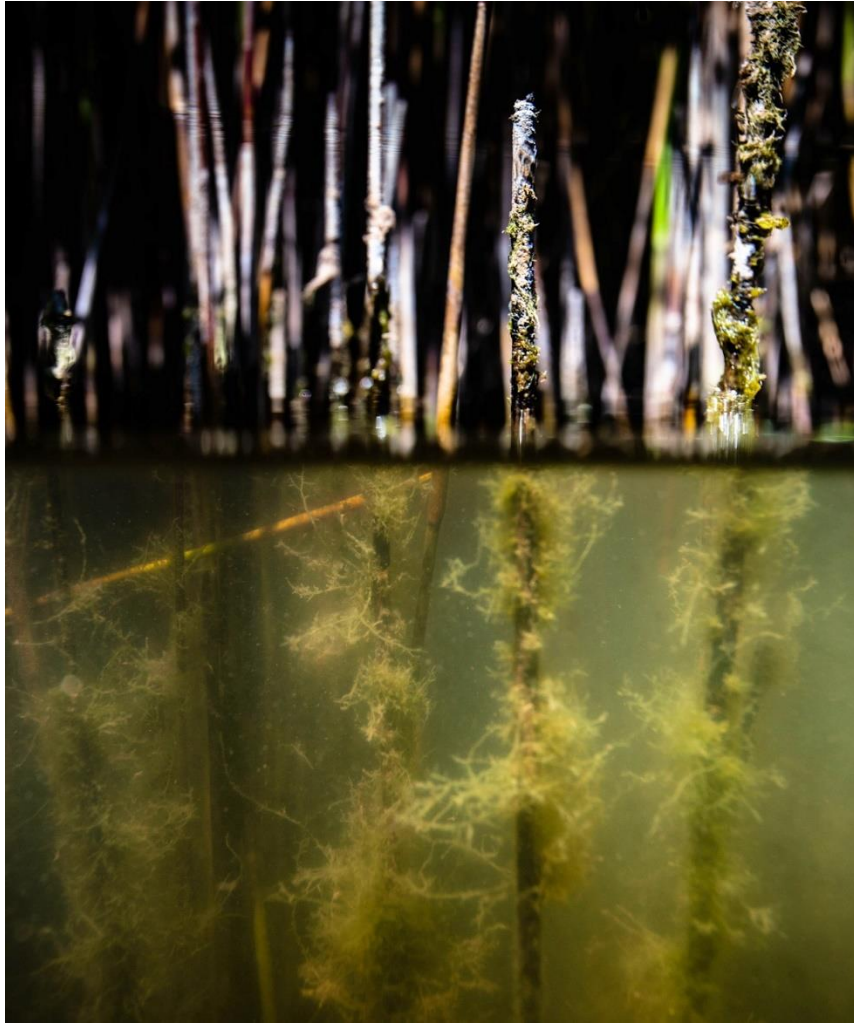
Wat de soortenrijkdom betreft scoren de duinen met gemiddeld 95% soortenrijke oevers het hoogst. Daarop volgen de oevers van Laag Holland (37%). De standaardprofielen van de oevers in het Wieringerland zijn met 4% van het totaal zeer arm aan soorten. Daarentegen heeft 81% van de oevers in dit gebied veel riet. Dit wordt alleen overtroffen in de Texelse polders (86%). De minste aantallen oevers met veel riet zijn te vinden in de duinen (38%) en in Kennemerland (51%). De polders hier liggen in of tegen de binnenduinrand. De oevers in de duinen zijn niet beschoeid. In de polders van Texel is dat slechts weinig het geval (7%). Hoge percentages beschoeiing (37 – 39%) komen voor in Laag Holland en Westfriesland.

### **Relatie EST water en EST oever**

Er is geen enkele correlatie tussen de toestanden van water en oever: deze zijn onafhankelijk.



Kranswier in ondiepe plas van de Stad van de Zon (NGJ)



Op de rietstengels in het heldere water van de Stad van de Zon (Park van Luna) ontwikkelt zich onder water een rijk aangroei (fytobenthos) met veel groenwieren en microscopisch kleine kiezelwieren (diatomeeën) (NGJ).



De keramiste Riet Bakker laat zich inspireren door de vormenrijkdom van de kiezelwieren. Hier enkele van haar objecten ([www.rietbakker-ceramics.nl](http://www.rietbakker-ceramics.nl))

## 7. Knelpunten

### 7.1 Inleiding, wat is een knelpunt?

#### **Knelpunten voor het bereiken van de goede toestand**

Een belangrijke stap in de systeemanalyse is het identificeren van knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie. Maar wat verstaan we in dit geval onder knelpunten?

Een knelpunt kan worden omschreven als *‘een factor die het realiseren van een bepaald doel in de weg staat’*. Dat doel is in dit geval een ‘goede toestand’ (GET of GEP) volgens de Kaderrichtlijn Water.

Het begrip ‘goede toestand’ is echter niet altijd eenduidig en aan verandering onderhevig (zie kader). Daarom hebben we hier ‘gezond en helder water met de daarbij behorende planten en dieren’ als doel gedefinieerd. Alle factoren, natuurlijk of antropogeen, die het behalen van dit doel in de weg staan zijn dus knelpunten.

We hebben de systematiek van de ecologische sleutelfactoren gebruikt om de factoren te identificeren die een knelpunt vormen.

---

#### **GOEDE TOESTAND VOLGENS DE KRW**

Het streven van de Kaderrichtlijn Water is het bereiken van een ‘goede toestand’ voor de waterkwaliteit en ecologie. De specifieke fysisch-chemische en biologische kenmerken van de goede toestand zijn afhankelijk van het watertype en zijn omschreven in de KRW-documenten (Van der Molen e.a. 2018). De toestand kan worden getoetst aan de hand van een stelsel van fysisch-chemische normen en ecologische maatlatten. Deze normen en maatlatten zijn in enige mate aan verandering onderhevig, ze zijn in 2018 deels herzien.

Voor HHNK geldt dat nagenoeg alle wateren sterk veranderd of kunstmatig zijn, het KRW-doel (de ‘goede toestand’) is dan het GEP. Dit GEP is echter niet voor ieder water (van één bepaald type) gelijk. Vanwege allerlei specifieke omstandigheden, zoals een hoge achtergrondbelasting, is bijvoorbeeld het realiseren van helder water met lage nutriëntengehaltes niet altijd mogelijk. Ook kunnen bepaalde soorten ontbreken, bijvoorbeeld omdat het gebied vroeger zout was. Dit zijn redenen om het KRW-doel (GEP) bij te stellen, dit is in 2014 gebeurd naar aanleiding van de studie naar de achtergrondbelasting (Jaarsma & Van Ee 2014).

De KRW-doelen bieden dus geen vast kader. Dat is verwarrend bij de systeemanalyse en bij het identificeren van knelpunten. Daarom is een meer eenduidig doel gehanteerd, wat voor alle wateren en watertypen is toegepast. Globaal is dit omschreven als ‘gezond en helder water met de daarbij behorende planten en dieren’. Dit komt in essentie overeen met het standaard (default) KRW-doel voor het watertype. De toestand zou derhalve moeten voldoen aan de fysisch-chemische normen voor het watertype en overeenkomen met een EKR van 0,6 op de biologische maatlatten. Gezond slaat op de afwezigheid van schadelijke gehalten aan biotoxines en bacteriologische verontreinigingen.

---

#### **Beoordelingskader en knelpunten KRW-gebieden**

De knelpuntenanalyse is zoveel mogelijk gestandaardiseerd, zodat ook achteraf nog te herleiden is waarom iets als knelpunt is geïdentificeerd. Daarom is een beoordelingskader vastgesteld, met de Ecologische Sleutelfactoren als kapstok. Met de beschikbare data en het beoordelingskader is per KRW-gebied en sleutelfactor bepaald of er sprake is van een knelpunt.

#### **Achterliggende oorzaken**

De analyse levert een duidelijk beeld op van de belangrijkste knelpunten in het beheergebied. Het is met het oog op het formuleren van maatregelen van

belang om de achterliggende oorzaken te kennen. In essentie zijn de belangrijkste knelpunten terug te voeren op een beperkt aantal invloeden op het watersysteem.

### **Samenhang met landschapstype en landgebruik**

In de systeemanalyses per regio, worden vaak patronen zichtbaar. Eén daarvan is de samenhang tussen landschap, landgebruik en de mate van beïnvloeding en de toestand van het watersysteem. Hierop wordt kort ingegaan.

## **7.2 Beoordelingskader**

### **Groepen van ecologische sleutelfactoren**

Voor de knelpuntenanalyse zijn de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) voor stilstaande wateren aangehouden. De set ESF's voor stilstaande wateren bestaat uit negen factoren (zie § 1.3.2), die zijn op te delen in vier, min of meer hiërarchische groepen:

1. Groep 1 (ESF1-3). Voorwaarden voor herstel van ondergedoken waterplanten (ESF Productiviteit water, Lichtklimaat en Productiviteit bodem),
2. Groep 2 (ESF 4-6). Voorwaarden voor herstel van gewenste soorten / soortgroepen (ESF Habitatgeschiktheid, Verspreiding en Verwijdering),
3. Groep 3 (ESF 7-8). Voorwaarden van belang in specifieke situaties (ESF Organische Belasting en Toxiciteit),
4. Groep 4 (SF 9). Voorwaarden die de omgeving stelt; afweging tussen doelen en functies (SF Context).

### **Beoordelingskader**

Hieronder wordt voor de eerste drie groepen van sleutelfactoren (ESF 1 – 8) het beoordelingskader gepresenteerd dat is toegepast bij de KRW-watersysteemanalyses voor HHNK. Met behulp van dit beoordelingskader wordt per sleutelfactor bepaald of er sprake is van een waarschijnlijk knelpunt (ESF=rood), mogelijk knelpunt (ESF=oranje) of geen knelpunt (ESF=groen).

In Tabel 7.1 is een overzicht opgenomen van de gehanteerde criteria en grenswaarden. Door Jaarsma, & Van Dam (2020), worden deze criteria en grenswaarden nader toegelicht.

De werkwijze bij de beoordeling van knelpunten per ESF is als volgt:

1. op basis van de criteria in Tabel 7.1 wordt bepaald of er sprake is van een knelpunt;
2. dit oordeel wordt bijgesteld, wanneer er uit de aanvullende informatie een ander beeld naar voren komt.

## **7.3 Knelpunten uit systeemanalyse volgens ESF**

Een overzicht van de knelpunten die uit de ESF-analyse naar voren komen is opgenomen in Tabel 7.2. In de tabel is per KRW-gebied aangegeven of er voor de betreffende sleutelfactor al dan niet een knelpunt is. De gebieden zijn gebundeld per regio, onderscheid is gemaakt in het waterlichaam en het overige water. Om praktische redenen is dat onderscheid in waterlichaam en overig water niet altijd mogelijk. Dan is er bijvoorbeeld onderscheid gemaakt in de primaire watergangen (waterlichaam) en de secundaire en tertiaire watergangen (overig water). Dit is per geval aangegeven in de ESF-detailanalyse in de gebiedsdocumenten.

## Doelen op maat 4.1 - Systeemanalyses (hoofdrapport)

Tabel 7.1 Overzicht van de criteria voor de knelpuntenanalyse met Ecologische Sleutel Factoren (ESF's).

Ecologische Sleutel Factor	Criteria	Beoordeling per ESF		
		geen knelpunt	mogelijk knelpunt	waarschijnlijk knelpunt
1. Productiviteit water	actuele nutriëntenbelasting / kritische belasting	geen oordeel → ESF2		
	- verblijftijd < 3 dagen	Pact/kP < 0,7	0,7 < Pact/kP < 1,4	Pact/kP > 1,4
	- verblijftijd > 3 dagen	Nact/kN < 0,7	0,7 < Nact/kN < 1,4	Nact/kN > 1,4
	- aanvullend bij verblijftijd tussen 3 en 21 dagen			
2. Lichtklimaat	actuele verhouding doorzicht / diepte	>0,7	0,5-0,7	< 0,5
3. Productiviteit bodem	totaal-P gehalte in de bodem (drooggewicht)	< 500 mg/kg d.s.		> 500 mg/kg d.s.
4. Habitatgeschiktheid				
- Hydromorfologie	peilbeheer, oeverinrichting en dieptevariatie			
	- peilbeheer	natuurlijk	flexibel	vast/dynamisch
	- talud in graden (scheepvaartkanalen)	≤ 30 (≤ 45)	30-60 (45-60)	≥ 60
	- diepe (> 1,2m) + ondiepe (< 0,8m) delen	beide > 10%	(on)diep < 10%	(on)diep < 1%
- Waterkwaliteit	ranges van chloride gehalten in mg/l			
	- zoet	0 - 150	0 - 300	0 - > 300
	- licht-brak	> 1000	< 1000 - > 1000	< 300 - > 1000
	- matig brak	> 3000	< 3000 - > 3000	< 1000 - > 1000
5. Verspreiding	migratiebarrières			
	- zoet – aaneengesloten water	> 10 ha	5-10 ha	< 5 ha
	- brak - zoet-zout verbinding	geen barrière	vispasseerbare barrière	barrière niet passeerbaar
6. Verwijdering	intensiteit maai-beheer	extensief met afvoeren	extensief zonder afvoeren of intensief met afvoeren	intensief zonder afvoeren
7. Organische belasting	vergelijking laagst gemeten zuurstofgehalte met berekende waarde onder invloed van organische belasting tijdens warm en windstil weer	zowel gemeten als berekende waarde > 5 mg/l	gemeten waarde < 5 mg/l, berekend > 5 mg/l	zowel gemeten als berekende waarde < 5 mg/l
8. Toxiciteit	actuele toxische druk	msPAF < 0,5 %	msPAF 0,5% - 10%	msPAF >10%

Hieronder volgt een korte duiding per sleutelfactor van de resultaten in Tabel 7.2:

### ESF1 productiviteit van het water

De productiviteit van het water is voor de meeste 'waterlichamen' (WL) een duidelijk knelpunt: zowel de *voorwaarden* - de belasting in relatie tot de kritische belasting of gevoeligheid van het watersysteem - als de *toestand* - huidige waterkwaliteit en biologie - laten dat ook zien. Daarbij is de fosfaatbelasting het grootste knelpunt. In enkele waterlichamen lijkt de belasting een wat minder grote rol te spelen of zelfs te voldoen. Overigens is de belasting in het 'overige water' (OW) vaak een minder groot knelpunt, meestal omdat de watterdiepte daar geringer is waardoor het watersysteem minder gevoelig is voor de belasting (een hogere kritische belasting heeft).

### ESF2 lichtklimaat

Ook het lichtklimaat vormt in veel waterlichamen een knelpunt, er is te weinig licht voor de groei van ondergedoken waterplanten. Vooral in het overige water wijkt het beeld af van dat van de productiviteit (die het lichtklimaat beïnvloedt via o.a. algengroei). Ondanks de matige score voor ESF1 voldoet het

## Knelpunten

Tabel 7.2. Overzicht knelpunten voor de waterlichamen (WL) en het overige water (OW). Rood = knelpunt, groen = geen knelpunt, oranje = mogelijk knelpunt en grijs = onvoldoende data.

OWL	naam	1-prod		2-licht		3-bodem		4-habitat		5-verspr		6-verw		7-org		8-tox	
		WL	OW	WL	OW	WL	OW	WL	OW	WL	OW	WL	OW	WL	OW	WL	OW
<b>boezems</b>																	
NL12_110	Schermerboezem-Noord																
NL12_120	Schermerboezem-Zuid																
NL12_130	Amstelmeerboezem																
NL12_140	VRNK-boezem																
NL12_201	Alkmaardermeer																
NL12_501	Amstelmeer																
<b>Laag Holland</b>																	
NL12_202	t Twiske																
NL12_210	Eilandspolder																
NL12_220	Wormer- en Jisperveld																
NL12_230	Zeevang																
NL12_240	Krommenieer Woudpolder																
NL12_250	Westzaan																
NL12_260	Waterland																
NL12_280	Assendelft (NW)																
NL12_311	Schermer-Noord																
NL12_312	Schermer-Zuid																
NL12_320	Beemster																
NL12_330	Purmer																
NL12_340	Wijdewormer																
<b>West Friesland</b>																	
NL12_401	Geestmerambacht																
NL12_410	Heerhugowaard Stad van de Zon																
NL12_415	Heerhugowaard																
NL12_420	Oosterdel																
NL12_425	Geestmerambacht																
NL12_430	Schagerkogge																
NL12_440	Vier Noorder Koggen -2,20																
NL12_445	Vier Noorder Koggen -3,70																
NL12_450	Grootslag																
NL12_460	Drieban																
NL12_470	Oosterpolder																
NL12_480	Westerkogge																
NL12_490	Ursem																
<b>Wieringerland</b>																	
NL12_510	Wieringermeer-West																
NL12_520	Wieringermeer-Oost																
NL12_530	Wieringerwaard																
NL12_540	Anna Paulowna laag																
NL12_550	Anna Paulowna hoog																
<b>Texel</b>																	
NL12_610	Eijerland																
NL12_620	Waal en Burg en het Noorden																
NL12_630	Gemeenschappelijke polders																
<b>Kennemerland</b>																	
NL12_710	Uitgeester- en Heemskerkerbroek																
NL12_720	Castricumerpolder																
NL12_730	Groot-Limmerpolder																
NL12_740	Oosterzijpolder																
NL12_750	polders Egmondermeer																
NL12_760	polders Bergermeer																
NL12_770	Verenigde polders																
<b>duinen</b>																	
NL12_810	Westerduinen / PWN																
NL12_820	duingebied Zuid NHH																
NL12_830	duingebied Noord NHH																
NL12_840	duingebied Texel																



lichtklimaat soms wel en soms juist niet. Het lichtklimaat lijkt dus ook door andere factoren te worden bepaald;

### **ESF3 productiviteit van de waterbodem**

In 2016 en 2017 is een groot aandeel van de wateren bemonsterd, maar de dataset is nog niet compleet (veel grijze vlakken). Ook hier geldt dat de waterbodem in de meeste gevallen te voedselrijk is en weinig bindingscapaciteit (ijzer) heeft voor fosfaat. Dit laatste hangt samen met de huidige en historische zoutinvloed en de daarmee gepaard gaande hoge zwavelgehalten.

NB! De voedselrijkdom van de waterbodem kan niet los worden gezien van de externe belasting (ESF1). Maatregelen om de waterbodem (ESF3) aan te pakken zijn pas zinvol op het moment dat de externe belasting succesvol wordt aangepakt en de bodem overblijft als belangrijkste bron.

### **ESF4 habitatgeschiktheid**

Deze sleutelfactor is landelijk nog maar in beperkte mate uitgewerkt. Voor HHNK hebben we peilbeheer, talud (Figuur 7.1), dieptevariatie en zoutgehalte als onderscheidende factoren gebruikt. Vooral het peilbeheer, dat in de meeste watersystemen vast of dynamisch is, vormt een knelpunt. Voor een goede ecologische ontwikkeling is een flexibel of natuurlijk peilbeheer nodig, samen met een niet te steil talud en voldoende dieptevariatie. In een aantal polders is de dieptevariatie een knelpunt, dit is het geval wanneer het ontbreekt aan een substantieel areaal dieper water. Ook het zoutgehalte ligt vaak buiten de range van de zoutgehalten die nodig is voor (een goede ecologische ontwikkeling van) het betreffende watertype.



Figuur 7.1 (links) Sloten met een steil talud en weinig riet hebben een geringe habitatvariatie (locatie 203010, Abbestede) (HvD).

Figuur 7.2 (rechts) Stuwtegenen belemmeren de verspreiding van vissen (NGJ).

### **ESF5 verspreiding**

Voor de knelpuntenanalyse is onderscheid gemaakt in de zoete wateren (waar is gekeken naar het areaal aaneengesloten water op basis van de peilgebiedgrootte) en de brakke wateren (waar gekeken is naar de verbinding met de zee). De verbinding tussen polder en boezem is op dit moment nog niet bekeken. De analyse laat zien dat:

- in brakke wateren de verbinding met zee (in combinatie met de kwaliteit van het habitat) vrijwel overal wel een knelpunt vormt. Onderscheid kan worden gemaakt in brakke watersystemen die een min of meer rechtstreekse - vispasseerbare- verbinding hebben met de zee en de meer 'geïsoleerde' brakke polders. In het eerste geval mogen er bijvoorbeeld wel mariene soorten (zeevissen) worden verwacht, hoewel er altijd wel sprake is van een barrière (ESF = oranje). In het tweede geval worden deze soorten niet verwacht niet (ESF = rood).
- in de zoete wateren scoren vooral de KRW-gebieden met weinig peilgebieden en veel open water (boezems, meren en veenpolders) op deze sleutelfactor voldoende. Dit geldt zelfs wanneer verbinding met andere

wateren beperkt is. Idee hierachter is dat wanneer het watersysteem voldoende groot en divers is, verbinding met andere watersystemen ook niet per sé nodig is. Voor enkele polders met een gering areaal water in combinatie met geringe waterdiepte scoort deze ESF daarom juist rood. Overigens is beoordeeld op de (naar oppervlakte gewogen) gemiddelde grootte van een peilgebied in het betreffende KRW-gebied. Dit betekent dat zelfs al scoort deze ESF groen, bepaalde delen van het KRW-gebied (overig water) nog steeds sterk versnipperd kunnen zijn met kleine water-volumes;

### **ESF6 verwijdering**

Voor de beoordeling van deze ESF is uitgegaan van de gegevens van HHNK over het maaibeheer. In veel gevallen is het maaibeheer intensief, uitzondering zijn de watersystemen met veel open water zoals de meren en de veengebieden;

### **ESF7 organische belasting**

Hiervoor is recent door de STOWA ontwikkelde tool toegepast, waarmee per watersysteem een inschatting is gemaakt van de invloed die de organische belasting heeft op de zuurstofhuishouding. Hieruit blijkt dat uit- en afspoeling van meststoffen de belangrijkste bron is van zuurstofvragende stoffen (organische stof en ammonium) naar het watersysteem. RWZI's, ongerioleerde lozingen en overstorten kunnen lokaal een grote invloed hebben maar de bijdrage van deze bronnen over het geheel is vrij beperkt. Naar verwachting spelen zuurstofproblemen door organische belasting vooral een rol in poldergebieden met overwegend kleinere watergangen. Enerzijds zijn dit de meest 'gevoelige' wateren, anderzijds is hier de uit- en afspoeling en/of de directe invloed van meststoffen het grootst. Opvallend is dat in veel van deze gebieden de zuurstofgehalten vooral laag zijn in de winterperiode, tegelijk worden hoge ammoniumgehalten gemeten. Dit wijst op uitspoeling van meststoffen vanuit de percelen;

### **ESF8 toxiciteit**

De uitwerking van deze sleutelfactor is gebaseerd op de toepassing van de STOWA-tool voor ESF8. Hiermee wordt de gecombineerde toxische druk bepaald van stoffen, op basis van meetgegevens van HHNK (Postma & Keizer 2018). Indien er sprake is van een verhoogde toxische druk wordt deze in de meeste gevallen veroorzaakt door verhoogde ammonium/ammoniak-concentraties. Daarnaast leidt ook de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen op veel locaties tot een verhoogde toxische druk. Met name methylpirimifos, imidacloprid, carbendazim en dimethoat zijn stoffen die vaak aan deze toxische druk bijdragen. Ook PAK's zijn in het beheergebied van HHNK verhoogd aanwezig en leiden lokaal tot een sterk verhoogde toxische druk met msPAF-waarden >10%. De metaal-concentraties spelen een ondergeschikte rol.

## **7.4 Ruimtelijk beeld en achterliggende oorzaken ESF-knelpunten**

### **Belangrijkste invloeden op het watersysteem**

De knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie die in de voorgaande paragraaf zijn benoemd, zijn in essentie terug te voeren op een beperkt aantal menselijke invloeden. De belangrijkste zijn:

1. Beïnvloeding van de waterstromen en het peilverloop en de hiervoor benodigde inrichting (watergangen en kunstwerken) en het beheer (peilbeheer, maaien en baggeren);
2. Belasting van het watersysteem met voedingsstoffen (nutriënten, N en P), zuurstofvragende stoffen (organische stof en ammonium) en toxische

stoffen (PAK's, PCB's, gewasbeschermingsmiddelen, antifoulingmiddelen, etc.).

De sleutelfactoren hebben hier een duidelijke koppeling mee.

### 7.4.1 Sleutelfactor 1 – 3

#### Overmatige nutriëntenbelasting

Knelpunten voor sleutelfactor 1 – 3 (voorwaarden voor helder en plantenrijk water) zijn eigenlijk altijd het gevolg van overmatige nutriëntenbelasting. De belangrijkste bronnen van nutriënten zijn uit- en afspoeling van meststoffen vanuit de landbouwpercelen en nutriënten vanuit 'natuurlijke' bronnen zoals veenafbraak en voedselrijke kwel. Ook inlaat van voedselrijk boezemwater is voor veel watersystemen een belangrijke bron. De kwaliteit van het boezemwater wordt overigens vooral bepaald door de belasting vanuit de polders, in combinatie met lozing van RWZI's. De kwaliteit van het ingelaten rijkswater is over het algemeen goed.

Ook in de duinen worden soms zeer voedselrijke condities aangetroffen in wateren waar de belasting door vogels hoog is (guanotrofie), zoals in het Zwanenwater (duingebied Noord NHN) en in de Binnen Muy (duingebied Texel).

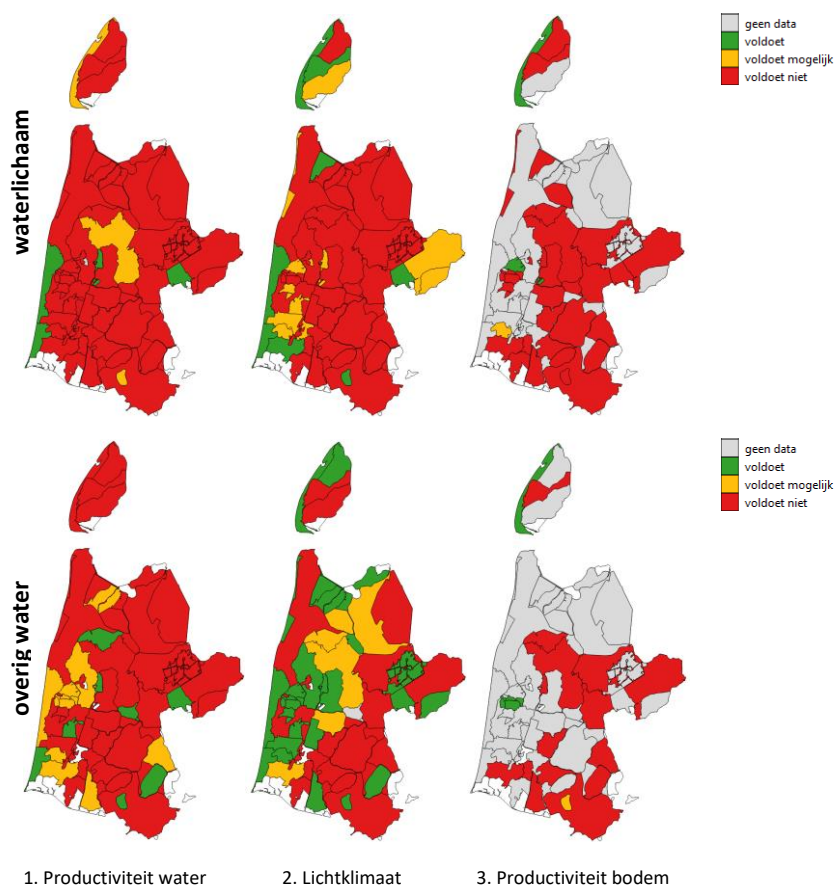
De hoge nutriëntenbelasting kan op verschillende manieren tot uiting komen: in overmatige (blauw)algengroei, in troebel water met een hoge visbiomassa of juist in overmatige groei van waterplanten en kroos. Daarmee is er een duidelijke link met ESF2, het lichtklimaat. Troebel water hangt meestal samen met een hoge algenbiomassa en/of opgewerveld slib. In de veengebieden spelen humuszuren nog een rol, in bepaalde gebieden is er sprake van troebeling door ijzerrijke kwel. De helderste omstandigheden worden aangetroffen in wateren met een zandbodem (en korte verblijftijden).

De productiviteit van de waterbodem (ESF3) wordt ook sterk bepaald door de productiviteit (belasting) van het watersysteem. Het is dus voor een belangrijk deel hierop volgend en laat, voor zover onderzocht, een vergelijkbaar beeld zien.

Figuur 7.3 geeft het resultaat van de knelpuntenanalyse ruimtelijk weer. Onderscheid is gemaakt tussen de waterlichamen en het overige water. Er zijn bepaalde patronen zichtbaar in de beoordeling van ESF1 – 3. Zo is te zien dat de situatie voor zowel de productiviteit van het water als het lichtklimaat in de waterlichamen overwegend slecht is, maar vaak wel beter is in het overige water. Hoewel het overige water soms ook helderder is en lokaal lager belast kan zijn, heeft dit voor een belangrijk deel ook te maken met het verschil in waterdiepte. In ondieper water (meestal overig water) ligt de kritische belasting hoger en komt eerder licht op de bodem voor plantengroei, waardoor ESF1 en ESF2 eerder voldoen.

Door de beoordeling voor de sleutelfactoren 1 – 3 te combineren, kunnen er enkele groepen van wateren worden onderscheiden. Deze verschillen voor wat betreft de actuele situatie en hebben verschillende potenties voor het herstel van helder en plantenrijk water. Daarop wordt in § 8.3.3 verder ingegaan.

Zoals hierboven al duidelijk werd, zijn de sleutelfactoren niet los van elkaar te zien. Zo zijn ook het peilbeheer en de inrichting (zie paragraaf 7.4.2) op verschillende manieren van invloed op zowel de belasting (via o.a. inlaat, uit- en afspoeling, kwel en veenafbraak) als op de wijze waarop de overmatige



Figuur 7.3. Knelpunten voor ESF 1 – 3. Zie tekst voor toelichting.

belasting tot uiting komt (o.a. afhankelijk van de waterdiepte, oppervlakte en verblijftijd).

### 7.4.2 Sleutelfactor 4 – 6

Knelpunten voor sleutelfactor 4 – 6 (voorwaarden voor specifieke soorten) hangen vrijwel altijd samen met de inrichting en/of het beheer dat nodig is voor het waterkwantiteitsbeheer. Een vast of dynamisch peilbeheer, een sterk versnipperd watersysteem, steile taluds, onvoldoende dieptevariatie en een intensief maaibeheer laten dan te weinig ruimte voor een gezonde ecologische ontwikkeling.

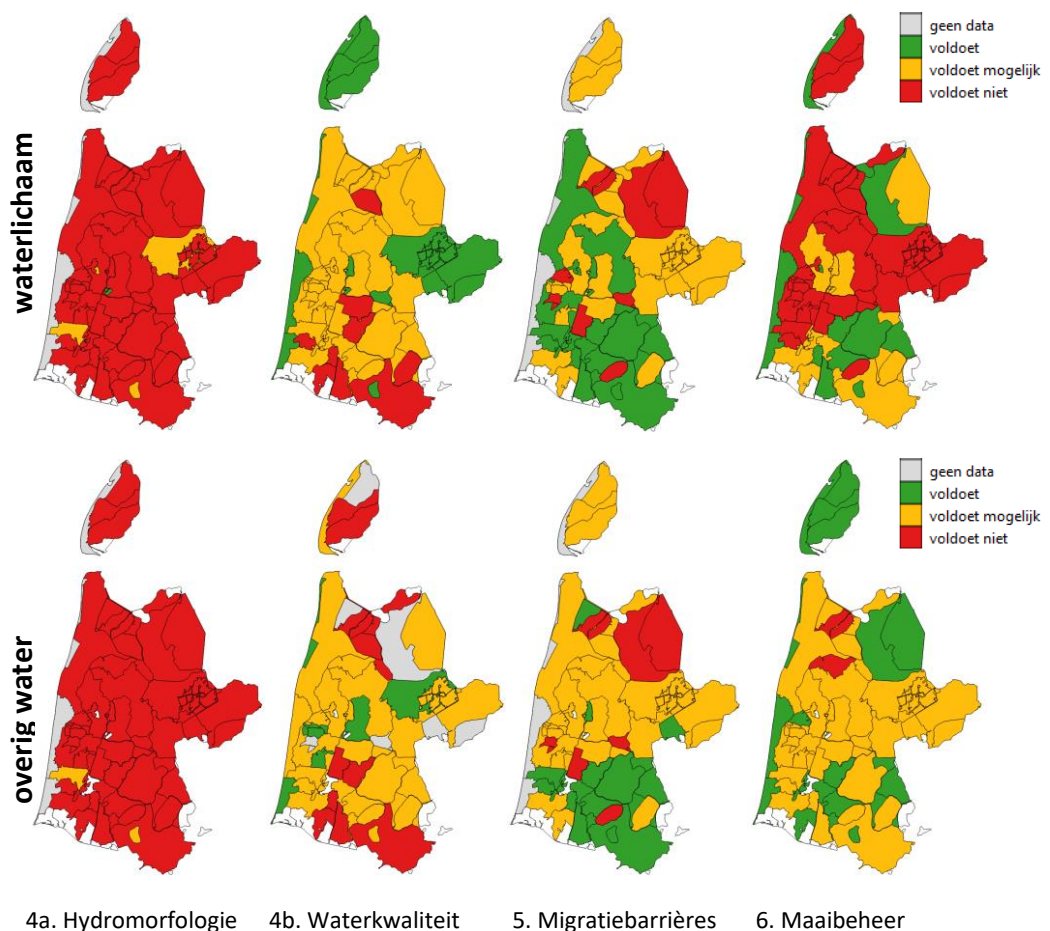
Figuur 7.4 geeft het resultaat van de knelpuntenanalyse ruimtelijk weer. De figuur laat zien dat vooral de hydromorfologie (ESF4a) vrijwel overal een knelpunt vormt, dit is het peilbeheer en de inrichting van het water. Vooral het peilbeheer scoort daarbij slecht. Zoals al eerder opgemerkt, heeft peilbeheer meerdere effecten op waterkwaliteit en ecologie:

1. Natuurlijke fluctuaties in het waterpeil verdwijnen, waardoor hiervan afhankelijke vegetaties (o.a. moerasplanten zoals riet, biezen en vele andere soorten) sterk achteruitgaan en/of verdwijnen. Dit is een direct effect van het peilbeheer;
2. Peilbeheer zorgt voor een hogere belasting met nutriënten en/of zwevend stof. Dit komt tot uitdrukking in ESF1-productiviteit en/of ESF2-lichtklimaat;

3. Peilbeheer beïnvloedt de waterstromen en zorgt daarmee voor een nivelering van de waterkwaliteit. Gebiedseigen kwaliteit en van nature aanwezige gradiënten verdwijnen. Dit komt o.a. tot uitdrukking in ESF4b-waterkwaliteit;
4. De ten behoeve van het peilbeheer benodigde kunstwerken zorgen voor een versnippering van het watersysteem. Dit komt tot uitdrukking in ESF5-migratiebarrières;
5. Ten behoeve van het peilbeheer is het nodig de watergangen te schonen. Dit komt tot uitdrukking in ESF6-maaibeheer.

**Peilbeheer grootste knelpunt**

Het grootste deel van het beheersgebied kent een peilbeheer dat ongunstig is voor de ontwikkeling van een gebiedseigen waterkwaliteit met een waardevolle ecologie. Figuur 7.4 (ESF 4a hydromorfologie) geeft dat globaal weer, in Tabel 5.3 werd reeds per gebied de verdeling van het peilbeheer over de verschillende vormen weergegeven.



Figuur 7.4. Knelpunten voor ESF 4 – 6. Zie tekst voor toelichting.

Het enige gebied waar het peilbeheer voldoet - afgezien van de duinen - is het watersysteem van de Stad van de Zon. Hier mag het waterpeil fluctueren met een forse bandbreedte. Er wordt daarmee voorkomen dat er gebiedsvreemd water moet worden ingelaten. Zelfs al kan het inlaatwater worden gedefosfaateerd, dan vormt inlaat nog een risico. Niet alleen voor fosfaat, maar ook vanwege de inlaat van sulfaat, chloride en vis. Het peilbeheer in de Stad van de Zon is ook gunstig voor de ontwikkeling van de oevervegetatie. Dat dit ook daadwerkelijk effect heeft laat de ontwikkeling van de waterkwaliteit en ecologie in dit gebied zien (o.a. Jaarsma 2013b, Schep, 2015).

In 't Twiske, de Geestmerambacht (recreatieplas), de Groot-Limmerpolder en polder Vier Noorder Koggen -2,20 is de situatie iets beter (oranje gebieden in Figuur 7.4 bij ESF 4a). Bij de eerste 3 is het peilbeheer grotendeels 'flexibel' en is dus meer ruimte beschikbaar, om rekening te houden met de waterkwaliteit. Wat dit in de praktijk precies betekent is nog niet meteen duidelijk. In het waterlichaam Vier Noorder Koggen -2,20 is het peilbeheer 'dynamisch', maar leidt dit blijkbaar niet tot veel wateraanvoer (gezien de geringe inlaat).

Van de duinen zijn geen gegevens opgenomen in de legger van HHNK.

Al met al zorgt het huidige peilbeheer ervoor, samen met de kenmerken van het gebied en de overige belastingen, dat de tegenwoordige waterkwaliteit en ecologie ver beneden de landelijke default KRW-doelstelling ligt.

### 7.4.3 Sleutelfactor 7 en 8

#### Organische belasting

Een knelpunt voor sleutelfactor 7 (voorwaarden voor een gezonde zuurstofhuishouding) hangt vaak sterk samen met de nutriëntenbelasting, omdat de bronnen (lozingen en overstorten van huishoudelijk afvalwater en uit- en afspoeling van meststoffen) grotendeels gelijk zijn. Ook hier zijn het peilbeheer en de inrichting weer van invloed op de mate waarin de belasting met zuurstofvragende stoffen tot uiting komt (o.a. afhankelijk van de windinvloed en de verblijftijd).

Naar verwachting spelen zuurstofproblemen door organische belasting op gebiedsniveau vooral een rol in poldergebieden met overwegend kleinere watergangen. Enerzijds zijn dit de meest 'gevoelige' wateren, anderzijds is hier de uit- en afspoeling en/of de directe invloed van meststoffen het grootst. Opvallend is dat in veel van deze gebieden de zuurstofgehalten vooral laag zijn in de winterperiode, tegelijk worden hoge ammoniumgehalten gemeten. Dit wijst op uitspoeling van meststoffen vanuit de percelen. In Figuur 7.5 zijn dit de roodgekleurde gebieden. In de figuur is te zien dat daar wel een patroon in lijkt te zitten en dat het vooral de gebieden op Texel en in de kop van Noord-Holland zijn.

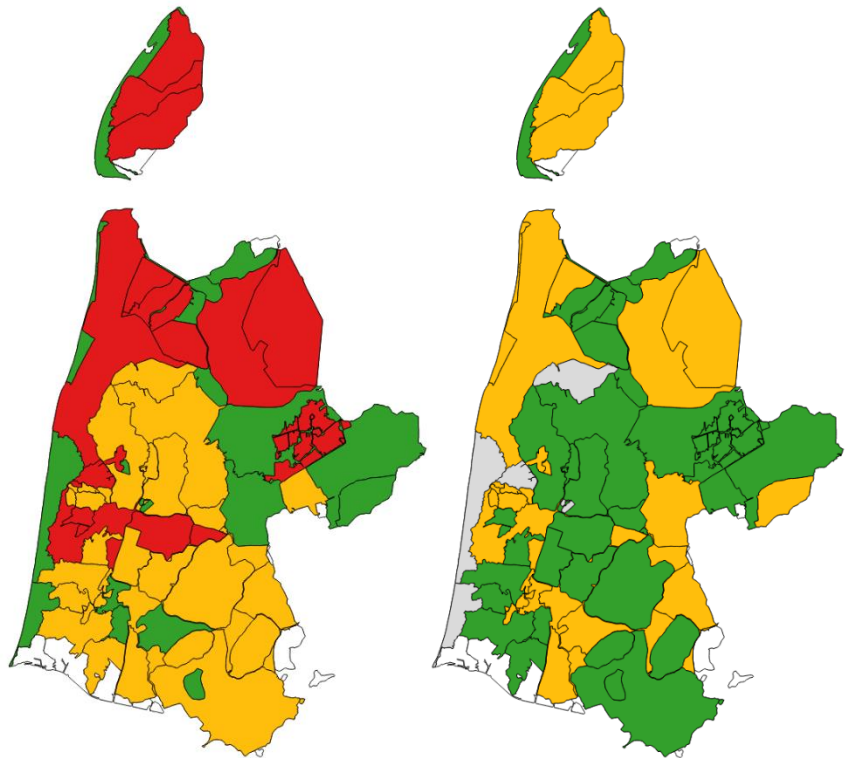
Hoge ammoniumgehalten in de zomer wijzen op afbraak in het watersysteem. Deze komen vooral voor in de veengebieden, waar interne processen (afbraak van veen en algen) dominant zijn en naar verwachting niet zozeer de externe belasting met organisch stof.

#### Toxiciteit

In 64% van de KRW-gebieden speelt de toxiciteit van milieuverontreinigingen géén rol van betekenis. In de overige 36% is gemiddeld sprake van een matig effect. In die gevallen wordt verwacht dat toxiciteit één van de factoren is, die een effect op de aanwezige levensgemeenschappen hebben (zoals bijvoorbeeld ook de voedselrijkdom en bodemsamenstelling een effect hebben). Op sommige individuele locaties is de toxische druk hoog. In die gevallen wordt verwacht dat de diversiteit van de macrofauna is verlaagd (circa 10% minder genera) (Postma & Keijzers 2018).

Indien er sprake is van een verhoogde toxische druk wordt deze in de meeste gevallen veroorzaakt door verhoogde ammonium/ammoniak concentraties. Daarnaast leidt ook de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen op veel locaties tot een verhoogde toxische druk. Met name methylpirimifos, imidacloprid, carbendazim en dimethoat zijn stoffen die vaak aan deze toxische druk bijdragen. Ook PAKs zijn in het beheergebied van HH Hollands Noorderkwartier verhoogd aanwezig en leiden lokaal tot een sterk verhoogde

toxische druk met msPAF-waarden >10%. De metaal-concentraties spelen een ondergeschikte rol (Postma & Keijzers 2018).



Figuur 7.5. Knelpunten in de KRW-gebieden voor organische belasting (ESF7, links) en toxiciteit (ESF8, rechts). Rood = knelpunt, oranje = mogelijk knelpunt, groen = geen knelpunt.

Westfriesland en de duinen scoren juist relatief goed. Overigens moet worden opgemerkt dat de hoge belastingen door vogelpoep in met name de duinplassen, niet in de analyse zijn meegenomen.

Relaties tussen toxische druk (ESF8) en het landgebruik zijn vanwege allerlei methodische beperkingen van de dataset moeilijk aan te tonen. Desondanks zijn er wel enkele meer indicatieve relaties aangetroffen. PAK-concentraties in het bebouwd gebied zijn gemiddeld 35% hoger dan bij andere vormen van landgebruik. De toxische druk vanuit gewasbeschermingsmiddelen is het hoogst bij het landgebruik 'bollen' en ook te relateren aan het aandeel dat dit landgebruik in de directe omgeving van de monitoringslocatie heeft (Postma & Keizer 2018).

De hoge ammonium/ammoniak concentraties kwamen ook bij ESF7 naar voren. Deze zijn afkomstig van lozingen en overstorten van huishoudelijk afvalwater (veelal lokaal) en uit- en afspoeling van meststoffen (op grotere schaal). In de veengebieden kunnen de ammoniumgehalten in de zomer oplopen door afbraak van organisch materiaal (veen en dode algen). De zuurgraad is van invloed op de toxiciteit, bij een hoge pH is een groot deel van het ammonium aanwezig in de vorm van ammoniak.

## 7.5 Knelpunten in relatie tot landschapstype en landgebruik

Zowel de beïnvloeding van de waterstromen als de belasting van het watersysteem met stoffen hangen sterk samen met het landschapstype en het landgebruik. Daarbij kan grofweg onderscheid worden gemaakt in de volgende gebiedsdelen, watersystemen en landgebruiksvormen:

### 7.5.1 Duinen

Alleen in de duingebieden worden nog wateren aangetroffen met een betrekkelijk oorspronkelijke hydrologie en inrichting en een lage belasting met nutriënten. Dit is echter niet overal het geval, voorbeelden van een onnatuurlijke hydrologie en inrichting zijn de infiltratiekanalen in de waterleidingduinen en in bepaalde duinwateren is sprake van een hoge nutriëntenbelasting door vogels.

### 7.5.2 Boezems

De belangrijkste functie van de boezems is de aan- en afvoer van water voor de poldergebieden, ook scheepvaart is van belang op sommige boezemdelen. De waterstromen en het peilbeheer worden dus sterk gedictieerd door vraag en aanbod vanuit de polders en de aan- en afvoermogelijkheden (vooral inlaat vanuit Markermeer en IJsselmeer en spui op de Waddenzee). De belasting wordt naast de wateraanvoer, vooral bepaald door lozing van enkele RWZI's. De kwaliteit van het aanvoerwater uit Markermeer en IJsselmeer is relatief goed, de kwaliteit van het polderwater overwegend slecht.

### 7.5.3 Polders

#### Zoutbelasting en bodemtype onderscheidend

In de poldergebieden zijn de zoutbelasting en het bodemtype (zand, klei of veen) belangrijke onderscheidende kenmerken. Deze zijn niet alleen medebepalend voor het brakarakter en de achtergrondbelasting met nutriënten, maar indirect ook voor het aandeel open water en het landgebruik:

#### Zand

Zandgronden worden vooral gevonden in een strook langs de duinen (binnenduintrand), hier wordt zoete kwel aangevoerd vanuit de duinen. Ook in het Wieringerland (Noordkop) worden zandgronden aangetroffen. In beide gevallen geldt dat het aandeel open water meestal gering is. De zandgronden hebben overwegend een lage achtergrondbelasting en er wordt relatief veel bollenteelt gevonden;

#### Klei

De kleigebieden zijn divers, hieronder vallen de meeste droogmakerijen met een bodem van oude klei en de noordelijke kleigebieden met jonge klei. De kleigebieden kenmerken zich door een gering aandeel open water. De droogmakerijen kennen na de laagveengebieden de hoogste achtergrondbelasting en het aandeel akkerbouw is groot. Een relatief groot aandeel van de waterbalans bestaat uit kwel, vooral in de diepe droogmakerijen (Wieringermeer). Deze is vaak nutriëntenrijk en soms brak. De jonge kleigebieden zijn meest in gebruik als grasland of stedelijk gebied en zijn in het algemeen lager belast, vooral die op de overgang naar duinzand.



- Veen** Laagveengebieden kennen een hoge achtergrondbelasting vanwege de afbraak van veen. Ze hebben een relatief groot aandeel open water en bestaan ze overwegend uit grasland en natuur.
- Landgebruik** Bodemtype en zoutbelasting zijn min of meer een ‘vast gegeven’, maar het landgebruik is wel in sterke mate bepalend voor de beïnvloeding.
- Stedelijk** In stedelijk gebied zijn peilbeheer en inrichting van het watersysteem gericht op het voorkómen van overlast (droge voeten). Vaak betekent dit een vrij ‘strak’ peilbeheer, maar de ‘Stad van de Zon’ laat zien dat dit ook heel anders kan door bij het ontwerp al rekening te houden met de waterkwaliteit en ecologie. De belasting is vooral afhankelijk van de inrichting van het rioolwatersysteem (gescheiden of gemengd stelsel, overstorten, regenwateruitlaten et cetera), waterinlaat en belasting vanuit natuurlijke bronnen.
- Landbouw** In landbouwgebied zijn peilbeheer en inrichting afgestemd op de landbouwfunctie (voldoende droog om te bewerken en voldoende nat voor gewassen). Voor de ecologie is dit peilbeheer eigenlijk altijd ongunstig omdat het leidt tot veel in- en uitlaat van water en tot een niet-natuurlijke peildynamiek. Met uitzondering van veengebieden is de drooglegging vaak groot. De belasting is



Figuur 7.6 In het landschap van de Stichting de Hooge Weide bij Castricum worden nog heldere en plantenrijke sloten aangetroffen (NGJ).



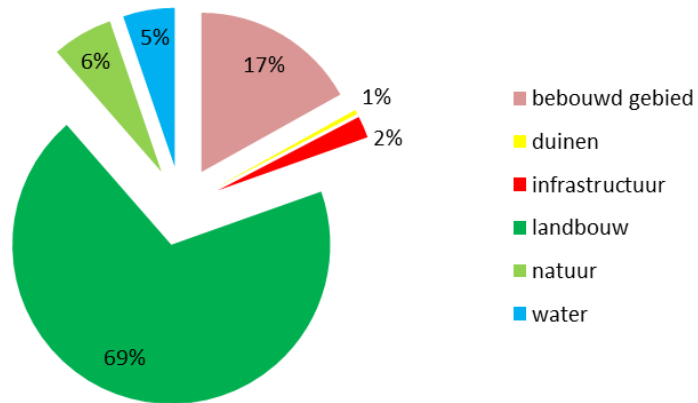
Figuur 7.7 (rechts) Het verspreiden van meststoffen is een belangrijke bron van nutriënten (NGJ).

afhankelijk van het type landbouw, de waterinlaat en de belasting vanuit natuurlijke bronnen.

- Natuur** In natuurgebieden zijn peilbeheer en inrichting afgestemd op de natuurfunctie (afhankelijk van type natuur). Vaak betekent dit wel een minder strak (flexibel) peilbeheer, maar in de veengebieden wordt een constant hoog peil met een geringe marge nagestreefd. De inlaat is vaak beperkt en de belasting is vooral afkomstig van natuurlijke bronnen.

### **Verdeling landgebruik in de poldergebieden**

In de polders is het landgebruik dus erg bepalend voor de waterstromen, het peilbeheer en de belasting met stoffen. In Figuur 7.8 is de verdeling van het landgebruik in de KRW-gebieden van de polder-waterlichamen weergegeven volgens LGN7. De boezemwaterlichamen, de boezemmeren en de duinen zijn daarbij buiten beschouwing gelaten. Grofweg is tweederde van het oppervlak in gebruik als landbouwgrond, een vijfde als bebouwd gebied en infrastructuur en de rest als water en natuur.



Figuur 7.8 Verdeling van het landgebruik in de poldergebieden van HHNK, gebaseerd op LGN7.



Karper in een ondiepe kleisloot. Hoge dichtheden van bodemvoedsel-etende karper en brasem kunnen zorgen voor een sterke opwerveling van bodemmateriaal en daardoor voor vertroebeling (NGJ).

## 8. Maatregelen

### 8.1 Inleiding

#### **Effectieve maatregelen lossen knelpunten op**

Maatregelen zijn bedoeld om de knelpunten voor de waterkwaliteit en ecologie op te lossen. Daarbij geldt vaak dat ze pas een zichtbaar effect hebben (effectief zijn) als ze een knelpunt ook daadwerkelijk in zijn geheel oplossen. Een maatregel die een knelpunt slechts gedeeltelijk oplost kan wenselijk of nodig zijn om een stap dichterbij het doel te komen, maar zal vaak geen zichtbaar effect hebben. Dit is van belang om mee te nemen bij de afweging van maatregelen en doelen.

#### **Natuurlijk, onomkeerbaar of beïnvloedbaar?**

Het beheergebied van HHNK kent een mariene historie, de invloed van zout en sulfaat is groot. Er is sprake van een hoge achtergrondbelasting, die voor een belangrijk deel samenhangt met ‘onomkeerbare ingrepen in de hydromorfologie’ uit het verleden. Echter ook de huidige menselijke invloed op het watersysteem is groot, vooral via nutriëntenbelasting en peilbeheer. Van belang is om te weten of en in hoeverre de knelpunten in de waterkwaliteit en ecologie:

- worden veroorzaakt of versterkt door kenmerken en eigenschappen die al ‘van nature’ aanwezig zijn;
- het gevolg zijn van ‘onomkeerbare hydromorfologische ingrepen’;
- het gevolg zijn van menselijke invloeden die wel ‘beïnvloedbaar’ zijn.

Voor dat laatste – wel beïnvloedbare - deel vraagt de Kaderrichtlijn water om maatregelen te nemen of die ten minste te onderzoeken.

#### **Wat is waar zinvol?**

Het gaat in dit rapport bij de uitwerking van maatregelen vooral om de denkrichting: welk type maatregel hoort bij welk knelpunt en wanneer is het nemen van een dergelijke maatregel zinvol. Daarin zit o.a. een hiërarchie, zoals die ook in de ESF's zit. Met de kennis die we in dit project hebben opgedaan van het beheergebied, wordt daar al voor (groepen van) specifieke waterlichamen en maatregelen op ingegaan. Wat is waar kansrijk en zinvol, wat niet?

#### **Gebruik maken van de natuur en natuurlijke processen**

Waar mogelijk verdient onzes inziens het gebruik maken van de natuur en het herstellen van natuurlijke processen en natuurlijke dynamiek veruit de voorkeur bij het nemen van maatregelen. Niet alleen levert dit meer op voor de ecologie, ook is er door ruimte te geven aan de natuur soms minder inspanning nodig voor wat betreft onderhoud en beheer. Enkele voorbeelden zijn:

- het creëren en benutten van de ruimte in het watersysteem om vegetatie te laten ontwikkelen in plaats van de aanleg van natuurvriendelijke oevers en het voeren van een intensief maaibeheer;
- het toestaan meer peilfluctuatie in plaats van het voorzuiveren / defosfateren van inlaatwater;
- flauwere oevers met een natuurlijke oeververdediging door vegetatie in plaats van beschoeiing.

## 8.2 Van ESF-knelpunten naar effectieve maatregelen

In Figuur 8.1 is per sleutelfactor het belangrijkste knelpunt aangegeven en worden enkele voorbeelden van maatregelen genoemd om dit knelpunt op te lossen.

### Specificering en kwantificering van de knelpunten

Vaak is het nemen van maatregelen maatwerk; wat in het ene geval effectief is kan in een ander geval weinig uithalen. Daarom is het van belang om de knelpunten zo goed mogelijk te specificeren. Dit is in de knelpuntenanalyse per KRW-gebied (zie gebiedsdocumenten) gedaan, bijvoorbeeld door voor de belasting aan te geven om welke nutriënten het gaat (P of N) en hoe groot de overschrijding van de kritische belasting is. Dit geeft al veel informatie, maar zoals de tabel laat zien zijn er in dit geval meerdere typen maatregelen mogelijk.









### Waar komt het vandaan en hoe komt het tot uiting

Om effectieve bronmaatregelen te kunnen definiëren is per KRW-gebied ook aangegeven waar de nutriënten vandaan komen. Daarnaast is aangegeven hoe het knelpunt (in dit geval de nutriëntenbelasting) tot uitdrukking komt in de biologie. Dit is van belang om het effect van alternatieve maatregelen in te schatten; zo is doorspoelen bijvoorbeeld mogelijk kansrijk in het geval van een blauwalgenprobleem.

### Bron- versus effectmaatregel

Een maatregel grijpt bij voorkeur ook in op de handeling die het knelpunt in eerste instantie heeft veroorzaakt. Bijvoorbeeld: een lozing saneren in plaats van doorspoelen met schoon water. Bronmaatregelen worden in die optiek verkend vóór effectmaatregelen, dit zal echter niet altijd mogelijk zijn. Het is echter wel het startpunt en daarom is het van belang de oorzaak van het knelpunt helder in beeld te hebben.

Figuur 8.1. Samenhang ESF-knelpunten en maatregelen

	ESF	omschrijving	belangrijkste knelpunt	mogelijke maatregelen (niet uitputtend)
	1	Productiviteit water	externe belasting met nutriënten te hoog	bron: sanering bronnen, omleiden waterstromen systeem: doorspoelen, verondiepen intern: visstandbeheer
	2	Lichtklimaat	onvoldoende licht voor plantengroei	algen: beperken externe+interne belasting overig: beperken veenafbraak, oevererosie, inwaaien etc. indien bron aangepakt: baggeren
	3	Productiviteit bodem	interne belasting met nutriënten te hoog	baggeren, afdekken met zand, binden fosfaat NB! pas zinvol nadat de externe belasting (ESF1) is aangepakt
	4	Habitat-geschiktheid	fysieke habitat of samenstelling water ongeschikt	fysiek: peilbeheer, aanleg habitats, verbinden waterdelen samenstelling water: herstel hydrologie
	5	Verspreiding	connectiviteit te laag	aanleg vispassages, verbinden waterdelen, creëren habitats
	6	Verwijdering	intensiteit en frequentie van beheer te hoog	toename areaal oever en waterplanten door: benutten overruimte, aanpassen methode en frequentie beheer waar mogelijk
	7	Organische belasting	verstoorde zuurstofhuishouding	bron: saneren bronnen effect: doorspoelen
	8	Toxiciteit	giftige stoffen voor planten en dieren	bron: saneren bronnen

## 8.3 Herstel van helder en plantenrijk water (ESF I – 3)

In deze paragraaf wordt ingegaan op typen maatregelen voor het herstel van helder en plantenrijk water en op de mogelijkheden hiervoor binnen het beheergebied van HHNK.

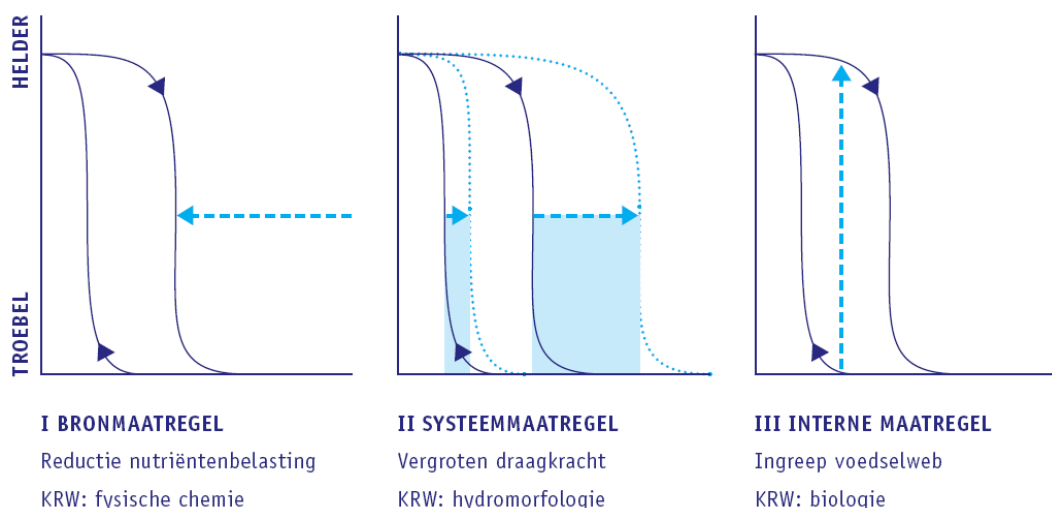
### 8.3.1 Essentie van het probleem

Knelpunten voor sleutelfactor 1 – 3 (voorwaarden voor helder en plantenrijk water) zijn eigenlijk altijd het gevolg van overmatige nutriëntenbelasting. Dit kan op verschillende manieren tot uiting komen: in overmatige (blauw)algen-groei, in troebel water met een hoge visbiomassa of juist in overmatige groei van waterplanten en kroos. Daarbij zijn ook het peilbeheer en de inrichting op verschillende manieren van invloed op zowel de belasting (via o.a. inlaat, uit- en afspoeling, kwel en veenafbraak) als op de wijze waarop de overmatige belasting tot uiting komt (o.a. afhankelijk van de waterdiepte, oppervlakte en verblijftijd).

Maatregelen om de knelpunten op te lossen zijn daarom gericht op het terugdringen van de belasting van het watersysteem tot beneden de kritische belasting. Soms kan het voor daadwerkelijk herstel nodig zijn om in te grijpen in de waterbodem of het voedselweb.

### 8.3.2 Typen maatregelen

Er zijn er verschillende maatregelen denkbaar om een hoogbelast troebel of door kroos gedomineerd water weer in de goede (heldere) toestand te krijgen. In Figuur 8.2 worden drie typen maatregelen onderscheiden, met elke een andere werkwijze, namelijk: bron- systeem- en interne maatregelen.



Figuur 8.2. Typen maatregelen voor het herstel van 'helder' water (Jaarsma e.a. 2008). Bronmaatregelen (I) brengen de belasting naar de kritische grens, terwijl systeemmaatregelen (II) de kritische grens verhogen. Interne maatregelen (III) zorgen voor een omslag naar helder water. Zie tekst voor toelichting.

### **Type I: bronmaatregelen**

Kort gezegd is het eerste type maatregel bedoeld om de nutriëntenbelasting zelf te reduceren, dit zijn de bronmaatregelen. Om een effect te mogen verwachten van belastingreductie moet de belasting tot onder de kritische grens worden gebracht. In de knelpuntenanalyse is het percentage belastingreductie aangegeven dat hier volgens modelberekeningen voor nodig is. Ook is de bijdrage van alle bronnen aan de belasting aangegeven. De verdere uitwerking van de mogelijkheden per gebied is maatwerk.

Het is hierbij van belang om te beseffen dat het vaak niet alleen gaat om aanpak van de bronnen zelf, maar dat de hydrologie ook een belangrijke rol speelt. Zo is bijvoorbeeld niet alleen de bemesting zelf maar ook het peilbeheer van invloed op de uit- en afspoeling van meststoffen.

### **Type II: systeemmaatregelen**

Een tweede type maatregel is bedoeld om het watersysteem minder gevoelig te maken voor de nutriëntenbelasting. Voorbeelden hiervan zijn het verhogen van de kritische grens door het verkorten van de verblijftijd (via aanvoer van schoon water), door te verondiepen of door het beperken van de windinvloed (aanleg ondiepe zones of eilandjes). Deze maatregelen zijn vaak aanvullend op een belastingreductie.

### **Type III: interne maatregelen**

Het derde type maatregel komt pas in beeld als maatregelen van Type I en II ervoor zorgen dat de belasting onder de kritische grens komt. Deze maatregel behelst een ingreep in het voedselweb en moet ervoor zorgen dat het watersysteem 'omslaat' van troebel naar helder. Vaak gaat dit niet vanzelf omdat er sprake is van een 'erfenis' uit het hoog belaste verleden, zoals een hoge visbiomassa. Visstandbeheer is daarom een bekend voorbeeld van een dergelijke maatregel, maar ook introductie van driehoeksmosselen of het baggeren of afdekken van een opgeladen waterbodembodem kan worden gezien als interne maatregel (zie kader quick-scan kwaliteitsbaggeren).

### **Doorspoelen**

Wanneer het niet mogelijk is om met bovenstaande maatregelen de belasting voldoende te reduceren, kan nog worden overwogen om door te spoelen. Dit kan wenselijk zijn om bijvoorbeeld blauwalgenproblemen te bestrijden en is vooral effectief wanneer de verblijftijd wordt verkort tot slechts enkele dagen. Dit moet worden gezien als een effectmaatregel.

## **8.3.3 Mogelijkheden voor het herstel bij HHNK**

De belasting met nutriënten (ESF1) is vrijwel overal een probleem. De belangrijkste bronnen zijn uit- en afspoeling van meststoffen vanuit de landbouwpercelen en nutriënten vanuit 'natuurlijke' bronnen zoals veenaafbraak en voedselrijke kwel. Ook inlaat van voedselrijk boezemwater is voor veel watersystemen een belangrijke bron. De kwaliteit van het boezemwater wordt vooral bepaald door belasting vanuit de polders en door lozing van RWZI's.

Positieve uitzonderingen zijn Heerhugowaard Stad van de Zon, polder Oosterdal, Oosterpolder en delen van de duingebieden. Overigens worden ook in de duinen soms zeer voedselrijke condities aangetroffen in wateren waar de belasting door vogels hoog is (guanotrofie), zoals in het Zwanenwater (duingebied Noord NHN) en in de Binnen Muy (duingebied Texel).

### QUICK-SCAN KWALITEITSBAGGEREN

De waterbodem beïnvloedt de waterkwaliteit op verschillende manieren. Die invloed is vaak groot, vooral in ondiepe (tot enkele meters diepe) wateren, zoals de meeste zoete en brakke oppervlaktewateren in Nederland.

#### Is bodem een probleem?

In deze context vormt de waterbodem mogelijk een probleem voor de waterkwaliteit en ecologie wanneer:

1. De waterbodem de waterchemie negatief beïnvloedt, omdat deze:
  - a. veel nutriënten nalevert;
  - b. veel zuurstof vraagt of;
  - c. toxisch is (geldt niet alleen voor microverontreinigingen, maar ook voor sulfides en ammonium);
2. De fysische eigenschappen van de waterbodem ongunstig zijn, omdat het:
  - a. een ongeschikt (te slap) substraat vormt voor waterplanten;
  - b. leidt tot sterke vertroebeling door opwerveling van slibdeeltjes
  - c. De waterdiepte te gering is als gevolg van baggerophoping (dit wordt grotendeels ondervangen in de legger).

#### Is baggeren positief?

Wanneer mag een duurzaam positief effect van baggeren worden verwacht? In veel gevallen zal baggeren een positief effect hebben op de waterkwaliteit, in ieder geval tijdelijk. Dit komt omdat één of meer van bovengenoemde factoren positief wordt beïnvloed, bijvoorbeeld doordat de nalevering van nutriënten afneemt, de zuurstofvraag afneemt of de vertroebeling door opwerveling afneemt. Er zijn echter ook gevallen bekend waarbij het effect negatief is, bijvoorbeeld omdat de onderliggende bodemlaag slechter is dan de toplaag. In hoeverre er een merkbaar positief effect optreedt en ook gedurende enige tijd aanhoudt, hangt van verschillende factoren af.

#### Duurzaam positief effect verwacht?

Van kwaliteitsbaggeren mag een merkbaar (en duurzaam) positief effect worden verwacht wanneer:

- a. De waterbodem de belangrijkste bron van nutriënten, toxische stoffen of zuurstofproblemen is (interne belasting veel groter dan de externe belasting);
- b. De onderliggende waterbodem "schoon" is, stevig is en er op voldoende diepte gebaggerd kan worden;
- c. De oorzaken van (snelle) baggervorming zijn opgelost.

De bovenstaande criteria zijn voor HHNK uitgewerkt in de quick-scan voor de prioritering van onderzoek naar potentiële locaties voor kwaliteitsbaggeren (Jaarsma 2016).

---

#### Groepen op basis van belasting en helderheid

##### → mogelijke maatregelen

De knelpuntenanalyse maakt het mogelijk een onderscheid te maken in de volgende groepen van waterlichamen:

1. Laag belaste, heldere en plantenrijke wateren. Dit zijn de Stad van de Zon, waterdelen Westerduinen / PWN en waterdelen duingebied Zuid NHN. In deze wateren zijn er geen knelpunten voor ESF 1 – 3 en dus in principe geen maatregelen nodig. Van belang is wel om de vinger aan de pols te houden.;
2. Laag belaste wateren die (deels) in een troebele toestand verkeren. Dit zijn polder Oosterdel, Oosterpolder, Geestmerambacht, waterdelen duingebied Noord NHN + en waterdelen duingebied Texel.
  - a. In polder Oosterdel, Oosterpolder en Geestmerambacht (recreatieplas) lijkt de belasting voldoende laag, maar laat de huidige waterkwaliteit zien dat het systeem nog niet op orde is. Naar verwachting staan de waterbodem en/of de visstand het herstel nog in de weg. In een dergelijke situatie zijn ingrepen in het watersysteem zelf (**type III: interne maatregelen**) kansrijk. Mogelijk dat baggeren in combinatie met visstandbeheer in de

eerste beide watersystemen effectief is, de mogelijkheden hiervoor zouden nader moeten worden onderzocht. Afwachten is ook een optie, maar de troebele toestand kan langdurig stand houden, vooral in watersystemen met een voedselrijke bodem en lange verblijftijden. Geestmerambacht is na de afsluiting van de boezem sterk verbeterd. Echter in de diepe delen is de situatie nog niet goed. Hier lijken de problemen echter vooral nog een erfenis van het verleden, al dan niet in combinatie met brakke invloeden (sulfaat). Er is nader onderzoek nodig alvorens er iets kan worden gezegd over maatregelen.

- b. In de duingebieden zijn het vooral de vogels, in het bijzonder aalscholvers, die lokaal (in de grotere wateren) voor zeer hoge belastingen zorgen. Om de nutriëntenbelasting onder de kritische grens te brengen is het nodig de belasting door vogels te verminderen (**type I: bronmaatregelen**). Maatregelen om de kritische belasting te vergroten (het systeem robuuster te maken, type II) liggen niet voor de hand. Duinplassen kennen overigens een grotendeels natuurlijke hydrologie met een behoorlijke peildynamiek. Dit kan het effect van de hoge belasting al deels ondervangen, zo kan het periodiek droogvallen van delen van de plassen een positief effect hebben op de nutriëntenhuishouding (o.a. via afbraak van organisch materiaal en binding van P), maar biedt het vooral ook kansen voor pioniersoorten zoals kranswieren;
3. Hoog belaste wateren die desondanks betrekkelijk helder zijn. Dit zijn Alkmaardermeer, waterrijk 't Twiske, waterdelen de Schermer-Zuid, waterdelen polder Drieban, waterdelen Anna Paulownapolder hoog, waterdelen polder Eijerland +, waterdelen Gemeenschappelijke polders +, waterdelen Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder +, waterdelen Groot-Limmerpolder +, waterdelen Verenigde polders +. In deze wateren zijn de omstandigheden dusdanig, dat de hoge belasting maar ten dele tot uitdrukking komt in troebel water. Vaak is de toestand voor de waterkwaliteit en ecologie dan ook beter dan verwacht. Redenen kunnen zijn: korte verblijftijden, een zandbodem, ondiep water of bezinking van zwevend materiaal in diepe delen. In hoeverre welke maatregelen effectief zijn verschilt per gebied. In de gebiedsdocumenten wordt daar per watersysteem op ingegaan;
4. Hoog belaste troebele wateren met een hoge biomassa aan algen in het water (fytoplankton). Dit zijn vooral de laagveengebieden en de Wieringermeer. In deze wateren ligt de belasting met nutriënten ruim boven de kritische grens, daarom moet als eerste worden gedacht aan een forse belastingreductie (**type I: bronmaatregelen**). De hoge belasting komt namelijk ook daadwerkelijk tot uitdrukking in hogere algenbiomassa's in de waterkolom<sup>10</sup>. In het algemeen geldt dat maar een beperkt deel van de nutriënten tot uitdrukking komt in fytoplanktongroei (Bijkerk & Van Dam 2014). Bij de waargenomen fosfaatgehalten zou dit veel hoger kunnen zijn;

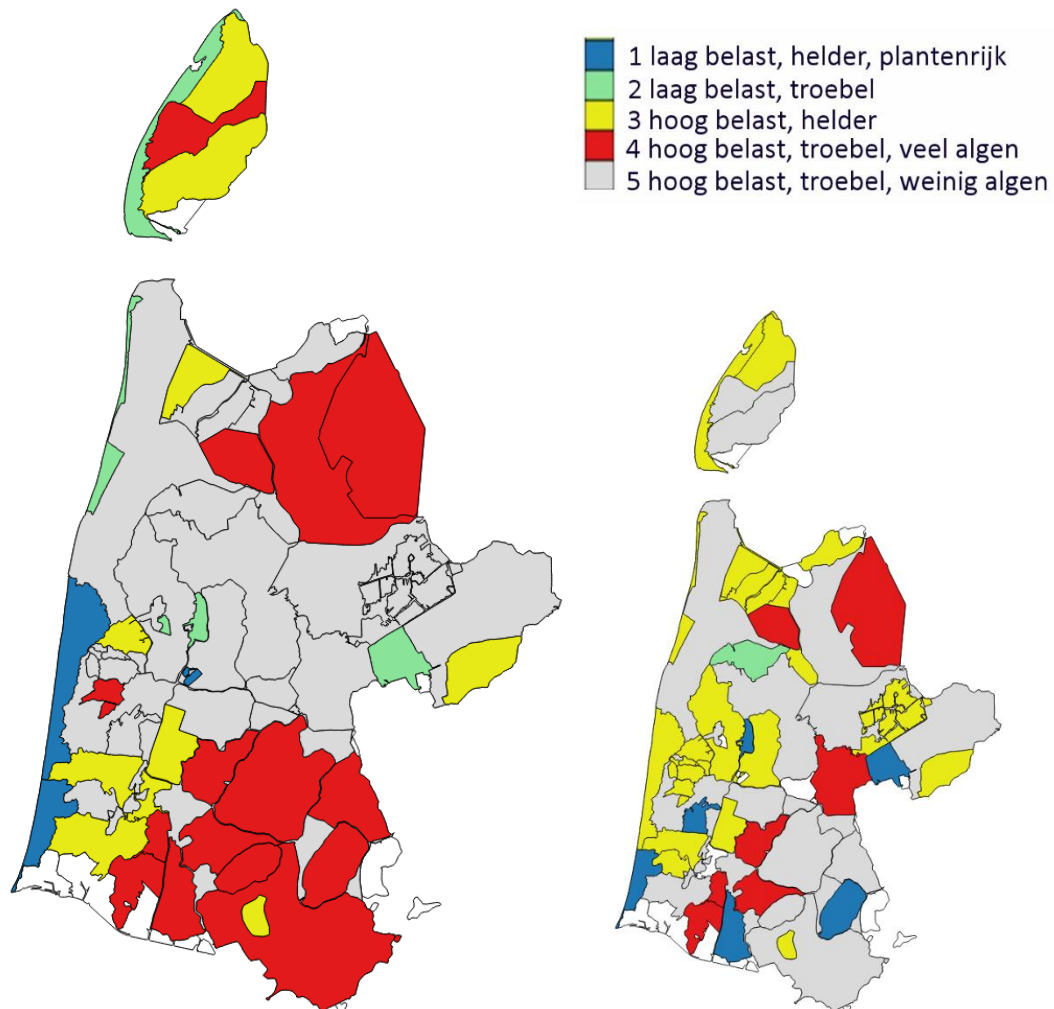
---

<sup>10</sup> Er is een grens aangehouden van een zomergemiddelde chlorofyl-a gehalte van 75µg/l, dit komt ordegrrootte overeen met het maximale chlorofyl-a gehalte bij een fosfaatgehalte van 0,1 mg P/l. Een dergelijk chlorofylgehalte is in absolute zin vrij hoog en lijkt in de dataset de wateren met relatief lage algenbiomassa's te onderscheiden van die met hogere biomassa's



5. Hoog belaste troebele wateren met een lage tot matige algenbiomassa. In deze groep zitten overwegend wateren met klei- en zavelbodems. Het water is troebel en de belasting hoog, maar is de algenbiomassa laag tot matig hoog (chlorofyl-a < 75µg/l). Desondanks komt de hoge belasting wel tot uitdrukking in troebel water en vaak in hoge visbiomassa's. Ook hier moet als eerste worden gedacht aan een forse belastingreductie (**type I: bronmaatregelen**).

De groepen zijn ruimtelijk weergegeven in Figuur 8.3. Onderscheid is gemaakt tussen de hierboven beschreven situatie voor het waterlichaam en die van het overige water (niet besproken). In het overige water is de situatie in een aantal gevallen wat beter, er zijn meer gebieden die in 'heldere' groepen 1 en 3 worden ingedeeld. Vaak is het 'overige water' wat kleiner en ondieper dan het waterlichaam. Dit betekent dat er bij dezelfde belasting wat eerder voldoende licht is voor plantengroei, en het als helder wordt gekarakteriseerd. Iets dergelijks geldt ook voor beide groepen van troebele wateren. In de kleinere en ondiepere watergangen zijn de omstandigheden niet gunstig voor fytoplanktongroei. De troebele wateren zitten daarom vooral in groep 5.



Figuur 8.3 Onderscheiden groepen op basis van belasting en chlorofyl-a. De grote figuur links geeft de situatie weer voor het waterlichaam, rechts die voor het overige water. Zie tekst voor toelichting.

## 8.4 Maatregelen voor specifieke soorten (ESF 4 – 6)

In deze paragraaf wordt ingegaan op typen maatregelen voor specifieke soorten en op de mogelijkheden hiervoor binnen het beheergebied van HHNK.

### 8.4.1 Essentie van het probleem

Voor een gezond water met een diverse levensgemeenschap is meer nodig dan alleen helder water. Soorten stellen bepaalde eisen aan de plaats waar ze voorkomen, het leefgebied of *habitat*. Zo kunnen planten een standplaats hebben op een natte oever, in ondiep of juist vrij diep water, kunnen zaden van bepaalde soorten droogval nodig hebben om te kiemen of komen bepaalde soorten alleen voor bij een bepaalde waterkwaliteit (zout, zuurgraad, kalkrijkdom). Dieren zijn vaak weer afhankelijk van de structuur die de vegetatie biedt en stellen ook eisen aan o.a. waterdiepte, zoutgehalte, zuurgraad en zuurstof (ESF7). Belangrijk is ook dat soorten in bepaalde levensstadia of jaargetijden gebruik maken van verschillende habitats, bijvoorbeeld vis heeft gedurende zijn leven paai-, opgroei- en leefgebied nodig.

Sleutelfactoren 4 – 6 gaan over de aanwezigheid van habitats voor soorten. In het algemeen kan worden gesteld dat hoe groter de diversiteit aan habitats is, hoe meer soorten er kunnen voorkomen. In een troebel, beschoeid water is bijvoorbeeld weinig habitatvariatie en zal de diversiteit van de levensgemeenschap veel lager zijn dan in een helder water met ondiepe en diepe zones en een natuurlijke oever.

#### Aantasten, afwezig zijn of onbereikbaar worden van leefgebied

Als knelpunten voor ESF 4 – 6 worden hier gezien: “kenmerken en invloeden waardoor de habitats die in een ‘goede toestand’ in het watersysteem aanwezig zijn, worden aangetast, afwezig zijn of onbereikbaar worden”.

De term ‘goede toestand’ is hierbij geïnterpreteerd als ‘geschikte omstandigheden voor de soorten die in een dergelijk watertype (volgens de KRW) mogen worden verwacht’. Daarbij is al rekening gehouden met de specifieke omstandigheden in het watertype. Zo worden in kunstmatige watertypen als sloten en kanalen andere, vaak minder kritische, soorten verwacht dan in natuurlijke watertypen. De soorten die per KRW-watertype mogen worden verwacht zijn beschreven in Van der Molen e.a. 2014, 2018)..

Knelpunten voor de sleutelfactoren 4 – 6 (voorwaarden voor specifieke soorten) hangen vrijwel altijd samen met de inrichting en/of het beheer dat nodig is voor het waterkwantiteitsbeheer. Een vast of dynamisch peilbeheer, een sterk versnipperd watersysteem, steile taluds, onvoldoende dieptevariatie en een intensief maaibeheer laten dan te weinig ruimte voor een gezonde ecologische ontwikkeling.

### 8.4.2 Maatregelen

#### Peilbeheer

Het herstel van een natuurlijke peildynamiek is een ingrijpende maatregel die, uitgaande van de huidige functies en gebruik, op het niveau van een heel KRW-gebied nergens mogelijk is. Wel zijn er lokaal mogelijkheden en kunnen er op termijn kansen ontstaan bij veranderingen in functie en gebruik.

### Kansen peilbeheer bij nieuwe ontwikkelingen en in geïsoleerde peilgebiedjes

In het geval van nieuwe ontwikkelingen, zoals de aanleg van een woonwijk, bedrijventerrein of nieuwe natuur, is wel veel mogelijk zoals de Stad van de Zon laat zien! Ook lokaal, op kleine schaal of in kleinere peilgebiedjes liggen kansen. Tijdens de veldbezoeken werden we soms sterk verrast doordat er een helder en plantenrijk pareltje lag, midden in een gebied met een overigens matige tot slechte kwaliteit. Voorbeelden zijn sloten die zijn afgekoppeld van het hoofdwatersysteem, een hoger peil hebben, vooral worden gevoed door neerslag en waarschijnlijk een behoorlijke peilfluctuatie hebben (bijv. fietspadsloten, Figuur 8.4). Ook de slotgracht van Fort Markenbinnen is een mooi voorbeeld, hier is het water zeer helder en worden grote hoeveelheden Bronmos gevonden (Figuur 8.5) Dit soort voorbeelden laat zien dat zelfs in gebieden met een hoge (achtergrond)belasting de potenties aanwezig zijn. Hiervoor is echter een peilbeheer nodig dat is gericht op het vasthouden van neerslag en zoete kwel en het tegengaan van de aanvoer van voedingsstoffen en sulfaat, via oppervlaktewater en grondwater.



Figuur 8.4 (links) 'Fietspadsloot' in de Purmer (HvD)

Figuur 8.5. (rechts) Helder water met bronmos in de slotgracht van fort Markenbinnen (NGJ).

### Inrichtingsmaatregelen: o.a. NVO's en ondiepe zones

Veel wateren kennen beschoeide oevers of steile taluds en zijn overwegend te diep voor plantengroei. Inrichtingsmaatregelen zoals de aanleg van flauwe taluds en ondiepe zones door een betere benutting van de ruimte in het water of door de aanleg van extra water, kunnen deze knelpunten deels oplossen.

De aanleg van natuurvriendelijke oevers is één van de meest uitgevoerde KRW-maatregelen. De resultaten hiervan zijn wisselend (Figuur 8.6). De ontwikkeling van een structuurrijke en soortenrijke oevervegetatie is namelijk ook afhankelijk van het peilbeheer en de nutriëntengehalten. De beste kansen zijn er bij een flexibel of natuurlijk peil en lage nutriëntengehalten. Maar ook in voedselrijke situaties kan de omvorming van een beschoeide of kale oever, naar een met riet en kruiden begroeide oever, al een enorme ecologische verbetering geven. De vegetatie vormt een habitat voor vissen als snoek en voor macrofauna. Ook kan een begroeide oever een sterk positief effect hebben op de helderheid (minder oeverafkalving, invangen zwevend stof).

### Meer open water, waterberging

Kansrijk is ook een koppeling met bijvoorbeeld waterberging (Figuur 8.7). In waterbergingsgebieden zijn vaak mogelijkheden voor de ontwikkeling van bepaalde ecologische waarden (o.a. moeras, paaiplekken voor vis). Wanneer dit functioneel onderdeel wordt van het watersysteem, kan dat een meetbaar gunstig effect hebben op waterkwaliteit en ecologie. Daarnaast is het vergroten van het wateroppervlak gunstig, zo reageert een watersysteem met meer open water in het algemeen minder sterk op neerslagoverschotten en –tekorten. Hierdoor hoeft minder te worden uitgemalen en ingelaten.



Figuur 8.6 (links) Natuurvriendelijke oever met veel Waterkers in de Neksloot te Heemskerk (HvD).



Figuur 8.7 (rechts) In de aanvoerwatergang van gemaal De Wijde Wormer is extra wateroppervlak gerealiseerd (NGJ).

### Aanpassen maaibeheer

Het maaibeheer is in veel gebieden intensief en het maaisel wordt lang niet altijd afgevoerd. De vegetatie in het water kan zich daardoor niet goed ontwikkelen en de oevers worden verrijkt en vaak gedomineerd door ruigtekruiden, ESF6 is dan een knelpunt.

In het algemeen geldt dat minder intensief maaien en het afvoeren van maaisel een gunstig effect hebben op de waterkwaliteit en ecologie. Dit is echter maatwerk, in de gebiedsdocumenten is naast de overruimte ook het huidige maaibeheer per gebied weergegeven.

### Benutten overruimte

In plaats van de aanleg van natuurvriendelijke oevers, is het benutten van overruimte een maatregel met een in potentie veel grotere reikwijdte! HHNK heeft voor de watersystemen in het beheergebied de zogenaamde ‘overruimte’ in het watersysteem bepaald. Dat is kort gezegd de extra ruimte die beschikbaar is boven op de ruimte die nodig is voor het kwantiteitsbeheer. Deze ruimte kan worden benut om vegetatie te ontwikkelen. Soms volstaat een minder intensief maaibeheer al om dit te realiseren. In veel gebieden is veel ruimte aanwezig, in de gebiedsdocumenten wordt daar per gebied specifiek op ingegaan. Door deze maatregel kan naar verwachting een groot areaal aan vegetatie worden ontwikkeld, voor een fractie van de kosten van de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Wellicht kan zelfs worden bespaard op beheer.

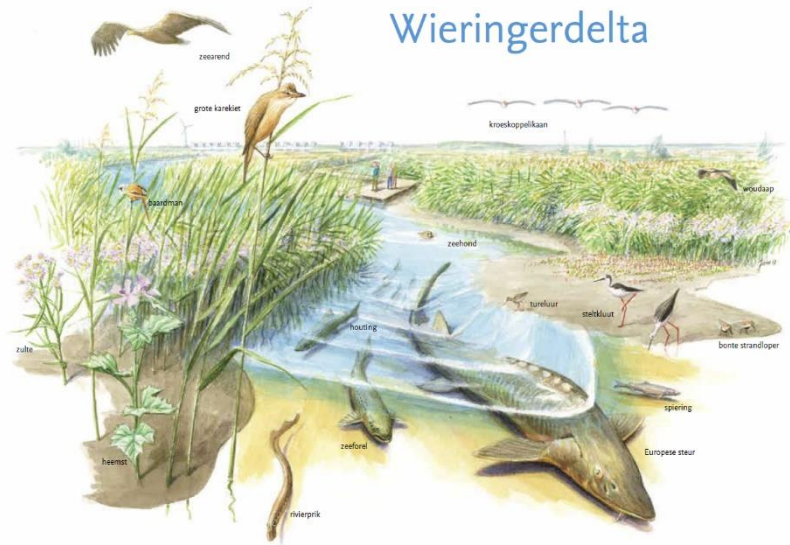
### Opheffen migratiebarrières

Belangrijke maatregelen om de knelpunten in de connectiviteit (ESF5) op te lossen zijn de aanleg van vismigratievoorzieningen of een aangepast beheer van kunstwerken. Er is onderscheid gemaakt in zoet-zout verbindingen en verbindingen tussen zoete wateren zoals polder en boezem. In de betreffende gebiedsdocumenten wordt er op de specifieke situatie ingegaan.

Er is de laatste jaren al veel aandacht voor deze problematiek, HHNK heeft al veel gemalen visvriendelijk gemaakt. En door een visvriendelijk spuibeheer (Den Helder) kan vis intrekken en kan een geleidelijke zoutgradiënt worden gecreëerd. Er zijn op dit moment diverse ontwikkelingen op het vlak van zoet-zout migratie, onder andere de vismigratierivier (Afsluitdijk) en ideeën over zoet-zoutverbindingen in de kop van Noord-Holland zoals de Wieringerdelta (Figuur 8.8, Van Dam e.a. 2020c) en een Noord-Hollandse ‘vismigratierivier’ (Van Dam e.a. 2020a).

We hebben in deze studie gekeken naar knelpunten in de connectiviteit op basis van de ons beschikbare gegevens van de huidige situatie. Belangrijke bronnen zijn de meest recente data van de visstand en de beschikbare GIS-data van het watersysteem. We hebben geen uitgebreide inventarisatie

gemaakt van de reeds gerealiseerde maatregelen of lopende initiatieven. Sommige knelpunten kunnen dus al zijn opgelost.



Figuur 8.8 Impressie Wieringerdelta (Blom e.a. 2018).

### **Brak: zoet-zout verbindingen**

Voor wat betreft de in het gebied aanwezige zoet-zout overgangen geldt dat deze abrupt zijn en niet of maar beperkt passeerbaar zijn voor vis. Daarnaast is het achterliggende water is overwegend licht brak, te zout voor de meest kritische zoetwatersoorten en te zoet voor veel brakwater- en mariene soorten. De visstand laat dat ook zien, er zijn weinig brakwater- en mariene soorten en de diversiteit aan zoetwatersoorten is gering. Eurytope en zouttolerante soorten als brasem, karper en snoekbaars zijn dominant. De KRW-toetsing van de visstand laat het gebrek aan goede zoet-zoutverbindingen ook duidelijk zien.

In brakke wateren zijn de connectiviteit (zoet-zout) en het zoutgehalte vaak bepalender voor de ecologie dan de nutriëntenbelasting. Maatregelen voor een verbetering van zowel de connectiviteit als het zoutgehalte in brakke wateren, moeten zich daarom richten op een robuuste, vispasseerbare en geleidelijke zoet-zout gradiënt. Daarbij is er ook aandacht nodig voor de inrichting; zowel diversiteit aan habitats als een voldoende groot watervolume zijn belangrijk.

### **Zoet: interne connectiviteit**

Voor zoete wateren zijn knelpunten voor de 'interne' connectiviteit geïdentificeerd door te beoordelen of er in het watersysteem zelf voldoende ruimte en habitatvariatie is voor een diverse, zichzelf instandhoudende vispopulatie. Daarvoor is gekeken naar de mate van versnippering, de peilvakgrootte en de huidige visstand.

In de boezems en in de meeste veengebieden zijn grote aaneengesloten waterdelen aanwezig, hier is de 'interne' connectiviteit geen knelpunt.

In de klei- en zandpolders zijn er vaak vele peilvakken en is het watersysteem sterk versnipperd. Hier werden soms ook aanwijzingen gevonden voor een onevenwichtige visstand (weinig soorten, onevenwichtige leeftijdsopbouw). In die gevallen is het watersysteem waarschijnlijk te klein, te weinig divers en/of te instabiel voor een gezonde visstand (en mogelijk ook overige fauna en flora). Connectiviteit is dan als knelpunt gedefinieerd en maatregelen zijn mogelijk zinvol. In de gebiedsdocumenten wordt hier verder op ingegaan.

De wateren in de duinen zijn van nature meestal geïsoleerd, in die gevallen is verbinding met andere wateren juist ongewenst. Connectiviteit is daar daarom

(vrijwel) nergens een probleem. In bepaalde gevallen wateren natte duinvalleien af op zee, voorbeeld is het Mokslootgebied op Texel. Hier zijn migratievoorzieningen aangelegd voor aal en driedoornige stekelbaars, die ook effectief zijn ([Van der Spek 2013](#)) De effectiviteit van deze verbindingen is voor zover ons bekend echter nooit onderzocht.

### **Verbinding polder-boezem**

De verbinding tussen polder en boezem vormt voor de zoet-zout migrerende soorten paling en driedoornige stekelbaars eigenlijk altijd een barrière (en daarmee een knelpunt). De aanleg van een vispasseerbare verbinding kan dit knelpunt deels oplossen. NB! Een vispassage is geen 100% open verbinding en zal dus altijd, in meer of mindere mate, een barrière blijven vormen.

Voor de overige soorten geldt de barrièrewerking ook, maar is het belang van migratie tussen boezem en polder niet in ieder situatie gelijk. Wanneer aan weerszijden voldoende groot en habitatdivers water aanwezig is voor zichzelf in stand houdende vispopulaties, is de noodzaak voor een vispasseerbare verbinding voor deze soorten niet direct duidelijk.

## **8.5 Maatregelen specifieke omstandigheden (ESF 7 en 8)**

In deze paragraaf wordt ingegaan op typen maatregelen voor specifieke omstandigheden die samenhangen met organische belasting en belasting met toxische stoffen.

### **8.5.1 Essentie van het probleem**

In het verleden was organische belasting van watersystemen (ESF7) een groot probleem. Doordat er veel ongezuiverde lozingen op het watersysteem plaatsvonden, werd de waterkwaliteit in veel gevallen sterk negatief beïnvloed. Zelfs de grotere wateren, zoals rivieren en meren, hadden periodiek te kampen met vissterfte door lozingen van (organisch) afvalwater. In die tijd vond ook de biologische waterbeoordeling zijn opkomst. Veel van de vroegere biologische beoordelingssystemen waren primair gericht op organische belasting. De meest gebruikte soortgroep was de aquatische macrofauna.

Tegenwoordig vormt organische belasting in Nederland zelden nog een probleem op grote schaal (lees: voor een heel watersysteem). Lokaal kan het echter wel een groot effect hebben, in het bijzonder in het geval van overstorten van rioolwater op (stedelijke) watersystemen. Ook lozingen van septic tanks en IBA's op kleinere wateren in landelijk gebied, mestuitspoeling op landelijke sloten, bladval en (gecombineerde) bronnen zoals hondenpoep, vogels voeren en lokvoer voor vis, kunnen de waterkwaliteit negatief beïnvloeden.

De belasting van het watersysteem met toxische stoffen (ESF8) is een actueel probleem. Vooral de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw staat momenteel erg in de schijnwerpers. Er wordt steeds meer bekend over de effecten op het land, zo wordt de grote terugloop in de aantallen insecten deels toegeschreven aan de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Naar de effecten van toxische stoffen op waterorganismen is wel laboratoriumonderzoek gedaan. Over de (gecombineerde) effecten in het watersysteem is echter nog veel onbekend. Onderzoek hieraan is lastig en kostbaar. Ook hier geldt echter dat de effecten op de watersystemen als geheel wellicht

niet of nauwelijks waarneembaar zijn, maar dat er lokaal wel grote effecten kunnen optreden.

### 8.5.2 Maatregelen

Figuur 7.5 geeft de KRW-gebieden met knelpunten voor de sleutelfactoren organische belasting en toxiciteit weer.

#### ESF7: maatregelen

In de gebiedsbeschrijvingen wordt per gebied ingegaan op knelpunten en maatregelen. Puntbronnen zoals RWZI's, overstorten en overige lozingen kunnen afhankelijk van het effect ter plekke worden aangepakt. Voor de gebieden waar de uitspoeling van meststoffen (ammonium) een probleem is, moeten oplossingen worden gezocht in vermindering van de bemesting of vermindering van de uitspoeling door een ander peilbeheer. Discussie, conclusies en aanbevelingen.

#### ESF 8 maatregelen:

Ook hiervoor geldt dat in de gebiedsrapporten voor zover relevant wordt ingegaan op specifieke knelpunten en maatregelen. Bepalend voor de te nemen maatregelen zijn de aanwezige bronnen en stoffen.

Net als voor ESF7 geldt voor ESF8 dat ammonium de vaakst voorkomende veroorzaker is van overschrijdingen, belangrijkste bron is de uit- en afspoeling van meststoffen. Oplossingen moeten worden gezocht in een vermindering van de bemesting of vermindering van de uitspoeling door een ander peilbeheer.

Specifiek knelpunt voor ESF8 zijn de gewasbeschermingsmiddelen, deze leiden op veel locaties tot een verhoogde toxische druk. Met name methylpirimifos, imidacloprid, carbendazim en dimethoat zijn stoffen die vaak aan deze toxische druk bijdragen. Over de precieze oorzaken van de overschrijdingen is echter nog veel onzeker. Zo is onbekend is in hoeverre ze het gevolg zijn van wettelijk toegestaan gebruik of dat ze worden veroorzaakt door een onjuiste toepassing. Omdat er gemeten wordt in de grotere watergangen is de exacte herkomst niet bekend en is onbekend hoe hoog de toxische druk lokaal is. Deze aspecten verdienen meer aandacht om het probleem beter inzichtelijk te maken.

Maatregelen om de overschrijdingen aan te pakken vereisen in eerste instantie een landelijke aanpak. Het toelatingsbeleid en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is landelijk geregeld in de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb). Ook het gebruik van driftreducerende maatregelen en teeltvrije zones is wettelijk geregeld (in het activiteitenbesluit milieubeheer). Handhaving van de wettelijke voorschriften vindt plaats door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Het waterschap kan maatregelen stimuleren ter vermindering van het gebruik en de belasting van het watersysteem met gewasbeschermingsmiddelen. Dit gebeurt al via het landbouwportaal ([landbouwportaalnoordholland.nl](http://landbouwportaalnoordholland.nl)). Onder het thema 'gewasbeschermingsmiddelen' zijn in 2019 maatregelen gesubsidieerd ter voorkoming van afspoeling op erf en perceel.

Ook PAK's leiden lokaal tot een verhoogde toxische druk. Maatregelen zijn maatwerk en worden voor zover relevant in de betreffende gebiedsrapporten besproken.



De watermijt *Arrenurus batillifer* komt vooral voor in zoete, rijkbegroeide wateren met een laag nutriëntengehalte en is zeldzaam in het Noorderkwartier (Foto: David Tempelman).



Muggenlarven worden vaak gedetermineerd naar de vorm van hun kauwapparaat. Hier dat van *Polypedilum sordens*, een soort die in planten van allerlei soorten wateren leeft (Foto: David Tempelman).



## 9. Discussie

De systeemanalyse van de wateren in beheer bij HHNK is een uitgebreid traject geweest, wat meerdere jaren heeft geduurd. In die tijd zijn er veel ontwikkelingen geweest op het vlak van de ecologische systeemanalyse van oppervlaktewateren en zijn er nieuwe methoden ontwikkeld om de systemanalyses vorm te geven. Belangrijk is de ontwikkeling van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF) van de STOWA, deze hebben we zoveel mogelijk meegenomen. In § 9.1.1 wordt kort ingegaan op onze ervaringen met deze werkwijze.

Een belangrijk fundament van de systeemanalyses is het werk van HHNK en Alterra aan de water- en stoffenbalansen van de KRW-gebieden. De water- en stofstromen vormen de basis van de analyse van het ecologisch functioneren van wateren. De belasting van het watersysteem met nutriënten en de herkomst van die nutriënten is daarom zeer belangrijke informatie. In § 9.1.2 wordt hierop ingegaan, met name op de fosfaathuishouding in relatie tot de mariene historie van het gebied.

In § 9.1.3 wordt ingegaan op wat de uitgevoerde systeemanalyses hebben opgeleverd en wat er nog aanvullend of beter kan worden gedaan.

### 9.1.1 Ervaringen met de ESF-methodiek

De methodiek van de ecologische sleutelfactoren is ten tijde van dit project ontwikkeld en verder uitgewerkt door de STOWA. Voor sommige sleutelfactoren waren al methoden beschikbaar om deze te evalueren. Voor andere was deze uitwerking er nog niet, deze hebben we zelf uitgewerkt. Dit is vastgelegd in een aparte rapportage (Jaarsma & Van Dam 2020). Al met al hebben we de methodiek van de sleutelfactoren ook vooral als ‘kapstok’ gebruikt voor de analyse. Dit is een heel bruikbare aanpak gebleken.

#### **Voorwaarden en toestand**

Wat vooral helpt in het structureren van de analyse is het onderscheid in voorwaarden en toestand. De voorwaarden zijn de kenmerken van het gebied en het watersysteem en de invloeden hierop. De toestand is wat in het veld wordt gemeten. De toestand is feitelijk de resultante van de voorwaarden en ecologische processen (zie § 1.3). We proberen wat we in het veld zien te begrijpen vanuit de voorwaarden. Door dit per sleutelfactor te doen, wordt het overzichtelijk.

#### **Meerdere informatiebronnen, tools en indicatoren per ESF**

Wat ook helpt is om gebruik te maken van verschillende (onafhankelijke) bronnen van informatie per sleutelfactor. Wanneer de belasting met nutriënten hoger is dan de kritische belasting, voldoet de productiviteit van het water (ESF1) niet. Dit wordt bijvoorbeeld ook ondersteund door metingen van hoge nutriëntengehalten. Of de productiviteit ook daadwerkelijk hoog is, zou echter zichtbaar moeten zijn in de biologische indicatoren. Voorbeelden zijn een hoge algenbiomassa (chlorofyl-a), een hoge kroosbedekking, woekering van waterplanten of een hoge visbiomassa. De analyse wordt sterker naarmate de informatiebronnen en indicatoren meer en meer dezelfde kant op wijzen.

Met de voor de ESF beschikbare en door ons zelf toegevoegde set aan tools, informatiebronnen en indicatoren, was het voor de meeste sleutelfactoren goed mogelijk een analyse uit te voeren.

### **Schaalniveau: onderscheid ‘waterlichaam’ en ‘overig water’**

Wat vaak lastig blijft is het schaalniveau waarop de analyse wordt uitgevoerd. Dit geldt vooral voor de poldergebieden. De water- en stoffenbalansen zijn opgesteld op het niveau van hele KRW-gebieden. Daarbinnen is onderscheid te maken tussen het ‘waterlichaam’ en het ‘overige water’. Het KRW-waterlichaam is daadwerkelijk op kaart aangegeven en beslaat een deel van het watersysteem, vaak het hoofdwatersysteem in de polder of soms zelfs alleen de maalwatergang. Hoewel het onderscheid in ‘waterlichaam’ en het ‘overige water’ soms wel wat kunstmatig overkomt, is het verschil tussen de hoofdwatertgangen en de secundaire en tertiaire watertgangen in een polder ecologisch wel relevant. Vaak zijn de hoofdwatertgangen namelijk breder, dieper en zijn ze vaker beschoeid. De waterkwaliteit is in een afvoersituatie een soort van gemiddelde van de gehele polder, in droge perioden kan deze juist weer vooral bestaan uit inlaatwater. De overige watertgangen zijn vaak smaller, ondieper en hebben een meer eigen kwaliteit qua zoutgehalte, helderheid en nutriënten. Verder is het secundaire en tertiaire systeem vaak veel meer versnipperd door kunstwerken. Dit alles uit zich in de waterkwaliteit en ecologie. Daarom is bij de systeemanalyse, voor zover relevant en mogelijk, onderscheid gemaakt in ‘waterlichaam’ en ‘overig water’. De informatie over het waterlichaam is daarbij veelal afkomstig van data over de primaire watertgangen en van meetpunten met hetzelfde KRW-type als het waterlichaam.

In veenpolders is iets bijzonders aan de hand, hier is het KRW-waterlichaam getypeerd als M10 (veenkanalen) en bestaat het ‘overige water’ vaak uit middelgrote plassen. In boezems is het overige water te vinden in de bij het KRW-gebied behorende poldergebieden. Meren en plassen hebben (meestal) geen ‘overig water’.

### **Specifieke ecologische waarden**

Ondanks het onderscheid in ‘waterlichaam’ en ‘overig water’, doet de methode vaak geen recht aan de diversiteit die binnen een polder aanwezig is. De beste (en slechtste) situaties blijven buiten beeld. Dit is in de analyse lastig te ondervangen, maar hier is bij de gebiedsbeschrijvingen wel zoveel mogelijk rekening gehouden. Daar wordt ingegaan op de variatie in waterkwaliteit of specifieke ecologische waarden in delen van de polder. Hieruit blijkt de aanvullende waarde van de ESF-analyse en de beschrijvingen.

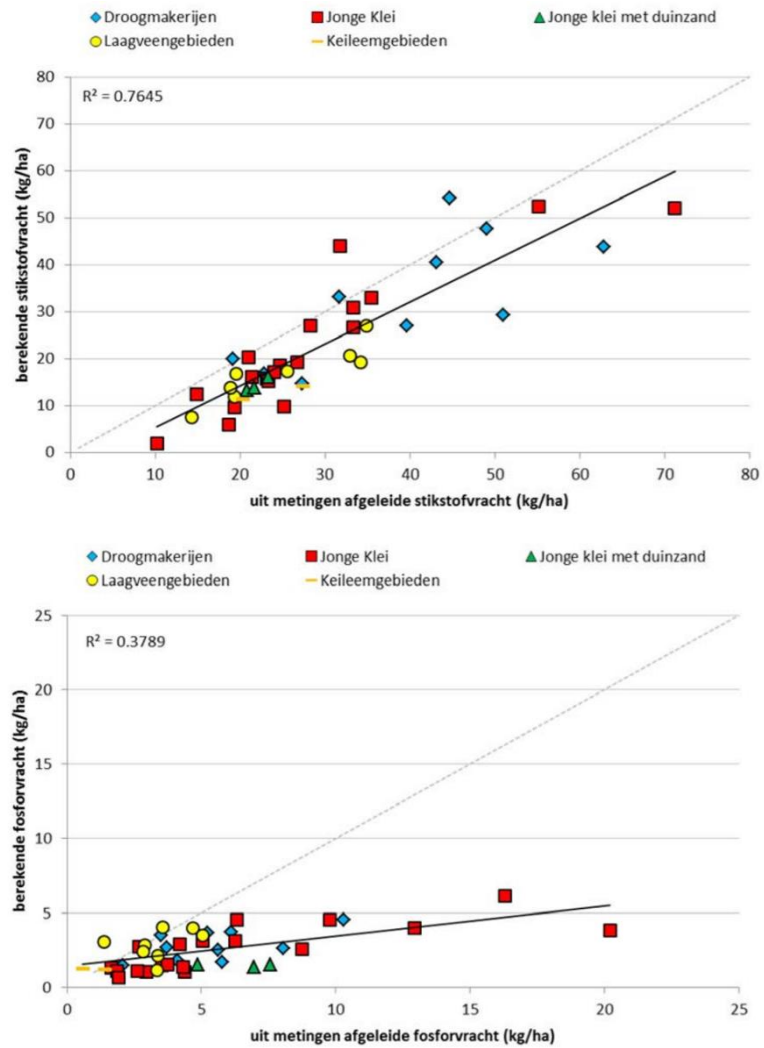
## **9.1.2 Nutriëntenbalansen en de rol van sulfaat**

### **Plausibiliteit stoffenbalans**

De door Alterra berekende nutriëntenbelasting (Van Boekel e.a. 2015) speelt een belangrijke rol in de systeemanalyse van het beheergebied van HHNK. Daarom is het van belang om te weten in hoeverre de ordegrrootte van de getallen overeenkomt met wat er in het veld wordt gemeten. Alterra heeft daar zelf naar gekeken door een vergelijking te maken tussen de berekende belasting van het watersysteem en metingen in het watersysteem (Figuur 9.1).

### **Stikstofbelasting plausibel**

De vergelijking laat zien dat er voor stikstof (bovenste figuur) een duidelijk verband is, maar dat de berekende stikstofvrucht gemiddeld ongeveer 20% lager ligt dan die welke is afgeleid van metingen. Een dergelijk verschil kan goed verklaard worden door allerlei aannames en onzekerheden en laat zien dat de berekende stikstofbelastingen plausibel zijn.



Figuur 9.1. Vergelijking tussen de uit metingen afgeleide stikstof- (boven) en fosforvracht en de berekende vracht nabij de uitstroompunten van de 42 deelstroomgebieden (Van Boekel e.a. 2015).

**Fosfaatbelasting watersysteem onderschat?**

Voor fosfaat is het verschil tussen berekend en gemeten echter vele malen groter. De berekende vracht ligt stelselmatig lager dan de uit metingen afgeleide vracht. De verschillen zijn groot, in veel gevallen wel een factor 2-5 (de uit veldmetingen afgeleide belasting is dan 2-5 keer zo hoog dan de berekende). Het lijkt er dus op dat de fosfaatbelasting stelselmatig wordt onderschat en dat er iets bijzonders aan de hand is.

**Hogere P-mobiliteit door sulfaat**

Het is zeer aannemelijk dat het verschil in ieder geval voor een belangrijk deel samenhangt met de verhoogde mobiliteit van fosfaat in (voormalig) brakke gebieden, zoals in § 5.4 is uiteengezet. Het modelinstrumentarium houdt hier, voor zover ons bekend, geen rekening mee bij de berekening van de uit- en afspoeling (land). Ook kan de retentie (vastlegging) van fosfaat in het watersysteem die Alterra heeft aangenomen (circa 35-45%), in werkelijkheid wel eens veel lager zijn. Sulfaat beperkt namelijk ook in de vastlegging van fosfaat in de waterbodem. Ook dit kan een deel van het verschil verklaren.

Van de door Alterra aangedragen verklaringen (Van Boekel e.a. 2015) voor het geconstateerde verschil, gaat een deel over onzekerheden in de modelresultaten van STONE. Bovenstaande sluit aan bij de (eerste van de) genoemde onzekerheden, te weten:

- Een te hoog ingeschatte bindingscapaciteit van de ondergrond voor fosfaat. Dit past goed bij het effect van de hoge sulfaatgehalten;
- Een *onderschatting van de bemestingsgraad voor de bollengebieden* kan wellicht ook een deel van de verschillen in de bollengebieden verklaren.

De overige verklaringen (onzekerheden in de waterbalansen en meetgegevens) zijn onzes inziens niet een afdoende verklaring voor de stelselmatige afwijkingen. Zeker niet voor de grote afwijkingen in de fosfaatbelasting.

**Laat verschil model en werkelijkheid effect sulfaat zien?**

Bij modeltoepassingen is niet per se het doel om de werkelijke situatie exact te reproduceren. Afwijkingen van de modelresultaten met de werkelijkheid kunnen juist – net als hier - laten zien dat er iets bijzonders aan de hand is. In § 6.3 wordt ingegaan op de huidige waterkwaliteit. Daar wordt ook geconstateerd dat de fosfaatgehalten in het beheergebied, ook in vergelijking met de rest van Nederland, extreem hoog zijn. De analyse van Alterra laat zien dat ze dus ook fors hoger zijn dan dat er, met de gebruikte gegevens en modelinstrumentarium, bij de huidige belasting, verwacht wordt. Daarbij is uitgegaan van modellen die gevoed zijn met bodemkenmerken die elders wel, maar voor het beheergebied van HHNK wellicht niet één op één van toepassing zijn.

**P-belasting onderschat? Hoe hier mee om te gaan?**

Bij het gebruik en de interpretatie van de analyses moet dus in het achterhoofd worden gehouden dat de berekende belastingen voor fosfaat wellicht een onderschatting zijn van de werkelijke belasting op het watersysteem. Dit heeft te maken met de kenmerken (mariene historie, hoog sulfaat) van het gebied. Het is derhalve vooral van toepassing op de post uit- en afspoeling, vaak de grootste post in de balans. Deze kan in werkelijkheid dus nóg wel eens belangrijker zijn.

Er is geen aanwijzing dat dit ook invloed heeft de herkomst van de nutriënten in de uit- en afspoeling. Met andere woorden, dat de verhouding tussen de bronnen in de uit- en afspoeling (en daarmee de verhouding natuurlijk-antropogeen) wezenlijk anders is.

In de meeste poldergebieden is, uitgaande van de balansen van Alterra, de uit- en afspoeling van fosfaat al veel hoger dan de kritische belasting. Vaak is een behoorlijk aandeel hiervan ‘natuurlijk’. Er is in de gebiedsdocumenten al geconstateerd dat om die (en andere) redenen alleen maar een merkbaar positief effect mag worden verwacht van een forse verlaging van de bemesting maar vooral van rigoureuze ingrepen in het peilbeheer.

Wanneer de fosfaatbelasting door het effect van sulfaat nóg hoger is, wordt het nog lastiger. Dit onderstreept nog eens extra het belang van het peilbeheer. Om de oxidatie van organisch materiaal te beperken en de nutriënten op het land te houden, is een hoger grond- en oppervlaktewaterpeil nodig. Voorbeelden van een ander peilbeheer in het gebied laten ook zien dat dit werkt (zie § 5.3.2).

**‘Natuurlijk’ of ‘niet-beïnvloedbaar’**

Hoewel de herkomst van de nutriënten deels ‘natuurlijk’ is, zijn de processen die leiden tot de afbraak van veen, en de uit- en afspoeling naar het watersysteem, sterk door de mens beïnvloed. Het ontginnen van het land en het reguleren van het waterpeil zijn de katalysatoren voor de afbraakprocessen. De hoge nutriënten- (en zwavel)fluxen uit de voormalig brakke veengebieden zijn in dat opzicht dus zeker niet natuurlijk. Afgesproken is echter om ontginning en ontwatering voor de KRW als onomkeerbare ingrepen te zien. Daar van uitgaande worden de bronnen als ‘niet-beïnvloedbaar’ gezien en tot de achtergrondbelasting gerekend. Wel kan hierbij de vraag worden gesteld of daar nog een grens aan zit. Zo stellen verschillende vormen van landbouw verschillende eisen aan het gevoerde peilbeheer en de mate van drooglegging, wat weer invloed heeft op inlaat, uit- en afspoeling van nutriënten en sulfaat.

### 9.1.3 Wat hebben de systeemanalyses opgeleverd?

#### **Ontsluiting data**

Een belangrijk resultaat van het project is dat een enorme hoeveelheid data, informatie, literatuur en kennis is ontsloten. Dit betreft fysisch-chemische meetgegevens van het waterkwaliteitsmeetnet, gegevens over toxische stoffen uit het gewasbeschermingsmeetnet, biologische gegevens over algen, waterplanten, macrofauna en vis uit het basismetnet waterkwaliteit, vegetatiedata van duizenden locaties van de Ecoscans, gegevens over de water- en stofstromen, gegevens over het watersysteem zoals gemalen, sluizen, stuwten, duikers, morfologische gegevens en gegevens over het peilbeheer uit de legger, data van profielmetingen in een groot deel van het beheergebied, gegevens over bodemtype, grondgebruik, overruimte, beheer uit GIS, et cetera.

Deze gegevens zijn gebundeld om samen met de veelheid aan bestudeerde literatuur een beschrijving te geven van de verschillende aspecten van het watersysteem en het gebied. Ze zijn ook gebruikt voor diverse analyses en om modellen en tools te vullen waarmee de systeemanalyse volgens de Ecologische Sleutelfactoren is vormgegeven.

#### **Naslagwerk**

De informatie is gebundeld in verschillende rapporten en bestanden en is daarmee te gebruiken als naslagwerk. Per gebied is een uitgebreide beschrijving gegeven. De ESF-detailanalyse biedt voor ieder KRW-gebied een overzicht van de kenmerken, huidige toestand en knelpunten in één A4. De achterliggende data zijn beschikbaar gesteld in overzichtelijke bestanden.

#### **Integrale analyse**

De kracht van de studie is echter de integrale analyse van informatie van verschillende herkomst. Door alles op een gestructureerde manier en in samenhang te analyseren, worden patronen duidelijk. Het is bijvoorbeeld lastig om zonder verdere context de hoge nutriëntengehalten in de wateren van HHNK te duiden. Juist door daarnaast ook modelresultaten te betrekken over o.a. de nutriëntenbelasting en de hydrologie en meetgegevens van de waterbodem, wordt duidelijk waar de hoge nutriëntengehalten door worden veroorzaakt. Of, zoals hier het geval, kan blijken dat de uitspoeling van fosfaat in het gebied afwijkt van andere gebieden vanwege de mariene historie en de hoge sulfaatgehalten. Ook wordt duidelijk dat nutriëntenbelasting alléén maar een deel van het verhaal is en dat het peilbeheer op vele manieren de effecten van nutriëntenbelasting kan versterken.

De integrale analyse van het systeem, met de sleutelfactoren als kapstok, heeft zijn meerwaarde in dit project onzes inziens daarmee ruimschoots bewezen. Vooral omdat het ook een goede basis is gebleken voor het identificeren van de knelpunten voor waterkwaliteit en ecologie.

#### **Gebiedsbreed beeld**

Met de integrale analyse per KRW-gebied en de uitwerking voor alle 51 gebieden, wordt ook een mooi gebiedsbreed beeld verkregen. Soms laat dit aardige patronen zien, zoals de verschillen tussen de laagveengebieden, de zandpolders en de kleipolders, die elk hun eigen kenmerken hebben. En binnen de kleipolders onderscheidt Westfriesland zich ook op verschillende momenten weer. Dergelijke regionale verschillen kunnen helpen bij het identificeren van gebiedsdelen waar kansen zijn om de knelpunten aan te pakken of bepaalde waarden te behouden en te versterken.



De vertakte zoetwaterspons (*Spongilla lacustris*) is in Nederland een betrekkelijk zeldzame soort van niet al te voedselrijke, heldere wateren, zoals in de Stad van de Zon. De spons ontleent energie aan het verteren van de endosymbiotische groenalgen (NGJ).



De Rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) is een invasieve exoot, die zich steeds meer vestigt in het Noorderkwartier, daar oevers ondermijnt en waterplanten wegvreet (Foto: David Tempelman).

# 10. Conclusies en aanbevelingen

## 10.1 Conclusies

Niet het voldoen aan normen, nationaal of Europees, is ons opgave, maar het stellen van serieuze, alomvattende kwaliteitsdoelen voor de langere termijn, die kunnen rekenen op een breed maatschappelijk draagvlak.

We hoeven er ook niet op te rekenen dat 'de wetenschap', ecologisch of toxicologisch, ons wel die doelstellingen aan zal reiken. Het gaat erom doelstellingen uit te dragen die iedereen kan vatten, waaraan je kunt werken, en waarbij je kunt zien en voelen of ze al dichterbij komen.

En zelden kan een waterkwaliteitsbeheerder die in zijn een-tje bereiken: daar zijn anderen bij nodig.

(Bruggeman 2018)

De belangrijkste conclusies die kunnen worden getrokken uit de systeemanalyses zijn:

- De waterkwaliteit en ecologische kwaliteit in de meeste KRW-gebieden is matig tot slecht en blijft v r achter bij de landelijke standaard (default) doelstellingen voor de betreffende watertypen. In positieve zin onderscheiden zich de Stad van de Zon en delen van de duingebieden;
- De belangrijkste knelpunten voor het bereiken van een goede waterkwaliteit zijn de hoge nutriëntenbelasting en het gevoerde peilbeheer. In combinatie met de historische en huidige mariene invloed in het gebied leidt dit vooral in de klei- en veenpolders tot zeer fosfaatrijk, hoogproductief en troebel water met een lage ecologische waarde. Gebieden met een zandbodem onderscheiden zich vaak wat positiever door een grotere helderheid en plantenrijkdom;
- Niet alleen in het water, maar ook op de oevers is de toestand vaak matig tot slecht. Een intensief maaibeheer en/of het niet afvoeren van maaisel, leidt tot verarmde of verruigde oevervegetaties. In positieve zin onderscheiden zich de duinen, de veengebieden en de meren en plassen; in het algemeen de waterrijke gebieden, waar het beheer minder intensief is;
- Naast de Stad van de Zon en de duingebieden, zijn de potenties voor een goede waterkwaliteit het grootst in 't Twiske, Geestmerambacht (recreatieplas), polder Oosterdel en Oosterpolder. Hier is de belasting met nutriënten relatief het laagst;
- In de overige gebieden mag alleen een zichtbare verbetering van de waterkwaliteit en ecologische kwaliteit worden verwacht bij een rigoureuze vermindering van de nutriëntenbelasting in combinatie met een aangepast peilbeheer. Dit is voor een gebied als geheel alleen mogelijk in combinatie grootschalige veranderingen in landgebruik. Ook is vaak een vergroting van het aandeel open water nodig. Lokaal kan er wellicht meer. De mogelijkheden hiervoor zijn per gebied verschillend en zijn besproken in de gebiedsdocumenten;
- Ook in het beheer is meer mogelijk. Minder intensief maaien en het afvoeren van maaisel is positief voor de ontwikkeling van de oevervegetatie. De meeste winst is echter naar verwachting te behalen in het water, door gebruik te maken van de ruimte die er is voor de vegetatie (overruimte). Dit kan direct positief zijn voor de vegetatie zelf en de er van afhankelijke vis en macrofauna.



Figuur 10.1 Het peilbeheer is de belangrijkste knop in het watersysteem, óók voor de ecologische kwaliteit (HvD).

## 10.2 Aanbevelingen

De systeemanalyses hebben veel inzichten opgeleverd, maar ook enkele aspecten aan het licht gebracht die nadere aandacht verdienen. Zo wordt het peilbeheer gezien als een belangrijke, zo niet de belangrijkste, bepalende factor voor de waterkwaliteit en ecologie. De invloed van peilbeheer is complex, via beïnvloeding van de waterstromen verandert de watersamenstelling en neemt de nutriëntenbelasting veelal toe. Door een vast of tegennatuurlijk peil treden tijdelijke inundaties en/of droogval niet meer op, wat leidt tot het verlies van de daarvan afhankelijke soorten. Herstel van een (meer) natuurlijke peildynamiek kan deze knelpunten aanpakken.

Algemene kennis over de effecten van peilbeheer is wel beschikbaar, maar we weten nog te weinig van de effecten van een aangepast peilbeheer in concrete situaties. Kenmerkend voor het beheergebied van HHNK is de historische en huidige mariene invloed en de gevolgen die dit heeft voor de watersamenstelling en de nutriëntenhuishouding. De effecten van een aangepast peilbeheer kunnen hier eigenlijk niet los worden gezien, vanwege de grote invloed van het peilbeheer op de waterstromen. Gezien de complexe relaties wordt aanbevolen experimenteel veldonderzoek uit te voeren om hier meer inzicht in te verkrijgen.

In aanvulling op bovenstaande worden de volgende aanbevelingen voor nader onderzoek gedaan (deze worden verder toegelicht in Bijlage 4):

1. Nadere analyse van de nutriëntenhuishouding in (voormalig) brakke gebieden. Hierbij gaat het om de uit- en afspoeling van fosfaat in het beheergebied van HHNK, de rol van zwavel en het effect van een ander peilbeheer hierop;
2. Nader onderzoek naar het effect van (wisselende) zoutgehalten en versoeting op de ecologische kwaliteit en de rol van peilbeheer hierin;
3. Onderzoek naar de effecten van een ander maaibeheer en de mogelijkheden voor het benutten van de overruimte voor vegetatie in de watergangen. Ook hier is een duidelijke link met peilbeheer;
4. Nadere analyse van de productiviteit van de bodem (ESF3);
5. Intensivering van de monitoring van de waterkwaliteit en ecologie van de wateren in de duingebieden.



## II. Dankwoord

Wij danken de medewerkers van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Gert van Ee, Ben Eenkhoorn, Sandra Roodzand, Astra Ooms, Annette Beems, Martin Meirink, Bart Bos, Bart Kropf) en onze collega-adviseur Ronald Bijkerk (thans Bureau Waardenburg) voor de prettige samenwerking in de verschillende fasen van dit project. Simone van Dam verleende technische ondersteuning. Peter Vos (TNO) en David Tempelman (Tempelman Ecologie) stelden enkele afbeeldingen beschikbaar.



## 12. Literatuur

De hieronder geciteerde literatuur betreft niet alleen dit rapport, maar ook die uit de overige rapporten uit de serie 'Doelen op maat 4'. De lijst bevat hyperlinks naar de rapporten uit deze serie en een aantal andere rapporten, publicaties en websites.

- Abonyi, A. (2014): Phytoplankton functional group composition along the River Loire (France). Ph.D.-thesis. University of Pannonia, Department of Limnology, Veszprém. 160p.
- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink (2001): Duinvalleien (kalkarme duinen): Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van plantengemeenschappen in duinvalleien van het Waddendistrict. Indicatorsoorten 6. Staatsbosbeheer, Driebergen. 186p.
- Aggenbach, C.J.S. & A.J.M. Jansen (2004): Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in beekdalen (Twente) en natte duinvalleien in het Renodunale District (Goeree-Overflakkee). Rapport EC-LNV 2004/280-O: 106p.
- Aggenbach, C.J.S., J. Grijpstra & M.H. Jalink (2002): Duinvalleien (kalkrijke duinen): Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van plantengemeenschappen in duinvalleien van het Renodunaal district. Indicatorsoorten 7. Staatsbosbeheer, Driebergen. 178p.
- Alkmaarsche Courant (1941): De plannen voor den Eilandspolder. Alkmaarsche Courant 17 november: 4.
- Allan, F. (1855): Het eiland Wieringen en zijne bewoners. Weijtingh & Van der Haart, Amsterdam. 55p.
- Amarasinghe, U.S., R.L. Welcomme (2002): An analysis of fish species richness in natural lakes. *Environmental Biology of Fishes* 65: 327-339.
- Andela, G.M. (2000): Kneedbaar landschap, kneedbaar volk: de heroïsche jaren van de ruilverkaveling in Nederland. Thoth, Bussum. 271p.
- Anonymus (1972): Rapport voor de ruilverkaveling De Vier Noorderkoggen. Centrale Cultuurtechnische Commissie, Utrecht. 57p. + bijl.
- Anonymus (1980): Hydrobiologisch onderzoek van Waterland. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, Haarlem. 56p. + bijl.
- Anonymus [1981]: Algenontwikkeling. Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland, Edam. 124p.
- Anonymus (2018): Natuurmonumenten werkt aan hoger waterpeil in Harger- en Pettemerpolder. Persber. Groene Ruimte 11 september. 1p.
- Anthonisz, A. (1611): Chaerte van de Wieringer Waert. 1p.
- Arens, S.M. (2008): Advies t.b.v. beheerplan Natura 2000 Schoorlse Duinen. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Amsterdam.
- Arens, S.M., A.B. van den Burg, P. Esselink, A.P. Grootjans, P.D. Jungerius, A.M. Kooijman, C. de Leeuw, M. Löffler, M. Nijssen, A.P. Oost, H.H. van Oosten, P.J. Stuyfzand, C.A.M. van Turnhout, J.J. Vogels & M. Wolters (2009): Preadvies duin- en kustlandschap. Rapport DK 2009/dk113-O. Ministerie LNV, Directie Kennis, Ede. 171p.
- Arens, S.M., S.T. Leek, F.H. Everts, N.P.J. de Vries, E.J. Lammerts, A.M. Kooijman, M.E. Nijssen & B. van der Valk (2013): Geomorfologische en ecologische effecten van zandsuppleties op duinen. *De Levende Natuur* 114: 246-251.
- Arnolds, E.J.M., R. van der Meijden, F.A.C.B. Adema, E. van der Maarel & J. Mennema (1976): Standaardlijst van de Nederlandse flora. 26p.
- Arts, G.H.P., A.J.P. Smolders & J.D.M. Belgers (2007): Kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment in relatie tot de vegetatiekundige samenstelling van 60 aquatische referentiepunten: een statistische analyse. Rapport 1479. Alterra / B-ware, Wageningen / Nijmegen. 78p.
- Assema, J. van (2013): [Herstelproject Hargergat in voorbereiding](#).
- Aten, D. (1995): Plaatsingslijst van het archief van de Bergermeerpolder, 1569-1977. NL-AmrRAA-84.2.006. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 34p.
- Aten, D. (1999): Inventaris van het archief van de Vereniging van polders en oningepolderde landen onder Schoorl en Petten, 1868-1967. NL-AmrRAA-84.2.039. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 17p.
- Aten, D. (2001): Krommenie boven en onder water: de geschiedenis van de polders Krommenie en het Woud. In: H. Meijer e.a. (red.) Krommenie zeventiende-achttiende eeuw. Historisch Genootschap Crommenie, Krommenie. 88-101.
- Aten, D. (2002): Archief van de Sammerspolder 1756-1976. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar.
- Aten, D. (2004a): Archief van de Vier Gecombineerde Polders: Vier Gecombineerde Polders. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 3p.
- Aten, D. (2004b): Inventaris van het archief van de Oudburgerpolder, 1657/1965 (1966). NLAmrRAA84.2.033. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 24p.
- Aten, D. (2004c): Archief van de Noorder- Reker- en Mangelpolder: Noorder Reker- en Mangelpolder. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 3p.
- Aten, D. (2006): Alle winters onder waetter: grepen uit de geschiedenis van de Bergense polders. *Bergense Kroniek*, Themanummer 6: 6-25.
- Aten, D. (2007): Waterstaat en waterschappen ten noorden van het IJ tot 1800: een afgerond geheel. In: E. Beukers (red.) *Hollanders en het water*. Verloren, Hilversum. 23-60.
- Aten, D. (2009a): Stormenderland: canon waterstaatsgeschiedenis Holland boven het IJ 700 | 2008. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormer. 72p.
- Aten, D. (2009b): Plaatsingslijst van het archief van de Castricumerpolder, 1872-1977. NL-AmrRAA-84.2.011. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 25p.
- Aten, D. (2009c): Plaatsingslijst van het archief van de Groot-Limmerpolder. NL-AmrRAA-84.2.021. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 18p.
- Aten, D. (2009d): Inventaris van het archief van de Oosterzijpolder, 1597-1919. NL-AmrRAA-84.2.032. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 28p.
- Aten, D. (2010a): Drijven of drooghouden? Inundatie als landbouwmethode in Hollands Noorderkwartier, zestiende-negentiende eeuw. *Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis* 19: 1-14.
- Aten, D. (2010b): Plaatsingslijst van het archief van de polder De Egmondermeer, 1578-1977. NL-AmrRAA-84.2.014. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 28p.
- Aten, D. (2012a): Van water tot werelderfgoed: van droogmaking en wat vooraf ging. In: K. Bossaers & C. Missel (red.) 400 jaar Beemster 1612 - 2012. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 11-33.
- Aten, D. (2012b): Wind, stoom, diesel en stroom: vier eeuwen polderbemaling. In: K. Bossaers & C. Missel (red.) 400 jaar Beemster 1612 - 2012. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 35-47.

- Aten, D. (2012c): Rots in de branding? De Hondsbossche als grens tussen zout en zoet in historisch perspectief. *Vrienden van de Hondsbossche* 29. 38p.
- Aten, D. & P. Klompemaker (1996): Kleine Kennemer watergeschiedenis: 800 jaar mens en water in de regio Beverwijk. Waterschap Het Lange Rond i.s.m. gemeente Beverwijk, Alkmaar. 76p. + bijl.
- ATKB (2008-2017): KRW visstandonderzoek HHNK. Rapportenserie. ATKB, Geldermalsen/Waardenburg.
- Bak, A. & J.M. Reitsma (1998): Compensatie zandwinning Amstelmeer: een contra-expertise. Concept-rapport 98.013. Bureau Waardenburg, Culemborg. 32p.
- Bakker, F.J. (2018): Landschap Zaanstreek. Zaanwiki. 10p.
- Bakker, H. de & J. Schelling (1966): Systeem van bodemclassificatie voor Nederland, de hogere niveaus. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 217p.
- Bakker, J. & J. Windt (2007): Polder 'Het Grootslag' op zijn best: leven en werken van de tuinders vóór de ruilverkaveling. Tine Keemanreeks 1. Historische Vereniging Oud Stede Broec. 256p.
- Bakker, T. & C. ten Haaf (2016): Duinzoom Castricum: inventarisatie, ontwikkelingsmogelijkheden en beheer van duinrelen en binnenduinrandwater in Castricum, ontwikkelingsmogelijkheden voor natuur in de Zanderij. Ten Haaf & Bakker, Groet. 78p.
- Bakker, T.W., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff (1979): Duinen en duinvalleien, een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. Pudoc, Wageningen. 201p.
- Bakker, T.W.M. (1981): Nederlandse kustduinen: geohydrologie. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen. Pudoc, Wageningen. 189p.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal, & F.J. van Zadelhoff (2001 [2002]): Handboek natuurdoeltypen (tweede, geheel herziene editie). Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020. Expertisecentrum LNV, Wageningen. 832p.
- Ballintijn, K., E. Brinkkemper, A. Swolfs (2008): De Schaalsmeer: zilte flora in een Zaanse droogmakerij. *Tussen Duin en Dijk* 7(3): 14-16.
- Baptist, M., T. van Hattum, S. Reinhard, M. van Buuren, B. de Rooij, X. Hu, S. van Rooij, N. Polman, S. van den Burg, G. Piet, T. Ysebaert, B. Walles, J. Veraart, W. Wamelink, B. Bregman, B. Bos & T. Selnes (2019): Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2120. Wageningen University & Research, Wageningen. 19p.
- Barendregt, A., C. ten Haaf, D. van Lunsen & R. Roos (2011): 140 jaar bloemen kijken in het Zwanenwater. *De Levende Natuur* 112: 157-161.
- Barends, S., H.G. Baas, M.J. de Harde, J. Renes, R. Rutte, T. Stol, J.C. van Triest, R.J. de Vries & F.J. van Woudenberg (red.) (2010): *Het Nederlandse landschap: een historisch-geografische benadering*, 10<sup>e</sup> druk. Matrijs, Utrecht. 208p.
- Bartstra, D. (2003): Gasbronnen in Noord-Holland van 1895 tot heden. Vereniging tot Behoud van de Gasbronnen in Noord-Holland, Mid-denbeemster. 136p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010a): Stadswaterbeoordeling Beemster 2010: STOWA-beoordeling op 80 locaties. Rapport 296654. Grontmij, Amsterdam. 33p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010b): Stadswaterbeoordeling Buikslotermeer, Amsterdam, 2010. Rapport 298609. Grontmij, Amsterdam. 23p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010c): Stadswaterbeoordeling Den Helder, 2010. Rapport 296654. Grontmij, Amsterdam. 35p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010d): Stadswaterbeoordeling Langedijk, 2010. Rapport 296654. Grontmij, Amsterdam. 37p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010e): Stadswaterbeoordeling Polder Westzaan, Oostzaan e.a. 2010. Rapport 296654. Grontmij, Amsterdam. 37p.
- Beauvèsère-Storm, A. de & P. Hoekstra (2010f): Stadswaterbeoordeling Polder Assendelft, Krommenie & Wijkermeer, 2010. Rapport 298609. Grontmij, Amsterdam. 37p.
- Beekhoven, J. & H. Wijkhuizen (2015): *Herijking visie Twiske. Recreatie Noord-Holland NV, Haarlem*. 27p.
- Beekman, A.A. (1916): *Geschiedkundige atlas van Nederland: Holland, Zeeland en Westfriesland in 1300*. Nijhoff, 's-Gravenhage.
- Beekman, A.A. (1932): *Nederland als polderland* (derde druk). Thieme, Zutphen. 510p. + bijl.
- Beekman, A.A. (1948): *De wateren van Nederland aardrijkskundig en geschiedkundig beschreven*. Nijhoff, 's-Gravenhage. 283p.
- Beekman, W. & M. Dirks (1975): *Epifytische diatomeeën in Waterland een oekologische studie*. Interne Rapporten van het Hugo de Vries laboratorium U.v.A. 19. 142p. + bijl.
- Beeldsnijder, J.J. (1608): *Land caerte ende water caerte van Noort Hollandt ende West-Vrieslandt met daenliggende landen*. H.A. Koster, Amsterdam. 1p.
- Beers, P.W.M. van & P. Verdonschot (2000): *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 4. Brakke binnenwateren. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland"*. Rapport EC-LNV AS-04. Expertisecentrum LNV, Wageningen. 80p.
- Beets, A. (1931): *Ceen*. *Tijdschrift voor Nederlandse Taal- en Letterkunde* 50: 45-50.
- Beets, C. (2006): *Pettemerduinen: evaluatie waterhuishouding. Staatsbosbeheer Regio West, Amsterdam*. 31p.
- Beets, D., F. Hoek & C. Ney-Bruin (2018): *Zonder meer een mooie polder: Starnmeer 375 jaar*. Uitgeverij Noord-Holland. 300p.
- Beintema, N. (2017): *Het zout moet weer terug in de polder*. *NRC Handelsblad* 14/12/17: 15.
- Beintema, N. (2020): *Zo mooi kan het worden*. *Wageningen World* 2020(1): 10-15.
- Bell, J.S. & J.W. van 't Hullenaar (2004): *Meetnetevaluatie en ecohydrologische systeemanalyse Schoorlse Duinen*. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle. 63p. + bijl.
- Belonje, J. (1929): *De Heer-Hugowaard (1629 - 1929). Een geschiedenis van den polder*. Van Putten & Oortmeijer, Alkmaar. 59p.
- Belonje, J. (1933a): *De Schermeer 1633-1933*. Meijer's Boek en Handelsdrukkerij, Wormerveer. 123p.
- Belonje, J. (1933b): *De Zijpe en Hazepolder: de ontwikkeling van een waterschap in Holland's Noorderkwartier*. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden. Meijer's Boek- en Handelsdrukkerij, Wormerveer. 179p. + bijl.
- Belonje, J. (1974): *Het Koegras*. Egner, Den Helder. 91p. + bijl.
- Berg, M. van den (2005): *Peilbesluit Groet- en Braakpolder*. Rapport 59737. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 35.
- Berg, M. van den (red), m.m.v., H. Baretta-Bekker, R. Bijkerk, H. van Dam, T. Ietswaart, J. van der Molen & K. Wolfstein (2004): *Achtergrondrapportage referenties en maatlatten fytoplankton*. Rapportage van de expertgroep fytoplankton. STOWA, Utrecht / RIZA, Lelystad. 29p.
- Berg, S. van den (2004): *Verdeeld land. De geschiedenis van de ruilverkaveling In Nederland vanuit een lokaal perspectief, 1890-1985*. Proefschrift. *Historia Agricultura* 35. Wageningen Universiteit, Wageningen. 248p.
- Besteman, J.C. (1994): *Noord-Holland op de schop: bewoning en landschap in de Middeleeuwen*. In: M. Rappol & C.M. Soonius (red.). *In de bodem van Noord-Holland. Lingua Terrae, Amsterdam*. p. 219-247.
- Besteman, J.C. & A.J. Guiran (1986): *De middeleeuwse bewoningsgeschiedenis van Noord-Holland boven het IJ en de ontginning van de veengebieden: opgravingen in Assendelft in perspectief*. In: M.C. van Trierum e.a. *Landschap en bewoning rond de mondingen van Rijn, Maas en Schelde: a contribution to prehistoric, Roman and medieval archaeology*. Teksten van lezingen gehouden tijdens het symposium te Rotterdam van 5-6 oktober 1984. *Rotterdam papers* 5: 183-212.

- Bieleman, J. (2000): De cultuurtechnische verbouwing van Nederland Van ruilverkavelen naar landinrichting. In: A.A.A. de la Bruhèze, H.W. Lintsen, A. Rip & J.W. Schot (red.) *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 3. Landbouw, voeding.* Walburg Pers. p. 46-63.
- Bilius, M., F. Sierdsma, G. Vriens, J. Koopman, B. van den Brink, A.-J. Rossenaar & J. Meijer (2016): *Natura 2000-beheerplan Texel (2).* Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. 343p.
- BK/Oosterhuis (2011): *Oever en natuurontwikkeling Alkmaardermeer & Uitgeestermeer: oeveronderhoud, landschap onderhoud.* BK Projecten / Oosterhuis Architecten. 43p.
- Blaeu, W. & J. Blaeu (1642): *Hollandiae pars septentrionalis vulgo Westvriesland en 't Noorder Quartier.* Amsterdam. 1p.
- Blauw, M. (2003): *Waterstaat in kaart: de geschiedenis van de waterstaatskaart van Nederland 1865-1992.* Utrecht, Matrijs. 160p.
- Blauw, T. & J. Meijer (1974): *Hydrobiologisch onderzoek van het Alkmaardermeer in 1972.* Landbouwhogeschool Wageningen, Verslag Natuurbeheer ALH 72.11/188. 64p + bijl.
- Blom, E., J. Helmer, T. Teunissen & L. Linnartz (2018): *Natuurdroom 2050 Noord-Holland.* ARK Natuurontwikkeling, Nijmegen. 48p.
- Bobbink, I. (2016): *De landschapsarchitectuur van het polder-boezemsysteem: structuur en vorm van waterstelsel, waterpatroon en waterwerk in het Nederlandse laagland. A+BE (Proefschrift Technische Universiteit Delft) 15.* Architecture and the Built Environment, Delft. 354p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2013a): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 1: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster.* Rapport 2475.1. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2013b): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 6: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Heerhugowaard.* Rapport 2475.6. Alterra, Wageningen. 61p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2013c): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 5: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Wijdewormer.* Rapport 2475.5. Alterra, Wageningen. 61p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2013d): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 3: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor Schermer-Zuid.* Rapport 2475.3. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2013e): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 2: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Schermer-Noord.* Rapport 2475.2. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014a): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 27: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Krommenieër Woudpolder.* Rapport 2475.27. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014aa): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 15: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Waterland.* Rapport 2475.15. Alterra, Wageningen. 63p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014b): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 31: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Schagerkogge.* Rapport 2475.31. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014bb): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 13: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor polder Zeevang.* Rapport 2475.13. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014c): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 20: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Grootslag.* Rapport 2475.20. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014cc): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 8: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Gemeenschappelijke Polders.* Rapport 2475.8. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014d): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 11: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor polder Drieban.* Rapport 2475.11. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014dd): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 9: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Waal en Burg en Het Noorden.* Rapport 2475.9. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014e): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 18: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Oosterpolder.* Rapport 2475.18. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014ee): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 38: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Egmondermeer.* Rapport 2475.38. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014f): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 23: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Westerkogge.* Rapport 2475.23. Alterra, Wageningen. 55p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014ff): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 33: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Wieringermeer Oost.* Rapport 2475.33. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014g): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 24: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Vier Noorderkoggen Laag.* Rapport 2475.24. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014gg): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 37: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Bergermeer.* Rapport 2475.37. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014h): *Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 14: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Vier Noorderkoggen Hoog.* Rapport 2475.14. Alterra, Wageningen. 65p.

- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014i): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 22: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Ursem. Rapport 2475.22. Alterra, Wageningen. 60p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014j): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 21: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Oosterdel. Rapport 2475.21. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014k): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 19: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Geestmerambacht. Rapport 2475.19. Alterra, Wageningen. 61p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014l): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 16: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied 't Twiske. Rapport 2475.16. Alterra, Wageningen. 75p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014m): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 30: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Wieringerwaard. Rapport 2475.30. Alterra, Wageningen. 56p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014n): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 42: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Oosterzijpolder. Rapport 2475.42. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014o): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 41: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Verenigde Polders. Rapport 2475.41. Alterra, Wageningen. 61p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014p): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 40: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolders. Rapport 2475.40. Alterra, Wageningen. 61p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014q): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 39: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Sammerspolder. Rapport 2475.39. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014r): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 36: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Groot Limmerpolder. Rapport 2475.36. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014s): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 35: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Castricummerpolder. Rapport 2475.35. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014t): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 34: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Wieringermeer West. Rapport 2475.34. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014u): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 32: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Wieringen. Rapport 2475.32. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014v): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 29: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor polder Westzaan. Rapport 2475.29. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014w): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 26: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Anna Paulownapolder Laag. Rapport 2475.26. Alterra, Wageningen. 63p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014x): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 7: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Hargerpolder. Rapport 2475.7. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014y): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 28: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor polder Assendelft. Rapport 2475.28. Alterra, Wageningen. 57p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud & R.F.A. Hendriks (2014z): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK: Deelrapport 17: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Eilandspolder. Rapport 2475.17. Alterra, Wageningen. 59p.
- Boekel, E.M.P.H. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, P.C. Jansen, L.V. Renaud R.F.A. Hendriks & P.N.M. Schipper (2015): Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK Hoofdrapport: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor het beheergebied van HHNK. Rapport 2475. Alterra, Wageningen. 130p.
- Boer, J. de (1946): Tussen Kil en Twiske: geschiedenis van de Polder Assendelft. Meijer's Boek- en Handelsdrukkerij, Wormerveer. 62p.
- Bokhorst, J., Y. van Leeuwen & C. ter Berg (2008): Bodem en bemesting in de bollenteelt. Louis Bolk Instituut, Driebergen / Proeftuin Zwaagdijk, Zwaagdijk. 75p.
- Bol, J. (1991): Moeras- of brongas. Grondboor en Hamer 45: 150-152.
- Boltje, W.G. (1970): De Hondsbossche Zeewering door de eeuwen heen. Land + Water 14(2): 28-40.
- Bont, C.H.M. de (2009): Vergeten land. Ontginning, bewoning en waterbeheer in de westnederlandse veengebieden (800-1350). Alterra Scientific Contributions 27. Alterra, Wageningen. 652p.
- Bont, C. de & P. Kleij (2012): Tussen Oer-IJ en Bamestra: het Zaanse veenmoeras en zijn eerste bewoners vanaf de prehistorie tot ca. 900 n.Chr. In: E. Beukers & C. van Sijl (red.) Geschiedenis van de Zaanstreek, deel 1. W Books, Zwolle. p. 11-23.
- Bonte, M., T. Wijtes & T. Vergeer (2007): Geohydrologisch onderzoek voor het Wieringerrandmeer. H<sub>2</sub>O 40(23): 15-17.
- Booy, C. (1993): Het Starmmeerboek. Oudheidkundige Vereniging 'Graft-de Rijk'. 163p.
- Borger, G.J. & S. Bruines (1994): Binnewaeters gewelt: 450 jaar boezembeheer in Hollands Noorderkwartier. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 176p.
- Born, G.J. van den, F. Kragt, D. Henkens, B. Rijken, B. van Bommel & S. van der Sluis (2016): Dalende bodems, stijgende kosten: Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied. Rapport 1064. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag. 92p.
- Borst, L. & M. Fonck (2020): Het klimaat verandert, ook in de duinen. Nature Today 16 januari. 1p.
- Bos, J. (1999): De Schoorlse Duinen: Staatsbosbeheer 100 jaar natuur voor iedereen. Uniepers, Abcoude. 78p.

- Bos, J.M. (1988): Landinrichting en archeologie; het bodemarchief van Waterland. Nederlandse Archeologische Rapporten 6. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort. 184p.
- Bossaers, K. & C. Missel, (red.) (2012): 400 jaar Beemster, 1612-2012. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormer. 416p.
- Bouman, J. (1857): Bedijking, opkomst en bloei van de Beemster; voorafgegaan door eene beschouwing van den vroegeren toestand van Noord-Holland (heruitgave 1977 door Waterschap de Beemster en Uitgeverij Canaletto). J. Schuitemaker, Purmerende. 343p. + bijl.
- Bouwman, J., R. Slings (2011): Duin- en kustlandschap: Het Noordhollands Duinreservaat. In: M. Kamphuis, A. Jansen & J. Bouwman (red.) Natuurherstel: 20 jaar effectgerichte maatregelen. Unie van Bosgroepen / KNNV Uitgeverij, Zeist. 75-88.
- Braak, C.J.F. ter & P. Šmilauer (2012): CANOCO reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0). Biometris, Wageningen / České Budějovice. 496p.
- Bremer, J.T. (1985): De Zijpe: bedijking en bewoning tot omstreeks 1800. Pirola, Schoorl. 168p.
- Bremer, J.T. (1995): 150 jaar Anna Paulownapolder 1845 - 1995. Pirola, Schoorl. 196p.
- Bremer, J.T. (2010a): Wieringerwaard 1610-2010. Pirola, Schoorl. 328p.
- Bremer, J.T. (2010b): Wieringerwaard 1610-2010. Zijper Historie Bladen. 21-23.
- Broeckx, P.B., M. Japink, L.S.A. Anema & A. Bak (2011a): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Castricum 2011. Rapport 11-164. Bureau Waardenburg, Culemborg. 61p. + bijl.
- Broeckx, P.B., M. Japink, L.S.A. Anema & A. Bak (2011b): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Heerhugowaard 2011. Rapport 11-165. Bureau Waardenburg, Culemborg. 71p. + bijl.
- Bromet, L. & T. de Groot (2019): Veen red je niet alleen: initiatiefnota over natuur en klimaat in het veenweidegebied. GroenLinks / D66. 32p.
- Bruggeman, W. (2018): Spraakwater. Wat gaat er mis? Wat willen we eigenlijk met de waterkwaliteit? Er gaat toch niemand meer aan dood? Wat is dan eigenlijk het probleem?. Water Governance 03/2018: 32-33.
- Brugman, J.J. (1985): De Braakpolder onder Winkel. Jaarboek Westfries Genootschap 52: 61-65.
- Bruin, C.J.W. (2001): Natuurherstel in het Mokslootgebied op Texel. De Levende Natuur 102: 134-139.
- Bruin, C.J.W. (2006): Nieuwe vondsten van Draadfonteinkruid (Potamogeton filiformis Pers.). Gorteria 32: 57-61.
- Bruin, K. & E. van der Spek (2012): Veldnamen in de duinen van Texel. Natuurmedia. 47p.
- Bruin, C.J.W., H.J.F. Schulp & J. Simons (2011): De waterkwaliteit van Texelse duinwateren, onderzocht aan de hand van de sieraalgenflora. Staatsbosbeheer, Den Burg. 56p.
- Bruin-Baerts, K., K. Hu-a-ang, B. de la Loma Gonzalez, T. te Winkel & J. Velstra (2018): Mogelijkheden zelfvoorziening zoet water Texel. Acacia Water, Gouda. 49p.
- Bruines, S. (1988): Het beheer van de Schermerboezem 1300-1550. Historisch Geografisch Seminarium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 93p.
- Bruijn, J. de (1986): Van kolorimeter tot autoanalyser. Studentenverslag. Interfakultaire Vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht. 48p.
- BügelHajema (2009): Bestemmingsplan Buitengebied 2006. Projectnummer 012.00.01.03.04. BügelHajema, Leeuwarden / Gemeente Anna Paulowna, Anna Paulowna. 175p.
- Buissink, F. (2012): De dijk: de Hondsbossche geschetst in woord en beeld. Vrienden van de Hondsbossche 29: 1-38.
- Buissink, F. (2018a): Eilandspolder op z'n mooist. Landschap Noord-Holland 45(3): 4-10.
- Buissink, F. (2018b): Van bollenland tot vogelland. Landschap Noord-Holland 45(4): 32.
- Butter, J. (2010): Waterwingebied in duinen telt nu vier kolonies aalscholvers. Haarlems Dagblad 2 juni.
- Buijs, G., S. Kaars & J. Trommelen (2005): Gifpolder Volgermeer: van veen tot veen. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 119p.
- Bijkerk, R. (red.) (2014): Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren (herziene versie). Rapport 2010/28. STOWA, Amersfoort. losbladig.
- [Bijkerk, R. & H. van Dam \(2014\): Doelen op maat. 1. Exploratieve analyse van lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid. Rapport 2014-059. Koeman & Bijkerk bv, Haren. 53p.](#)
- [Bijkerk, R. \(red.\) \(2010\) \(bijgewerkt 2019\): Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2010/28. STOWA, Amersfoort. losbladig.](#)
- Bijkerk, R., H. van Dam, C.A. Bultstra & J. Meesters (2004): Stuurbaarheid van sieraalgen: een onderzoek naar de potentiële stuurvariabelen van sieraalgemeenschappen als doelvariabelen in de KRW. Rapport Koeman & Bijkerk 2004-113, Groningen / AquaSense 04.2416, Amsterdam. 63p.
- [Bijkerk, R., N. Jaarsma & H. van Dam \(2015\): Doelen op maat. 2. Analyse ESF lichtklimaat, productiviteit water en habitatgeschiktheid. Rapport 2015-009. Koeman & Bijkerk bv, Haren. 95p.](#)
- Bijlsma, R.J., A.J.M. Jansen, J.A.M. Janssen, G.J. Maas & P.C. Schipper (2016): Kansen voor meer natuurrijkheid in Natura 2000-gebieden. Rapport 2745. Alterra, Wageningen. 73p.
- Bijlsma, R.J., A.J.M. Jansen, J.A.M. Janssen, G.J. Maas, M. Pleijte, P.C. Schipper & H.E. Wondergem (2017): Kansen voor meer natuurrijkheid in Natura 2000-gebieden. Landschap 34: 145-153.
- CBS, PBL, RIVM, WUR (2018a). [Natuurkwaliteit van waterplanten in oppervlaktewater, 1990 - 2016](#) (indicator 1441, versie 04, 11 juli 2018). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- CBS, PBL, RIVM, WUR (2018b). [Natuurkwaliteit van macrofauna in oppervlaktewater, 1990 - 2016](#) (indicator 1435, versie 05, 11 juli 2018). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- CCC (1978): Rapport voor de ruilverkaveling Uitgeest. Centrale Cultuurtechnische Commissie, Utrecht. 52p. + bijl.
- CCC (1981): Rapport betreffende ruilverkaveling van gronden gelegen in de gemeenten Wormer, Jisp, Purmerend, IJpendam, Oostzaan, Landsmeer, Amsterdam, Broek in Waterland, Monnickendam en Katwoude, genaamd "Waterland" (oppervlakte ca. 11.815 ha). Centrale Cultuurtechnische Commissie Ministerie van Landbouw en Visserij, Landinrichtingsdienst, Utrecht. 50p. + bijl.
- Claassen, T.H.L. (2008): Peilbeheer van de Friese boezem in relatie tot ecosysteem- en waterkwaliteit in historisch perspectief. Wetterskip Fryslân, Leeuwarden. 58p.
- Cock, J.K. de (1980): Bijdrage tot de historische geografie van Kennemerland in de Middeleeuwen op fysisch-geologische grondslag. Gy-sbers & Van Loon, Groningen. 288p.
- Colenbrander, B.W., R. Schimmel, G.H. Keunen, A.J. de Koning, W. Mulder, & J.J. Schilstra (red.) (1981): Molens in Noord-Holland: inventarisatie van het Noordhollands molenbezit. Meijer Pers / Ideeboek, Amsterdam. 263p.
- Collombon M., M. Japink & A. Bak (2011): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Alkmaar 2011. Rapport 11-163. Bureau Waardenburg, Culemborg. 95p. + bijl.
- Coops, H. & R. Pot (2009): Begroeibaar areaal van waterlichamen: verhouding tot de referentie en berekening van de macrofytendeelmaatlat Abundantie groeivormen. Roelf Pot, Oosterhesselen / Scirpus Ecologisch Advies, Weesp. 27p.

- Coosen, J. & L. Erwteman (1976): Hydrobiologie van de polder Westzaan. Verslagen & Technische Gegevens 12. Instituut voor Taxonomische Zoölogie, Universiteit van Amsterdam. 106p.
- Court, T. de la, Y. van Manen & N. Jonker (1982): Water in het Noordhollands duinreservaat. Werkverslag. Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland. 35p + bijl.
- Cox, M., M. Kits, I. Bax, P. Kamsma & G. de Jong (2013): Begrazing langs waterlopen. Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch. 28p.
- Cusell, C., A. Hermans, S.A. Schep & G.J. van Geest (2018): Informatiebladen ecosysteemtoestanden voor stilstaande wateren. Rapport 2018-23. STOWA, Amersfoort. 32p.
- Cyber (2018): Beheerplan recreatiegebied 'Het Twiske'. Cyber, Bodegraven. 32p.
- [Dam, H. van \(red.\) \(2002\): Ecologische beoordeling van brakke binnenwateren. STOWA-rapport 2002-01. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 103p. + CD-ROM.](#)
- [Dam, H. van \(2009\): Evaluatie basismetnet waterkwaliteit Hollands Noorderkwartier: trendanalyse hydrobiologie, temperatuur en waterchemie 1982-2007. Rapport 708. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 253p.](#)
- [Dam, H. van & N. Jaarsma \(2020a\): Doelen op maat 4.1 - Systeemanalyses \(hoofdrapport\). Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4.1 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-1.](#)
- [Dam, H. van & N.G. Jaarsma \(2020b\): Doelen op maat 4.2 - Typologie. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4.2 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-2. 217p. + digitale bijlagen.](#)
- [Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam \(1994\): A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 117-131.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020a\): Doelen op maat 4.4 - Systeemanalyses boezemwateren. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-4 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-4.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020b\): Doelen op maat 4.5 - Systeemanalyses polders Texel. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-5 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-5.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020c\): Doelen op maat 4.6 - Systeemanalyses Wieringerland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-6 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-6.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020d\): Doelen op maat 4.7 - Systeemanalyses Westfriesland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-7 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-7.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020e\): Doelen op maat 4.8 - Systeemanalyses Kennemerland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-8 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-8.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020f\): Doelen op maat 4.9 - Systeemanalyses Laag Holland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-9 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-9.](#)
- [Dam, H. van, N.G. Jaarsma & S. van Dam \(2020g\): Doelen op maat 4.10 - Systeemanalyses duingebied. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-10 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-10.](#)
- Danner, H.S. (1977): De Starnmeer en Kamerhop: een beknopte geschiedenis van een 17<sup>e</sup> eeuwse droogmakerij. Oudheidkundige Vereniging Graft-De Rijk. De Rijk. 43p.
- Danner, H.S., H.T.M. Lamboij & C. Streefkerk (1994): ... die water keert: 800 jaar regionale dijkzorg in Hollands Noorderkwartier. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 172p.
- De Straat (2004): Aardkundige monumenten in de provincie Noord-Holland: bescherming en behoud van het aardkundig erfgoed. Rapport B03B0255. De Straat Milieu-adviseurs B.V., Arnhem.
- Dederen, L.H.T. (1997): De waterkwaliteit van duinpoelen in het Noordhollands Duinreservaat en het Kraansvlak in relatie tot de vegetatie en de hydrobiologie. Rapport 97/000608. Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland, Bloemendaal. 21p. + bijl.
- Dekker, E. (2000): Heerhugowaard: de landman werd stedeling. Westfriesland Oud en Nieuw 67: 7-18.
- Deltares/RIVM (2014): [Factsheet](#) peilbeheer Laag-Nederland. 9p.
- DHV (2010): Milieu Effect Rapportage optimalisatie bedrijfsvoering Noord-Hollands Duinreservaat. Hoofdrapport. Rapport WA-MS20100359. DHV, Amersfoort. 72p.
- Diggelen, J.M.H. van, L.P.M. Lamers, G. van Dijk, M.J. Schaafsma, J.G.M. Roelofs, & A.J.P. Smolders (2014): New insights into phosphorus mobilisation from sulphur-rich sediments: Time-dependent effects of salinisation. PLoS ONE 9(11): e111106.: 11p.
- Dillen, B. van, M. van Huis, L. Ridder, G. Veuger (red.) (2009): Het Twiske van maand tot maand (herziene uitgave). IVN Vereniging voor Natuur- en milieueducatie afdeling Twiske, Landsmeer. 159p.
- Dionisio Pires, M., A. Blauw, T. Troost, V. Harezlak, D. Muysken & H. van den Boogaard (2019): Eomores. D3.5: Improved version of the algal forecasting models WP3 - Innovative Service Component development (draft). Deltares, Utrecht. 47p.
- Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) Zwolle (1955): Wording en opbouw van de Wieringermeer: geschiedenis van de ontginning en kolonisatie van de eerste IJsselmeerpolder. Veenman, Wageningen. 805p.
- DLG (2003): DLG bericht nummer 3. Dienst Landelijk Gebied, Utrecht. 3.
- Dobben, H.F. van, R. Bobbink, D. Bal, A. van Hinsberg (2012): Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitat-typen en leefgebieden van Natura 2000. Rapport 2397. Alterra, Wageningen. 68p.
- Doing, H. (1989): Introduction to the landscape ecology of southern Texel. In: F. van der Meulen, P.D. Jungerius & J. Visser (Eds) Perspectives in coastal dune management. SPB Academic Publishers, The Hague. 279p.
- Doka, G. (2013): The 'Excel 3D scatter plot' v. 2.1 - The manual. Doka Ökobilanzen, Zürich. 13p.
- Doom, N. (2018): Waarden in water. Intreerede TU Delft. TU Delft, Faculteit Techniek, Bestuur en Management, Delft. 26p.
- Dou, J.J. (1681) (herdruk 1745): 't Hoogh-Heemraetschap van de uytwaterende sluysen in Kennemerlandt ende West-Vrieslandt. Isaac Tirion, Amsterdam. 16p.
- Dresscher, T.G.N. (1965): Ter nagedachtenis van mevr. dr. N.L. Isebee Moens. Water, Bodem, Lucht 55: 93.
- Driesche, C.L. van den (2016): Eene merkelyke uitgestrektheid: de invloed van de fysische geografie op de historische landschapsinrichting in de Castricumerpolder. Masterscriptie Landschapsgeschiedenis. Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit der Letteren (in enigszins bewerkte vorm ook verschenen als Noord-Hollandse Archeologische Publicaties 6). 95p. + bijl.
- Driessen, P.P.J. (1990): Landinrichting gewogen: de plaats van de milieu-, natuur- en landschapsbelangen in het landinrichtingsbeleid. Proefschrift. Katholieke Universiteit, Nijmegen. 287p.
- Drijver, D. (2010): Landschap Texel weer leesbaar. Vakblad Natuur, Bos, Landschap 7(9): 20-23.
- Drijver, J. (1958): Texel het vogeleiland (2e druk). L.J. Veen, Amsterdam. 280p.
- Droogers, P. (2009): Verbetering bepaling actuele verdamping voor het strategisch waterbeheer: definitiestudie. Rapport 2009-11. STOWA, Utrecht. 69p.
- Dulmen, A.T.J. van (2011a): Beoordeling stadswateren polder De Purmer 2011. Rapport 201100298. Stichting Waterproef, Edam. 21p.+ bijl.
- Dulmen, A.T.J. van (2011b): Beoordeling stadswateren polder Broek in Waterland 2011. Rapport 201100297. Stichting Waterproef, Edam. 53p.+ bijl.
- Dulmen, A.T.J. van (2018a): Ecologische beoordeling stadswateren in Zeevang 2017. Rapport 21800043. Stichting Waterproef, Edam. 63p. + bijl.



- Dulmen, A.T.J. van (2018b): Ecologische beoordeling stadswateren van de gemeenten Beverwijk en Heemskerk 2017. Rapport 21800042. Stichting Waterproef, Edam. 117p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2013a): Ecologische beoordeling stadswateren Edam-Volendam 2013. Stichting Waterproef, Edam. 40p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2013b): Ecologische beoordeling stadswateren Hollands Kroon 2013. Rapport 201400013. Stichting Waterproef, Edam. 74p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2014a): Ecologische beoordeling stadswateren Oostzaan 2014. Stichting Waterproef, Edam. 32p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2014b): Ecologische beoordeling stadswateren Purmerend 2013. Rapport 201300274. Stichting Waterproef, Edam. 39p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2014c): Ecologische beoordeling stadswateren Wormerland 2014. Stichting Waterproef, Edam. 47p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2014d): Ecologische beoordeling stadswateren Amsterdam Noord 2014. Stichting Waterproef, Edam. 93p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2016a): Ecologische beoordeling stadswateren in het buitengebied van Alkmaar 2015. Stichting Waterproef, Edam. 47p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2016b): Ecologische beoordeling stadswateren Den Helder 2016. Stichting Waterproef, Edam. 57p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2016c): Ecologische beoordeling stadswateren Schagen 2015. Stichting Waterproef, Edam. 82p. + bijl.
- Dulmen, A.T.J. van & J.C.P.M. van de Sande (2017): Ecologische beoordeling stadswateren Texel 2016. Rapport 201600361. Stichting Waterproef, Edam. 56p. + bijl.
- Duinhoven, G. van (2014): Begrazing van de duinen is goed. Maar niet te veel! In: W. Wiersinga (red.) 25 jaar kennis maken voor natuurkwaliteit. Kennisnetwerk OBN, Driebergen. p. 48-49.
- Dijk, G. van (2017): Peatlands affected by biochemical stressors. Proefschrift Radbouduniversiteit. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. 257p.
- Dijk, G. van, R. Loeb, F. Smolders, P.-J. Westendorp (2013): Verbrakking in laag Nederland: bedreiging of kans. *H<sub>2</sub>O* 46(3): 38-39.
- Dijk, G. van, R. van 't Veer, H. van Kleef, F. Smolders, P.J. Westendorp, & C. Cusell (2017): Verbrakking in het laagveenlandschap Fase III. Rapport 2017/OBN219-LZ. Vereniging van Bos - en Natuurterreineigenaren, Driebergen. 146p.
- Dijk, G. van, A.J.P. Smolders, R. van 't Veer, R. Loeb, L.P.M. Lamers, J. Nijp, S. Kosten, H.H. van Kleef & C. Cusell (2020b): De toekomst van voormalige brakwatervenen: de abiotische effecten van verhoogde zoutconcentraties. *Landschap* 37(1): 20-27.
- Dijk, G. van, R. van 't Veer, C. Cusell & F. Smolders (2020a): Veldexperiment verbrakking Westzaan: tussentijdse rapportage 2017-2019 [presentatie]. 58p.
- Dijk, H.W.J. van, J.A. Meltzer (1981): Hydrobiologie van natuurlijke duinmeren: een commentaar. *H<sub>2</sub>O* 14: 564-566.
- Dijkstra, H. (1996): De tuinwal op het eiland Texel. Jaarboek 1996. Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist. p. 140-148.
- Dijkstra, V., M. van Oen & T. van der Meij (2019): NEM Meetprogramma Dagactieve Zoogdieren Konijnentellingen - oktober 2019. Telganger oktober: 3-5.
- Ee, G. van (2010): Memo Hargergat. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 14p.
- Ee, G. van, N.G. Jaarsma & M. Meirink (2015): Aanpassing van KRW-doelen voor waterlichamen bij Hollands Noorderkwartier. *H<sub>2</sub>O Online* 11 augustus: 7p.
- Eeden, F.W. van (1886a): Onkruid: Botanische wandelingen. I. Kennemerland. Tjeenk Willink, Zwolle (herdruk 1974, Schuyt & Co C.V. Haarlem).
- Eeden, F.W. van (1886b): Onkruid: Botanische wandelingen. II. De Noordzee-eilanden, Gelderland, Overijssel. Tjeenk Willink, Zwolle (herdruk 1974, Schuyt & Co C.V. Haarlem).
- Eeden, F.W. van (1893): Van Callantsoog tot St. Pankras. *Album der Natuur* 42: 129-146.
- Eenkhooft, B.J., M. Boomgaard, P. Goessen & M. Meirink (2016): Monitoringsrapportage HHNK 2015. Rapport 16.14810. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 27p.
- Eerden, M. van & S. van Rijn (2008): Handen af van de aalscholver: de aalscholver als indicator van natuur-, water- en visserijbeheer. *Vakblad Natuur, Bos en Landschap* 5(4): 23-26.
- Eerenbeemt, M. van den (2019): Datacenters in de polder. Vruchtbare grond voor datacenters: familiebedrijf ziet techgiganten naar de polder komen. *De Volkskrant* 18 januari.
- Eerten, H. van, I. van Meer, J. Oostland, I.P. Soldan & J. Vredenberg (2017): Droogmakerij de Beemster: polder van wereldformaat. *Matrijs*, Utrecht. 192p.
- Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonschot, B. Roels & J.G. Hartholt (2002): Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. 72p.
- Elias, E. & A. van der Spek (2017): Dynamic preservation of Texel inlet, The Netherlands: Understanding the interaction of an ebb-tidal delta with its adjacent coast. *Netherlands Journal of Geosciences* 96: 293-317.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Duell, V. Wirth, W. Werner, & D. Paulissen (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (3., durchgesehene Auflage). *Scripta Geobotanica* 18. Goltze, Göttingen. 262p.
- Ende, B. van den, E. Peeters & C. Zuyderduyn (2017): Effect van grote grazers op de macro-invertebraten soortensamenstelling. *Holland's Duinen* 69: 8-14.
- Engelbregt, A.J.J. (2017): Wij hebben de dennen nodig. Stichting ter behoud van het Schoorlse- en Noord-Kennemerduingebied. 27p.
- Engelsen-Wagenaar, M. den, M.A.A. de la Haye & D. Tempelman (2011): Waterparels in Hollands Noorderkwartier: inventarisatie en toetsing. Rapport 287098. Grontmij Nederland B.V., Alkmaar. 128p.
- Ertsen, A.C.D., J.R.M. Alkemade & M.J. Wassen (1998): Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. *Plant Ecology* 135: 113-124.
- Evers, C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens, A. van Leerdam, R.A.E. Knoben, & F.C.J. van Herpen (2012): Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA-rapport 2012/34. STOWA, Amersfoort. 154p.
- Evers, C.H.M., R.A.E. Knoben & F.C.J. van Herpen (red.) (2018): Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. Rapport 2018-50. STOWA, Amersfoort. 161p.
- Evers, N. & M. Schipper (2016): HOW-update. Rapport WATBE1732R001F01. Royal Haskoning, Maastricht Airport.
- Eijerman, C. (1979): De polder leeft. In: J.J. Schilstra, S. Hart, C. Eijerman, J. de Boer & R. van de Waal. *De polder Oostzaan*. Polder Oostzaan, Oostzaan. p. 99-125.
- Fasel, W. (1979): Inventaris van het archief van de Groot-Limmerpolder, 1809-1977. NL-AmrRAA-84.2.021. Regionaal Archief Alkmaar, Alkmaar. 38p.

- Feekes, W. (1936): De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder: de eerste groote droogmakerij van de Zuiderzee. Proefschrift. Landbouwhoogeschool, Wageningen. 294p. + bijl.
- Floris, E., R. van der Hut & J.W. Siffels (red.) (1998): Vogels kijken in de Zaanstreek. Vogelbeschermingswacht Zaanstreek, Zaandam. 127p.
- Fijen, B. & M. Horst (2013): Gemeente Hollands Kroon. Rekening houden met cultuurhistorische waarden. Deel A: historisch-geografische inventarisatie. Rapport 50586. Cultuurcompagnie / Cultuurland Advies, Alkmaar / Heerde. 14p.
- Gans, W. de (2015): Aardkundige monumenten in Noord-Holland. Provincie Noord-Holland, Haarlem. 62p.
- Geel, B. van (1994): Veengroei en veenontginning. In: M. Rappol & C.M. Soonius (red.). In de bodem van Noord-Holland. *Lingua Terrae*, Amsterdam. 141-164.
- Geel, B. van, O. Brinkkemper, G.B.A. van Reenen, N. van der Putten, J. Sybenga, C. Soonius, A.M. Kooijman, T. Hakbijl & W.D. Gosling (2020): Multicore study of Upper Holocene mire development in West-Frisia, Northern Netherlands: Ecological and archaeological aspects. *Quaternary* 3(12): 1-31.
- Gelder, A. de (1987): Oeverkruidvegetaties in de Boswachterij Schoorl. Staatsbosbeheer Noord-Holland, Haarlem.
- Gemeente Drechterland & HHNK (2012): Integraal waterplan Drechterland. Hoogkarspel. 29p. + bijl.
- Gerve, R. van & H. Hellingman (2012): Ruilverkaveling Zeevang: het land op de schop, de samenleving op de kop 1952 - 1967. Presentatie ledenbijeenkomst 9 november. Historische Vereniging Warder, Warder. 103p.
- Gerven, E. van & I. Pouwels (red.) (2007): Molens: de nieuwe Stokhuysen. Waanders, Zwolle / De Hollandse Molen, Amsterdam. 239p.
- Geuze, A. & F. Feddes (2005): Polders! Gedicht Nederland. NAI Uitgevers, Rotterdam. 399p. + kaart.
- Gevers, D.T. (1826): Verhandeling over het toegankelijk maken van de duinvalleien langs de kust van Holland (met 10 kaarten). Verhandelingen uitgegeven door de Maatschappij ter Bevordering van de Landbouw 18. Lodewijk van Es, Amsterdam. 1-387.
- Goelma, W.E., Z. Wolters & J.W. Goethart (1990): Groot-Geestmerambacht: een waterschapskroniek. Waterschap Groot-Geestmerambacht, Warmenhuizen. 114p.
- Goes, H. van der, R. Higler, Y. van Manen, R. Ruesink, H. van Slogteren, & A. Zoomer (1986): Duinrellen in Noord-Kennemerland: van Noordzeekanaal tot Hondsbossche Zeewering. Conserve, Schoorl. 48p.
- Goor, A.C.J. van (1925): Het nannoplankton van de Sakesloot bij Koedijk. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 35: 75-91.
- Groen, W. (2005): Peilbesluit bemalingseenheid Broekermeer. Registratienr 05.13521. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 33p.
- Groenendijk, J. & D. Grote Beverborg (2017): 84 Duinen Den Helder - Callantsoog PAS-gebiedsanalyse. Rapport BE4725. Royal Haskoning DHV, Amsterdam. 93p.
- Groenendijk, J.P. & G. de Rooij (2017a): 087 Noordhollands Duinreservaat PAS-Gebiedsanalyse Update AERIUS Monitor 2016L. Rapport. Royal HaskoningDHV, Amsterdam. 123p.
- Groenendijk, J.P. & G. de Rooij (2017b): 85 Zwanenwater-Pettemerduinen PAS-gebiedsanalyse. Update AERIUS Monitor 16 gebiedsanalyse. Rapport BE4725. Royal Haskoning DHV, Amsterdam. 9108p.
- Groot, N.J. & I.J.J. Groot (1998): Tussen water en wind: 25 jaar Waterschap Westfriesland. Waterschap Westfriesland, Hoorn. 93p.
- Grootjans, A.P., E.B. Adema & F.H. Everts (2004): Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in natte duinvalleien in het Waddendistrict (Texel en Terschelling). Rapport EC-LNV 2004/279-O. Expertisecentrum LNV, Ede. 56p.
- Grootjans, A.P., E.J. Lammerts & F. van Beusekom (1995): Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden: ecologie en regeneratiemogelijkheden. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 176p.
- Grootjans, A.P., H.W.T. Geelen, A.J.M. Jansen & E.J. Lammerts (2002): Restoration of coastal dune slacks in the Netherlands. *Hydrobiologia* 418: 181-2003.
- Haaf, C. ten (2009): Zwanenwater, vegetatiekartering 2008. Ten Haaf & Bakker, Groet. 52p.
- Haaf, C. ten (2019): Uitlandse Polder. [Weblog](#).
- Haaf, C. ten & T.W.M. Bakker (1986): De duinzoom, een kansrijke gradiënt. *De Levende Natuur* 87: 162-168.
- Haaf, C. ten & E. Kat (2005): Vogelmeer Schoorl, Monitoring van flora en vegetatie, Evaluatie 2000-2004. Bureau Ten Haaf en Bakker, Groet.
- Haaf, C. ten, E. Kat & T. Bakker (2008): Landschap en natuur van de Vereenigde Harger- en Pettemerpolder. *Tussen Duin & Dijk* 7(2): 4-8.
- Haaf, C. ten, T. Bakker, E. Kat, B. Arens & E.-J. Lammers (2009): Het Botgat - Groote Keeten: regeneratie van vochtige duinvalleien vooronderzoek EGM.2007.007.2008. Ten Haaf en Bakker, Groet. 34p. + bijl.
- Haan, M. de & A.-L. Holsteijn (2018a): Zwemwaterprofiel Geestmerambacht 2014 t/m 2017. Rapport WATBF8059R003F1.0. HaskoningDHV Nederland B.V., Amersfoort. 19p.
- Haan, M. de & A.-L. Holsteijn (2018b): Zwemwaterprofiel Lutjestrans 2014 t/m 2017. Rapport WATBF8059R001F1.0. HaskoningDHV Nederland B.V., Amersfoort. 21p.
- Haan, M. de & A.-L. Holsteijn (2018c): Zwemwaterprofiel Het Twiske 2014 t/m 2017. Rapport WATBF8059R004F1.0. Royal HaskoningDHV, Amersfoort. 27p.
- Haanstra, J., J.M. Hermans & J. Kollen (2007): Achtergronddocument regionaal waterplan Beverwijk, Heemskerk en Uitgeest. Rapport 188531. Grontmij, Alkmaar. 23p. + bijl.
- Haartsen, A. (2009): Ontgonnen verleden: regiobeschrijvingen provincie Noord-Holland. Rapport DK 2009/dk116-H. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis / Bureau Lantschap, Ede. 154p.
- Hageman, B.F. (1969): Development of the western part of the Netherlands during the Holocene. *Geologie en Mijnbouw* 48: 373-388.
- Hahn, S., S. Bauer & M. Klaassen (2008a): Quantification of allochthonous nutrient input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds. *Freshwater Biology* 53: 181-193.
- Hahn, S., S. Bauer & M. Klaassen (2008b): Estimating the contribution of carnivorous water birds to nutrient loading in freshwater habitats. *Freshwater Biology* 52: 2421-2433.
- Haller, J. (1976): 350 jaar de Wijde Wormer. Offsetdrukkerij Vos, Wormerveer. 191p.
- Hammen, H. van der (1992): De macrofauna van het oppervlaktewater van Noord-Holland. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Haarlem. 256p.
- Harmsen, W.G. (1949): Het Amstelmeer als waterwildreservaat. In: A.F.H. Besemer, K. Hana, N. Tinbergen & J. Wilcke (red.) In het voetspoor van Thijssse: een reeks bijdragen over veldbiologie, natuurbescherming en landschap. Veenman, Wageningen. 192-206.
- Haterd, R. van de, B. Grutters, M. Droog, B. Achterkamp, H. Soomers & M. Soons (2018): Ecologische sleutelfactoren verspreiding & connectiviteit. Tussenrapportage. Rapport 2018-29. STOWA, Amersfoort. 108p.
- Hazeu, W., C. Schuiling, G.J. Dorland, G.J. Roerink, H.S.D. Naseff, & R.A. Smidt (2014): Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7): vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Rapport 2548. Alterra, Wageningen. 87p.
- Heerd, G. ter (2010): Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar de ideale frequentie van schonen en onderbouw van het nut van het afvoeren van maaisel. Rapport 10.012104. Waternet, Amsterdam. 54p.
- Heide, F. van der, J. van de Koppel & J.W. Siffels (1998): De natuur van water. Provinciaal Bestuur van Noord-Holland, Haarlem. 64p.
- Heimans, J. (1941): Inventarisatie Twiskegebied. *De Waarnemer* 6(1): 8-10.

- Held, A.J. den (1977): Het Ilperveld, voorbeeld van een brakwaterveen. In: B.L.J. van Leeuwen & H.C. Witte (red.) Waterland. Bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 26. Thieme, Zutphen. p. 45-69.
- Helm, R. van der (red.) (1990): Duinrellen: een inventarisatie van kansen en knelpunten, die van belang zijn bij het ecologisch beheren van duinrellen in Noord-Holland boven het Noordzeekanaal. Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen, Edam. 150p.
- Hemert, I. van (1985): De aalscholver: nieuwe broedvogel in Voorne's Duin?. Het Vogeljaar 33: 17-19.
- Hendriks, R.F.A. & J.J.H. van den Akker (2012): Effecten van onderwaterdrains op de waterkwaliteit in veenweiden. Modelberekeningen met SWAP-ANIMO voor veenweide-eenheden naar veranderingen van de fosfor-, stikstof- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater bij toepassing van onderwaterdrains in het westelijke veenweidegebied. Rapport 2354. Alterra, Wageningen. 201p.
- Herder, J., J. Kranenburg, D. Hoozeboom, J. Hamers & K. Dekker (red.) (2012): Atlas van de Noord-Hollandse vissen 1980-2012. Landschap Noord-Holland, Heiloo / Stichting RAVON, Nijmegen. 191p.
- Hermans, J.M. (2014): PvA invulling achtergrondconcentraties blanco KRW deelstroomgebieden. Memo 14.0008488. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 33p.
- Heteren, S. van, A.P. Oost, A.J.F. van der Spek & E.P. Elias (2006): Island-terminus evolution related to changing ebb-tidal-delta configuration: Texel, The Netherlands. Marine Geology 235: 19-33.
- Heijmans, W., P. Koenis, E. Monningh, J. Raat, A. Rennings, T. van der Spelt & C. Spijker (2012): De Gouw. De geschiedenis van een Westfriese ruilverkaveling. Stichting Projector, Hoorn. 158p.
- HHNK (2003a): Peilbesluit Westwoud/Schellinkhout. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 40p.
- HHNK (2003b): Peilbesluit Westerkogge. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 40p.
- HHNK (2003c): Peilbesluit Ursem. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 23p + bijl.
- HHNK (2003d): Peilbesluit Wieringerwaard, met toelichting. 03.16137. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 55p.
- HHNK (2005a): Toelichting op het peilbesluit voor de Schagerkogge 1. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 83p.
- HHNK (2005b): Toelichting op het peilbesluit voor de Schagerkogge 2. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 83p.
- HHNK (2005c): Peilbesluit bemalingseenheid Vier Noorder Koggen Oost. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Edam. 49p. + bijl.
- HHNK (2006): Peilbesluit Wieringermeer, met toelichting. 05.32458. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 56p.
- HHNK (2009): Watergebiedsplan Texel: toelichting bij peilbesluit Texel. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 81p. + bijl.
- HHNK (2010b): Peilbesluit Amstelmeerboezem, met toelichting. 10.14314. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 116p.
- HHNK (2010c): Peilbesluit Koegras-Den Helder, met toelichting. 10.27145. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 78p.
- HHNK (2012a): Peilbesluit Beemster (met watergebiedsplan). Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 9 + 86p.
- HHNK (2012b): Peilbesluit Schermer, met toelichting. 12.26433. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 98p.
- HHNK (2013a): Watergebiedsplan Anna Paulowna: toelichting bij het peilbesluit en de legger voor de Anna Paulownapolder. Registratienummer 13.26547. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 63p. + bijl.
- HHNK (2013b): Watergebiedsplan Purmerend: toelichting bij het peilbesluit. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 60p. + bijl.
- HHNK (2013c): Watergebiedsplan Wormer: toelichting bij het peilbesluit. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 56p. + bijl.
- HHNK (2013d): Peilbesluit Wijdewormer, met toelichting. 13.16228. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 62p.
- HHNK (2013e): Peilbesluit De Waterlanden, met toelichting. 13.18895. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 107p.
- HHNK (2013f): Peilbesluit Westzaan, met toelichting. 13.24210. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 71p.
- HHNK (2013g): Legger wateren toelichting. Registratienummer 13.18687. 32p.
- HHNK (2014a): Toelichting op het peilbesluit Schermerboezem & VRNK-boezem. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard.
- HHNK (2014b): Peilbesluit Zeevang, met toelichting. 14.30253. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 93p.
- HHNK (2015a): Peilbesluit Assendelft met watergebiedsplan. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 83p.
- HHNK (2015b): Peilbesluit Noord-Kennemerland met toelichting. 14.23207. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 104p.
- HHNK (2015c): Peilbesluit Midden Kennemerland, met toelichting. 15.21062. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 52p.
- HHNK (2015d): Peilbesluit Drechterland met watergebiedsplan. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 44p.
- HHNK (2015e): Peilbesluit Eilandspolder, Mijzen en Kamerhop met toelichting. 15.10257. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 5p.
- HHNK (2016a): Toelichting op peilbesluit Westerkogge. 16.2920. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 27p.
- HHNK (2016b): Peilbesluit Heerhugowaard (met toelichting). Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 22p.
- HHNK (2016c): Peilbesluit Geestmerambacht (met toelichting). Registratienummer 16.32148. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 20p.
- HHNK (2017a): Peilbesluit Vier Noorder Koggen. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 24p.
- HHNK (2017b): Peilbesluit Wieringerwaard, met toelichting. 17.144819. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 19p.
- HHNK (2017c): Toelichting bij de besluiten over natuurontwikkeling Waalenburg. 16.198610. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 51p.
- HHNK (2018a): Partiele herziening peilbesluit Zeevang, peilbesluit Beetskoog-Midden en -Oost. 18.0014642. 7p.
- HHNK (2018b): Projectplan Verbetering watersysteem Beetskoog-Midden en -Oost en toelichting op het peilbesluit. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 63p.
- HHNK (2018c): Verbetering natte infrastructuur Noordkop; beschikbaarstelling middelen. Voorstel CHI 18.177236. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard.
- HHNK (2018d): Waterprogramma 2016-2021 (WBP5). 18.0283561. Versie 1.0. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard.
- HHNK (2020): Legger wateren 2020. Beschrijvend deel inclusief toelichting. Registratienummer 19.0850567. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 36p.
- Higler, L.W.G. (z.j.): Maandelijks onderzoek van de makrofauna in de Muy op Texel in 1963. Excursierapport. RIVON, Zeist. 9p.

- Higler, L.W.G. & L. van Putten (1971): Hydrobiologisch onderzoek van het duinmeertje in de boswachterij Schoorl. Excursierapport. R.I.N. Hydrobiologie. 7p. + bijl.
- Hill, M.O. & P. Smilauer (2005): TWINSPAN for Windows version 2.3. Centre for Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & České Budějovice. 29p.
- Hill, M.O., C.D. Preston & D.B. Roy (2004): PLANTATT - Attributes of British and Irish plants - [spreadsheet](#) (update nov. 2008). Software. Centre for Ecology and Hydrology.
- Hill, M.O., J.O. Mountford, D.B. Roy & R.G.H. Bunce (1999): Ellenberg's indicator values for British plants. Ecofact Research Report Series, Technical Annex to Vol. 2. CEH, Cambs. 46p.
- Hoek, J. & H.C. Redeke (1901): Flora van Helder. Handleiding tot het bestemmen der in en om Helder, Huisduinen en het Koe gras wild-groeiende en op openbare plaatsen algemeen aangeplante kruiden, heesters en boomen. C. de Boer Jr., Helder. 216p.
- Hoekstra, F., M. de Jong, H. Scholten, O. Steendam & S. Verhoeven (2018): Amsterdam Wetlands, een perspectief voor Laag Holland in 2050. Landschap Noord-Holland / Natuurmonumenten / Recreatie Noord-Holland / Staatsbosbeheer.
- Hoes, O. (2011): Inundatie van de Wieringermeer in april 1945: reconstructie van de dijkdoorbraak en overstroming. Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis 20: 62-74.
- Hoeve, J. ter (1963): Een samengaan van waterwinning en verminderde oppervlakteontwatering in natuurgebieden op Texel en Terschelling. Water 47: 3-7.
- Hof, S. van 't & H. van der Hammen (1983): Duinbeken. Natura 80: 80-86.
- Hofman, C.C., H. Roodzand & M. Schreijer (2005): Nota visbeleid: basis voor integraal waterbeheer onder de Kaderrichtlijn Water. Rapport 04.30598. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Purmerend. 48p. + bijl.
- Hofmann, G., M. Werum & H. Lange-Bertalot (2010): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Gantner Verlag, Rugell. 908p.
- Holkema, F. (1870): De plantengroei der Nederlandsche Noordzee-eilanden. Dissertatie. Scheltema & Holkema, Amsterdam. 268p.
- Hoyer, M. (2011a): Beoordeling stadswateren gemeente Bergen 2011. Rapport 201100296. Stichting Waterproef, Edam. 27p. + bijl.
- Hoyer, M. (2011b): Beoordeling stadswateren gemeente Harenkarspel 2010. Rapport 201100018. Stichting Waterproef, Edam. 27p. + bijl.
- Huiskes, H.P.J., R. Haveman & P.A. Slim (2008): Vegetatieontwikkeling op de gebruikte vegetatiematten in de natuurprojecten Amstelmeer moerasedland = westelijke natuuroevers. Rapport 1681. Alterra, Wageningen. 54p.
- Huneker, H. & D. Dekker (2017): Goede vogelgebieden in en rond het werkgebied van Vogelwerkgroep Midden-Kennemerland (2e herziene uitgave). Vogelwerkgroep Midden-Kennemerland. 89p.
- Huurdeman, P. & R. Josselet (1980): Waterland door de eeuwen heen. Hoogheemraadschap Waterland, Monnickendam. 166p.
- Huurdeman, P. (1972): Drie en een halve eeuw "De Purmer". Comité 350 jaar Purmer, Purmerend. 136p.
- Hylkema, J., A. Lokhorst, H. Oosterbaan & H. Ritsema (2003): Integrale aanpak van waterproblemen in het Ilperveld. H<sub>2</sub>O 36(19): 45-47.
- Icke, F. (1980): Diatomeeën uit enkele brakwaterveentjes in Waterland. Interne rapporten van het Hugo de Vries laboratorium 87, Amsterdam. 65p + bijl.
- IHW (2018): Stappenplan toetsen waterkwaliteit biologie. Aquo-kit versie 3.3.x. www.ihw.nl 23 mei.
- Jaarsma, N.G. (2004): Functie vissenwater boezemwateren: definitieve streefbeeld en maatregelen. Rapport EDM18-8/panh/006. Witteveen+Bos, Deventer. 45p.
- Jaarsma, N.G. (2005): Monitoringsplan vooroevers Amstelmeer. Witteveen+Bos, Deventer. 32p.
- Jaarsma, N.G. (2013a): Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden: evaluatie visgegevens 2005-2012. Rapport HDSR01. Nico Jaarsma Ecologie en Fotografie, Den Hoorn. 60p + bijl.
- Jaarsma, N.G. (2013b): Integrale analyse ontwikkeling watersysteem Park van Luna. Rapport KKNH01. Nico Jaarsma, Ecologie en Fotografie, Den Hoorn. 59p.
- Jaarsma, N.G. (2016): Criteria voor prioritering locaties "kwaliteitsbaggeren". Nico Jaarsma E&F, Den Hoorn.
- Jaarsma, N.G. (2017): ESF8 - notitie toxiciteit HHNK. Nico Jaarsma E&F, Den Hoorn.
- Jaarsma, N.G. (2018a): Notitie PCLake modellering Krommenieër Woudpolder. Nico Jaarsma, Ecologie en Fotografie, Den Hoorn.
- Jaarsma, N.G. (2018b): ESF7 - organische belasting HHNK. Nico Jaarsma E&F, Den Hoorn.
- Jaarsma, N.G. (2018c): ESF7 - analyse waterbodengegevens HHNK. Nico Jaarsma E&F, Den Hoorn.
- [Jaarsma, N.G. & G. van Ee \(2014\): Herziening KRW doelen HHNK ten behoeve van SGBP1 en SGBP2. 14.38620. Nico Jaarsma Ecologie en Fotografie, Den Hoorn / Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Heerhugowaard. 94p.](#)
- [Jaarsma, N.G. & G. van Ee \(2016\): Herziening meetnetten en monitoring waterkwaliteit HHNK 2016-2021. 16.0107089. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Heerhugowaard. 65p.](#)
- [Jaarsma, N.G. & H. van Dam \(2020\): Doelen op maat 4.3 - 3. Aanpak systeemanalyses volgens ESF-methodiek. Rapport 1308-4-3. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-3.](#)
- [Jaarsma, N., H. van Dam & R. Bijkerk \(2017\): Doelen op maat 3. Uitwerking KRW-doelen voorbeeldsystemen. Rapport 2016-114. Koeman en Bijkerk bv, Haren / Nico Jaarsma Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn / Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 143p.](#)
- Jaarsma, N.G., M. Klinge & R. Pot, (red.) (2007): Achtergronddocument vissen. Expertgroep vissen.
- [Jaarsma, N.G., M. Klinge & L. Lamers \(2008\): Van helder naar troebel... en weer terug. Rapport 2008-04. STOWA, Utrecht. 73p. + bijl.](#)
- Janse, J.H. (2005): Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Proefschrift Wageningen Universiteit. 376p.
- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (red.) (2009): Europese natuur in Nederland: Zee en kust, Natura 2000-gebieden. KKNV Uitgeverij, Zeist. 248p.
- Janssen, M. & A. Salman (red.) (1992): Duinen voor de wind: een toekomstvisie op het gebruik en het beheer van de Nederlandse duinen. Stichting Duinbehoud, Leiden. 134p.
- Janssen, S.N., P.F.M. Verdonschot & G.H.P. Arts (1998): Typologie van zoete duinwateren gebaseerd op macrofauna, macrofyten, diatomeeën en milieuvariabelen. IBN-rapport 390. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 74p. + bijl.
- Jas (1994): Schilderij onder de loep. Het Peperhuis 1994(1): 6-7.
- Jelles, J.G.G. (1968): Geschiedenis van beheer en gebruik van het Noordhollands Duinreservaat. Mededeling 87. ITBON, Arnhem. 143p. + bijl.
- Jeugd, H. van der, B. Voslamber, C. van Turnhout, H. Sierdsema, N. Feige, J. Nienhuis & K. Koffijberg (2006): Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? Onderzoeksrapport 2006/02. SOVON, Beek-Ubbergen. 134p.
- Jong, H. de (2015): [De geologie van Texel](#).
- Jong, J.T. de (1965): Ontstaan en functie van de Amstelmeerboezem. Dienst der Zuiderzeewerken. 94p.
- Jongmans, A.G., M.W. van den Berg, M.P.W. Sonneveld, G.J.W.C. Peek & R.R. van den Berg van Saparoea (2013): Landschappen van Nederland. Geologie, bodem en landgebruik. Wageningen Academic Publishers. 942p.
- Jonker Hzn, H. (1960): Hoofdstukken uit de geschiedenis van de polder Wieringerwaard 1610-1960. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. Ellerman Harms, Amsterdam. 186p.
- Kalleveen, E. van (2010): Inventarisatie baggerwerkzaamheden 2011 - 2020. Rapport Y10121. Tjhuis Ingenieurs, IJsselstein. 22p. + bijl.

- Kalverdijk, S. & J. Flapper (2018): Droogmakerij Schermer: gemaal Wilhelmina op de monumentenlijst. Nieuwsbrief Erfgoed Alkmaar 53: 5.
- Kaptein, H. (1992): De landschappelijke ontwikkeling van het Schermereiland tot 1500. Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis 1: 47-57.
- Kemenade, J.A. & C.J.N. Versteden (1996): De Schermer en De Purmer / landinrichting. Voordracht 8. Gedeputeerde Staten van Noord-Holland, Haarlem. 4.
- Kesteren, D. van (2019): Ramon Hanssen: bodemdaling niet onderschatten, binnenstad verzakt, veen oxideert, koe verdwijnt. H<sub>2</sub>O 51(1): 8-12.
- Keijzer, C. & H. Jonker Hzn (1946): De Anna Paulownapolder 1846 - 1946. Meijer's Boek- en Handelsdrukkerij, Wormerveer (heruitgave 1979 door Waterschap Anna Paulownapolder). 254p.
- Kipp, R.M., M. McCarthy, A. Fusaro (2019): *Skeletonema potamos* (Weber) Hasle in Hasle & Evensen (1970): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, and NOAA Great Lakes Aquatic Nonindigenous Species Information System, Ann Arbor, MI. Revision Date: 8/8/2018, Access Date: 7/6/2019. 1p.
- KIWA & EGG (2007): Knelpunten en kansanalyse Natura 2000-gebied 87 - Noordhollands Duinreservaat. Kiwa Water Research / EGG-consult, Nieuwegein / Groningen. 21p.
- Kleiman, M. & A. Kreike (1999): Duinmeer Vogelenzang na de herinrichting: eindrapportage over de ontwikkeling van planten en dieren 1996/1997 (concept). Hoogheemraadschap voor de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland, Edam. 43p. + bijl.
- Kleiman, M. (2015): Ecologisch werkplan waterberging Saenegheest gemeente Bergen: naleving Natuurbescherming. Rapport 15.0018726. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 35p.
- Klein, J.D. (2011): Waterplan Harenkarspel Langedijk 2012 - 2016. Witteveen+Bos, Deventer. 46p. + bijl.
- Klein, J. de & R. Portielje (2008): Effecten van hydromorfologische ingrepen op de afleiding van de MEP/GEP voor nutriënten. Rapport 1611. Alterra, Wageningen. 47p.
- Kleinsman, W.B. (z.j.): [De bodemopbouw en enkele historische aspecten van het ruilverkavelingsgebied 'Schagerkogge'](#).
- Kleijn, D., M. van Riel & T.C.P. Melman (2011): Pilot onderzoek grauwe ganzen op Texel; effectiviteit van beheersmaatregelen en ontwikkelingen in landbouw- en natuurschade. Rapport 2307. Alterra, Wageningen. 82p.
- Klijn, J.A. (1981): Nederlandse kustduinen - geomorfologie en bodem. Proefschrift Landbouwhogeschool. Pudoc, Wageningen. 188p.
- Klomp, W.H. & S. Rohaan (2005): Zwanenwater Natuurvisie 2005 - 2022. Natuurmonumenten, 's-Graveland. 52p.
- Klomp, W.H. (1989): Het Zwanenwater: a Dutch dune wetland reserve. In: F. van der Meulen, P.D. Jungerius & J. Visser (Eds) Perspectives in coastal dune management. SPB Academic Publishers, The Hague. p. 305-312.
- Kloosterhuis, J.L. (1986): Bodemkaart van Nederland schaal 1: 50 000. Toelichting bij het kaartblad Texel. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 133p.
- Knoben, R.A.E. & E.T.H.M. Peeters (red.) (1997): Eco-atlas van waterorganismen. Deel II: fytoplankton en macrofyten. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer 38. 292p.
- Koenis, P. (2010): Recreëren rond zandwinput in Geestmerambacht. Van Vaarpolder naar Rijpolder 14. Waanders, Zwolle. p. 8-11.
- Kollen, J., B. Schmidt & R. Hotting (2006): Mini-estuarium in Velsen. H<sub>2</sub>O 39(21): 14.
- Kooiman, D. (1936): De zeeweringen en waterschappen van Noord-Holland (derde uitgaaf). Samsom, Alphen aan de Rijn. 1005p. + bijl.
- Koopman, L. (2017): Oude landschapselementen in de Starnmeer. Tussen Duin & Dijk 16(4): 20-22.
- Kooijman, A.M. & M. Besse (2002): On the higher availability of N and P in lime-poor than in lime-rich coastal dunes in the Netherlands. Journal of Ecology 90: 394-403.
- Kooijman, A.M., H. Noordijk & A. van Hinsberg, C. Cusell (2009): Stikstofdepositie in de duinen - een analyse van N-depositie, kritische niveaus, erfenissen uit het verleden en stikstofefficiëntie in verschillende duinzones. Universiteit van Amsterdam / Planbureau voor de Leefomgeving, Amsterdam / Bilthoven. 56p.
- Koren, L.G.H., F. van Knapen, J.E.M.H. van Bronswijk, W. Takken, P.A. Kager & H.J. van der Kaay (1999): Terugkeer van endemische malaria in Nederland uiterst onwaarschijnlijk. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde 143: 2544-2545.
- Korf, B. (1977): De biologische betekenis van het buitengebied van Zaanstad. Resultaten ecologisch onderzoek Zaanstreek 1974-1976. 86p. + bijl.
- Korf, B. (2018): Tussen duin en veen - natuur en landschap van het Oer-IJ-gebied. In: B. Buizer, P. Veel & H. van Weenen (red.) Atlas van het Oer-IJ-gebied. Stichting Oer-IJ / Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. p. 97-106.
- Kosian, M. (2013): Het vergelijken van historische zeekaarten in GIS. Geo-Info 2013-6: 3-9.
- Kossen, A. (2000): [Archief van het waterschap Texel \(1970-1993\)](#). Waterschap Hollands Kroon, Wieringerwerf. 12p.
- Koster, F. (1939): Natuurleven in en om Amsterdam: een gids voor den wandelaar. Scheltema & Holkema, Amsterdam. 156p. + bijl.
- Koster, F. (1940): Natuurmonumenten van Nederland. I. Scheltema & Holkema, Amsterdam. 207p.
- Kramer, M. (1908): In de Noorderveen te Assendelft. De Levende Natuur 13: 84-88.
- Kranenbarg, J. (2017): Overall waar water is, is vis? Het voorkomen van vissoorten in Hollandse duinwateren. Tijdschrift Ravon 19(65): 24-27.
- Kroon, H. de & H. de Jong (1983): Twee nieuwe brakke wateren op Texel: Wagejot en Ottersaat. Natura 80: 273-278.
- Kroon, T. (2013): Quickscan natuur en onderzoek rugstreepad Saenegheest. Rapport 201300151. Stichting Waterproef, Edam.
- Kruk, C. (2010): Morphology captures function in phytoplankton. A large-scale analysis of phytoplankton communities in relation to their environment. Proefschrift. Wageningen Universiteit. 117p.
- Kruijssen, B. (2007): De natuur van de Beemster anno 2006/2007. Ecologisch Adviesbureau B. Kruijssen, Santpoort. 29p.
- Kuyper, J. (1869): Gemeente-atlas van Nederland: Noord-Holland. Suringar, Leeuwarden. 126p.
- Kwaad, F.J.P.M. (2003a): [Het ontstaan van West-Friesland](#).
- Kwaad, F.J.P.M. (2003b): Hoorn en het binnenwater: enkele waterstaatkundige aspecten van Hoorn en omgeving in de 13e - 17e eeuw. Kwartaalblad van de Vereniging Oud-Hoorn 25: 5-43.
- Kwaadsteniet, P. de & C. Wegstapel (2013): Factsheets bij Ecologische Structuurvisie 2012 - 2022. Rapport R001-4824699PDK-kmi-V03: 104p.
- Laak, G.A.L. de & T.W.P.M. Aarts (2008): Effecten van aalscholvers op visbestanden. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. 32p. + bijl.
- Lambooj, H. (1987): Getekend land: nieuwe beelden van Hollands Noorderkwartier. Hoogheemraadschap Noordhollands Noorderkwartier, Alkmaar. 160p.
- Lambooj, H. (1991): Een eeuw schipperen. De omstreden kanalisatie van West-Friesland. Pirola, Schoorl. 159p.
- Lambooj, H. & D. Aten (2002): "De held sterft niet." Waterschapsconcentratie in Noord-Holland, 1916-2003. Uitgave 18. Vrienden van de Hondsbossche, Edam. 84p.
- Lamers, L. (2006): Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003-2006 (Fase 1). Rapport DK 2006/0570. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 286p.
- Lamers, L. (red.) (2010): Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2006-2009 (Fase 2). DKI Rapport 2010/dk134-O. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 251p.
- Lamers, L., S. Kosten & F. Smolders (2019): Huizen verzakken niet door het klimaat, maar door de landbouw. NRC Handelsblad 4 maart: 18-19.

- Landschap Noord-Holland (z.j.): Rondje Amstelmeer. Wandelen langs moeraseilandjes en natuurvriendelijke oevers. Wandelroute Amstelmeer (14km). 5p.
- Langbroek, W. & D. Tempelman (2019): Bijzondere soorten macrofauna in Noord-Holland. Stichting Waterproef, Edam. 5p.
- Lange, L. de & M.A. de Ruiter (red.) (1977): Biologische waterbeoordeling: methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft. 250p.
- Lange-Bertalot, H., G. Hofmann, W. Werum & M. Cantonati (2017): Freshwater benthic diatoms of central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment. Koeltz Botanical Books., Schmitt-Oberreifenberg. 942p.
- Langedijk, G.D. (1596): Zijper grondsoortenkaart. [Manuscriptkaart](#). Archives Nationales (N/III Pays Bas 17), Parijs.
- Leenaers, H. (2009): De Bosatlas van ondergronds Nederland. Noordhoff Uitgevers, Groningen. 96p.
- Leenaers, H. (red.) (2010): De Bosatlas van Nederland waterland. Noordhoff Uitgevers, Groningen. 104p.
- Leenen, I., C. Simons & E. de Swart (2017): Integraal plan zwemwateren 'Het Twiske'. Rapport 358470. Sweco. 34p. + bijl.
- Leentvaar, P. (1963): Dune waters in the Netherlands, I. Quackjeswater, Breede water and Vogelmeer. Acta Botanica Neerlandica 12: 498-520.
- Leentvaar, P. (1967): Duinmeren II: Zwanewater, Muy, Oerd en Van Hunenplak. Biologisch Jaarboek Koninklijk Natuurwetenschappelijk Genootschap Dodonaea. 229-266.
- Leentvaar, P. (1981a): Hydrobiologie van natuurlijke duinmeren. H<sub>2</sub>O 14: 188-191.
- Leentvaar, P. (1981b): Hydrobiology of dune waters. In: C.J. Smit, J. den Hollander & W.K.R.E. van Wingerden (Eds): Terrestrial and freshwater fauna of the Wadden Sea area. Report of the Wadden Sea Working Group. 10. Stichting Veth, Leiden. p. 127-146.
- Leentvaar, P. (1997): Communities of dune lakes. In: E. van der Maarel (Ed.) Ecosystems of the world 2C; dry coastal ecosystems, general aspects. Elsevier, Amsterdam. p. 297-322.
- Leentvaar, P. & L.W.G. Higler (1966): Duinplas de Muy op Texel. De Levende Natuur 69: 110-115.
- Lenssinck, F., K. van Houwelingen & Y. Egas (2018): Veenweiden innovaties / veenweiden beweiden. Wageningen Livestock Research. 72p.
- Leth, H. de [1730]: Nieuwe kaart van het Dykgraafschap van 't Ooster Baljuwschap van West-Vriesland genaamt Medenblick en de vier Noorder Coggen. 1p.
- Lever, K., M. Witteveldt, M. Heesakkers, N. Jonker, W. Ates, & W. van Dijk (2019): Biodiversiteit in Noord-Holland 2019. Provincie Noord-Holland, Haarlem. 29p.
- Liere, L. van (1979): On *Oscillatoria agardhii* Gomont: experimental ecology and physiology of a nuisance bloom-forming cyanobacterium. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. 100p.
- Linden, M. van der, K.A. Blokland, L.M.L. Zonneveld, R. van Ek & J. Runhaar (1994): Herstel van natte en vochtige ecosystemen: basisrapport. NOV-rapport 9.1. 208p. + bijl.
- Löffler, M., A.F. van der Spek & C. van Gelder-Maas (2011): Mogelijkheden voor dynamisch kustbeheer: een handreiking voor beheerders. Rapport 1204594-000. Deltares / Bureau Landwijzer / Rijkswaterstaat Waterdienst. 37p.
- Logemann & D., M. Breedveld (2008): Beheer- en inrichtingsplan Nationaal Park Duinen van Texel: periode 2008-2017. Rapport 110302.000352. Arcadis Nederland B.V., Assen. 74p.
- Londo, G. (1975): Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 52p.
- Londo, G. (1994): Duinen. In: H.M. Beije, L.W.G. Higler, P.F.M. Opdam, T.A.W. van Rossum & H.J.P.A. Verkaar (red.) Levensgemeenschappen (3e druk). Bos- en Natuurbeheer in Nederland 1. Backhuys, Leiden. p. 141-166.
- Loo, L.F. van (1992): Wat een pracht: monumenten en bezienswaardigheden in de gemeente Zijpe. Historische Vereniging 'De Zijpe', Zijpe. 120p.
- Loo, L.F. van (2010): Canon van de Zijpe: Zijpe in 40 vensters. Zijper Museum, Schagerbrug. 111p.
- Loon, H. van & W. Timmers (1987): Onderzoek naar de ontwikkeling van de vegetatie, water- en bodemkwaliteit in duinplassen. Rapport 220. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen. 108p. + bijl.
- Louwe Kooijmans, L.P., P.W. van den Broeke, H. Fokkens & A.L. van Gijn (Eds) (2005): The prehistory of the Netherlands. Amsterdam University Press, Amsterdam. 844p.
- Lucas, E. & E. Velema (2004): Water in Hollands Noorderkwartier: nu en in de toekomst. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Purmerend. 72p.
- Maaskamp, E. (1825): Het Groot Amsterdams Kanaal naar ontwerp van Jan Blanken. Collectie Provinciale Atlas - Kaarten en kaartboeken. Kaart., Amsterdam.
- Makkink, G.F. (1957): Testing the Penman formula by means of lysimeters. Journal of the Institution of Water Engineers 11: 277-288.
- Mann, H.G.T. (ca 1925): Bedijking van den Polder Het Koe gras in 1817 en de aanleg van het Groot Noordhollandsch Kanaal. In: W. Appel (red.) Het Groot Noordhollandsch Kanaal 1824-1924. Grafische Kunst-Inrichting Firma W. Appel Jr., Alkmaar. p. 167-174.
- Mantel, D. (2005): De Mijzenpolder: duizend jaar veen en water. Verloren, Hilversum. 168p.
- Manuel, E.B. (red.) (2005): Besluit tot aanwijzing van het beschermd dorpsgezicht Droogmakerij De Schermer gemeente Schermer (Noord-Holland) ex artikel 35 Monumentenwet 1988. Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist. 7p. + bijl.
- Massop, H.T.L. & W.C. Knol (2005): Historisch waterbeheer: een kwantitatieve benadering van historische watersystemen, definities en voorbeelden. Rapport 1145. Alterra, Wageningen. 169p.
- Meché-Jacobi, M. van der (1976): Typering van polderwater binnen de gemeente Zaanstad aan de hand van de epifytische diatomeeënflora in 1974-1975. Oecologisch Onderzoek Zaanstreek Tussentijds Rapport 3: 172p.
- Meirink, M. (2008): [Verzoetend Noorderkwartier](#). Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Afdeling Beleid en Onderzoek, Edam.
- Meirink, M. (2020): Afwenteling van stikstof en fosfor 2009 - 2014 en het aandeel van de effluentlozingen. Rapport 20.0084260. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Heerhugowaard. 35p.
- Melman, T.C.P. (1990): Slootkanten in veenweidegebieden: mogelijkheden voor natuurgerichte inrichting en beheer. CML Mededeling 64. Centrum voor Milieukunde, Leiden. 60p.
- Melman, T.C.P. (1991): Slootkanten in het veenweidegebied: mogelijkheden voor behoud en ontwikkeling van natuur in agrarisch grasland. Proefschrift RU Leiden. 338p.
- Meijden, R. van der (2005): Heukels' flora van Nederland, 23e druk. Wolters-Noordhoff, Groningen. 685p.
- Meyer, W. (1942): De plantengroei in de Veen. In: G.J. de Haan & P. Kelder (red.) Twiskeboek: verslag van de twee Natuurhistorische werkkampen gehouden tussen Zaanland en Ilpendam. Nederlandsche Jeugdbond voor Natuurstudie, Afdeling Zaanstreek. p. 9-16.
- Meijer, J., M. Bilius & G. Vriens (2017): Document PAS-gebiedsanalyse voor Texel. RVO / Provincie Noord-Holland, Haarlem. 112p.
- Meijer, J., S. Krap, H. Wondergem, R. Achter de Molen & E. Dorland (2016): Natura 2000-beheerplan Schoorlse Duinen (86). Rijksdienst voor Ondernemend Nederland / Staatsbosbeheer. 344p.
- Meijer, W. (1944): Venterreinen in Noord-Holland. Rapport Provinciale Planologische Dienst, Haarlem. 46 pp + vegetatietabellen.
- Meijer, W. (1949): Tussen Crommeny en IJsselmeer: een beschrijving van Waterland en Zaanstreek. Koninklijke Nederlandsche Toeristenbond A.N.W.B., Den Haag. 80p.

- Ministerie EZ (2017): Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied #87 Noordhollands Duinreservaat. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag. 76p.
- Moelker, H.P. (1987): Geschiedenis van Waterland 1. Repro Holland. 105p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers, & L. van Nieuwerburgh (red.) (2012): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA-rapport 2012-31. STOWA, Amersfoort. 378p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers, R. Buskens & F.C.J. van Herpen (red.) (2014): Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). Rapport 2013/14. STOWA, Amersfoort. 188p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers & L. van Nieuwerburgh (red.) (2016): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021 (tweede druk). STOWA-rapport 2012-31. STOWA, Amersfoort. 466p.
- Molen, D.T. van der, R. Pot, C.H.M. Evers, F.C.J. van Herpen & L. van Nieuwerburgh (red.) (2018): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027 (derde druk). STOWA-rapport 2018-49. STOWA, Amersfoort. 481p.
- Mulder, F.J., M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong (2003): De ondergrond van Nederland. Geologie van Nederland, deel 7. NITG-TNO. 379p.
- Mulder, J.R., M.K.N.M. Helmich & J.A. van den Hurk (1978): Ruilverkavelingsgebied Waterland-West, de Wijde Wormer en het Wormeren Jisperveld - Bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid. Deel I. Rapport 1351. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Mulder, P. (1972): Verkaveling Ursem 1969-1972. Historische Kring Ursem. Ursem. 28p.
- Mulder, R. (2013): Watersysteembeschrijving Texel. Dienst Landelijk Gebied.
- Nannes Gorter, C. (red.) [1926]: Het Groot Noordhollandsch Kanaal 1824-1924. Grafische Kunst-Inrichting Firma W. Appel Jr., Alkmaar.
- Nat, E. (2017): Park van Luna: vlakdekkende inventarisatie macrofyten 2015. Rapport 201600044. Waterproef, Edam. 12p.
- Nie, H.W. de (1997): Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen (2<sup>e</sup> herziene druk). Media Publishing, Doetinchem. 152p.
- Niemantsverdriet, T. (2019): Het kanaal dat Noord-Holland in tweeën spltijt. NRC Handelsblad 28 februari: 12-13.
- Niemeijer, A.F.J. (2016): Het maakbare land: ruilverkaveling, nieuw land en landontginning in de wederopbouwperiode (1940-1965). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort. 300p.
- Nieuwenhoven, P.J. van (1942): Onderzoek naar het voorkomen van submerse Phanerogamen, en van Gastropoden in het polderwater van Noordholland. Nederlandsch Kruidkundig Archief 52: 333-370.
- Nieuwenhuizen, F. (1988): Natuurleven in het Schoorlse duingebied. Pirola, Schoorl. 208p.
- Nieuwenhuijze, L. van, A. Elshof, C. Groenewoud, A. Nienhuis (2004): Wateratlas Nederland, pilot Texel. H+N+S Landschapsarchitecten / Elshof Advies / Arcadis, Utrecht. 43p.
- Nixdorf, B., U. Mischke & J. Rucker (2003): Phytoplankton assemblages and steady state in deep and shallow eutrophic lakes - an approach to differentiate the habitat properties of Oscillatoriales. Hydrobiologia 502: 111-121.
- Noordeloos, P. & J. Morsink (1946): Geschiedenis van den polder Het Grootslag. Kinheim, Heiloo. 219p.
- Noordhoff (2011): De Bosatlas van de geschiedenis van Nederland. Noordhoff Atlasproducties, Groningen. 576p.
- Noordtopics (2005): [Ondertekening convenant start uitvoering natuurontwikkeling Amstelmeer](#).
- Nijboer, R. & P.F.M. Verdonschot (red.) (2001): Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. Themanummer Werkgroep Ecologisch Waterbeheer 19. 77p.
- Nijland, R. (2012): Ganzen vergassen is wel effectief. De Volkskrant 26 juni.
- Nijssen, M., B. Wouters, J. Vogels, A. Kooijman, H. van Oosten, C. van Turnhout, M. Wallis de Vries, J. Dekker & I. Janssen (2014): Begrazingsbeheer in relatie tot herstel van faunagemeenschappen in droge duingraslanden: eindrapportage 2009-2013. Rapport 2014/OBN190-DK. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen. 143p.
- Oldenburger, J. (2011): Het Heimans-diorama in Artis, een Hollands duinlandschap verbeeld. Binnenstad 248: 75-76.
- Olthof, B., S. van Heesch, M. Noordermeer, M. Kooiman, F. Cornelisse, & N. Happel (2013): Beeldkwaliteitsplan Zeevang. Feddes/Olthof en Happel Cornelisse, Utrecht / Rotterdam. 81p.
- ONH (z.j.): [Het gemaal van de polder Zeevang](#).
- Oren, A. (2005): A hundred years of *Dunaliella* research: 1905-2005. Saline Systems 1-2: 1-14.
- Osté, A., N. Jaarsma & F. van Oosterhout (2010): Een heldere kijk op diepe plassen. Rapport 2010-38. STOWA, Amersfoort. 161 + 13p.
- Otto, J., J. IJff (1986): Geestmerambacht "een land, gelegen aan de rand van de hel". Elma, Noordscharwoude. 124p. + kaart.
- Ouwerkerk, S.J., W.P. Bodde, J. Leenders, D.D.G. Lagendijk & S. IJff (2018): Innovatieve kustversterking in de Hondsbossche Duinen. Land + Water 9: 30-31.
- OVB (1986): Cursus vissoorten: snoek. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Oye, P.N.L. Van (1965): Personalita: Neele Louwrina Wibaut - Isebree Moens, eighty years. Hydrobiologia 25: 317-320.
- Padisák, J., L.O. Crossetti & L. Naselli-Flores (2009): Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. Hydrobiologia 621: 1-19.
- Parmentier, F. (1998): De plantenkant van Waterland. Vereniging Agrarisch Natuurbeheer Waterland. 88p.
- PAS-bureau (2018): Gebiedsrapportage 2017 Natura 2000 gebied nr. 87 Noordhollands Duinreservaat. Utrecht. 41p.
- Plaats, H. (1952): Ruilverkaveling in Noord-Holland. De Speelwagen 7(2): 3.
- Pomarius, H. (2002): Bescherming waardevolle wateren in gespecialiseerd bollenteeltgebied, deelproject 1. Rapport 54300. Haskoning Nederland BV, Amsterdam. 62p. + bijl.
- Pomarius, H. (2006): Pilot haalbare KRW doelstellingen in het bollengebied Callantsoog. Royal Haskoning, 's-Hertogenbosch. 73p.
- Pomarius, H. & N. van Barneveld (2002): Bescherming waardevolle wateren in gespecialiseerd bollenteeltgebied, deelprojecten 2 en 3. Rapport 9M1944. Haskoning Nederland BV, Amsterdam. 135p. + bijl.
- Pons, L.J. & A.J. Wiggers (1959): De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. I + II. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap 76: 104-152; 77: 4-75.
- Pons, L.J. & M.F. van Oosten (1974): De bodem van Noordholland. Toelichting bij blad 5 van de Bodemkaart van Nederland schaal 1: 200 000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 193p. + bijl.
- Pons, L.J., J.L. Kloosterhuis & G.W. de Lange (1960): De bodemgesteldheid van Waterland. Rapport 501. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 53p. + bijl.
- Postma J.F. & C.M. Keijzers (2018): Ecologische sleutelfactor toxiciteit: berekeningen over de jaren 1990-2018. Ecofide, Weesp. 47p.
- Post, V.E.A. (2004): Groundwater salinization processes in the coastal area of the Netherlands due to transgressions during the Holocene. Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam. 138p.
- Pot, R. (1993): Natuurvriendelijke oevers langs kleine wateren. Werkdocument IKC-NBLF 29. IKC-NBLF, Wageningen. 79p.
- Pot, R. (2007): Veldgids water- en oeverplanten (2e druk). Veldgids 17. Uitgeverij KNNV, Utrecht. 352p.
- Pötz & H., P. Bleuzé (2009): Vorm geven aan stedelijk water. SUN Architecture, Amsterdam.
- Preston & C.D., J. Croft (1997): Aquatic plants in Britain and Ireland. Harley, Colchester. 365p.
- Prins, J. (1883): Geschiedenis van het hoogheemraadschap Waterland, onder de Grafelijke regeering, de Republiek en het Koninkrijk der Nederlanden. Ipenbaur & Van Seldam, Amsterdam. 62p. + 2 kaarten.
- Provinciale Waterstaat van Friesland (1978): Jaarverslag 1976. Leeuwarden.

- Provincie Noord-Holland (1999): Stilstaan bij waterkwaliteit: een achtergronddocument over het Stelsel Ecologische Normdoelstellingen behorende bij het tweede Waterhuishoudingsplan provincie Noord-Holland 1998-2002. Provincie Noord-Holland Haarlem. 192p.
- Provincie Noord-Holland (2010): Leidraad landschap en cultuurhistorie. Haarlem. 117p.
- Provincie Noord-Holland (2012): Atlas van de Natura 2000 duingebieden van Noord-Holland. Haarlem. 126p.
- Provincie Noord-Holland (2015): Factsheets waterlichamen Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. 623p.
- Provincie Noord-Holland (2016a): Natura 2000 beheerplan Polder Westzaan 2016-2022. Provincie Noord-Holland Haarlem. 205p.
- Provincie Noord-Holland (2016b): Natura 2000 beheerplan Ilperveld, Varkensland Oostzanerveld en Twiske 2016-2022. Provincie Noord-Holland Haarlem. 205p.
- Provincie Noord-Holland (2016c): Watergebiedsplan natuurontwikkeling Waalenburg. Provincie Noord-Holland Haarlem. 114p.
- Provincie Noord-Holland (2016d): Definitief ontwerp Waalenburg. 37p.
- Provincie Noord-Holland (2017a): Natura 2000 beheerplan Noordhollands Duinreservaat 2018-2024. Provincie Noord-Holland Haarlem. 248p.
- Provincie Noord-Holland (2017b): Natura 2000 beheerplan duinen Den Helder-Callantsoog 2018-2024. Provincie Noord-Holland Haarlem. 164p.
- Provincie Noord-Holland (2017c): Natura 2000 beheerplan Zwanenwater & Pettemerduinen 2018-2024. Provincie Noord-Holland Haarlem. 287p.
- Provincie Noord-Holland (2018a): Natuurbeheerplan 2018 (met kaarten op [maps.noord-holland.nl](http://maps.noord-holland.nl)). Haarlem. 85p.
- Provincie Noord-Holland (2018b): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Ensemble: Wieringen - Wieringermeer. 11p.
- Provincie Noord-Holland (2018c): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Ensemble: Koegras - Anna Poulwepolder. 11p.
- Provincie Noord-Holland (2018d): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Ensemble: Texel. 10p.
- Provincie Noord-Holland (2018e): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Ensemble: Zijpe- en Hazepolder. 11p.
- Provincie Noord-Holland (2018f): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Provinciale structuur: Noordzeekust. 14p.
- Provincie Noord-Holland (2018g): Prachtlandschap Noord-Holland! Leidraad landschap en cultuurhistorie. Ensemble: Noord-Kennemerland. 12p.
- Provincie Noord-Holland (2018h): Programma natuurontwikkeling 2019-2023. Provincie Noord-Holland Haarlem. 32p.
- Provincie Noord-Holland (2019): [Wezenlijke kenmerken en waarden van het NNN in Noord-Holland](#).
- PWN (2010): Gebiedsplan Noordhollands Duinreservaat 2009-2012. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Velsersbroek. 61p.
- Quak, J. (2014): Karper in Nederland: historie, teelt, omgeving, sportvisserij en beheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. 217p.
- Quak, J. & A. van der Spiegel (red.) (1992): Cursus visstandbeheer en integraal waterbeheer. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Raad voor de Wadden (2008): Zoet - Zoutovergangen: kansen voor herstel van zoet-zout overgangen in het Waddengebied. Advies 2008/02. Leeuwarden. 52p.
- Raam, J.C. van, E.X. m.m.v. Maier, J. Bruinsma, J. Simons & H. Stegenga (1998): Handboek kranswieren. Chara boek, Hilversum. 200p. + 27pl.
- Raat, A.J.P. (1988): Synopsis of biological data on northern pike *Esox lucius* L. FAO Fisheries synopsis 30. FAO, Rome.
- Ralfs, J. (1848): *The British Desmidiaceae*. Reeve, Benham & Reeve, Strand. 226p.
- Rappel, M. & C.M. Soonius (red.) (1994): In de bodem van Noord-Holland: geologie en archeologie. Lingua Terrae, Amsterdam. 285p.
- RCE (z.j.): Aandachtsgebied 16: Schermereiland. [Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed](#).
- Redeke, H.C. (1903): Plankton-onderzoekingen in het Zwanenwater bij Callantsoog. Bekroond antwoord op de prijsvraag, uitgeschreven door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. De erven Loosjes, Haarlem. 42p + bijl.
- Redeke, H.C. (1922): Zur Biologie der niederländische Brackwassertypen. Bijdragen tot de Dierkunde 22: 329-335.
- Redfield, A.C. (1958): The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist* 46: 205-221.
- Reh, W., C. Steenbergen & D. Aten (2005): Zee van land: de droogmakerij als atlas van de Hollandse landschapsarchitectuur. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormer. 340p.
- Remane, A. (1934): Die Brackwasserfauna. *Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft*. 34-74.
- Remane, A. & C. Schlieper (1971): Biology of brackish water (2nd rev. ed.). *Die Binnengewässer* 25. Schweizerbart, Stuttgart. 372p.
- Reynolds, C.S. (2006): Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, New York. 535p.
- Riet, B. van de, H. van der Goes, T. Baas, W. van den Tempel & F. Menkveld (2014): Atlas van de Noord-Hollandse flora. Landschap Noord-Holland, Heiloo. 424p.
- Riet, B. van de, E. van den Elzen, N. Hogeweg, F. Smolders, L. Lamers (2018): Herstel van een veenvormende veenmosvegetatie op voormalige landbouwgrond in veenweidegebieden: eindrapport van het project 'Omhoog met het Veen'. Rapport RP-17.055. Onderzoekcentrum B-ware, Nijmegen. 67p.
- Ringers, J.A. (1922): Rapport over de kanalisatie van Westfriesland. Commissie der Westfriesche Kanaalvereniging. 75p. + bijl.
- Roodzand, S. (2010): Voortoets peilbesluit Beemster: toetsing wet- en regelgeving van natuur. Rapport 293904. Grontmij, Alkmaar. 32p.
- Roos, R. (1995): Beweging kustlandschap, duinen en polders van Noord-Kennemerland. Schuyt & Co, Haarlem. 200p.
- Roos, R. (red.) (2009): Duinen en mensen: Kennemerland. Stichting Natuurmedia, Amsterdam. 225p.
- Roos, R. (red.) (2011): Duinen en mensen: Noordkop en Zwanenwater. Stichting Natuurmedia, Amsterdam. 225p.
- Roos, R. (red.) (2019): Bloeiende duinen. Natuurmedia, Goedereede. 238p.
- Roos, R. & N. van der Wel (red.) (2013): Duinen en mensen: Texel. Natuurmedia, Amsterdam. 169p.
- Rotteveel, J. & D. Hoogbeem (2018): Effecten van begrazing op natuurwaarden Harmplas: nulmeting. Rapport 18-004. Natuurlijke Zaken, Heiloo. 25p.
- Rouge, le (1748): La Hollande en 12 feuilles dont les six premières contiennent la Hollande septentrionale ou la partie septentrionale du comté de Hollande, le Texel, la Frise, Groningue, Drente et partie de l'Over-Yssel. Le tout dressé sur plusieurs cartes manuscrites et imprimées recueillies sur les lieux par l'auteur dédiée au Roy. Dezauche, Paris.
- Rutjes, H.A. (2012): Stadswaterbeoordeling van de Gemeente Stede Broec. Rapport 322248. Grontmij, Amsterdam. 32p.
- Ruijter, G. de, P. de Ruyter, T. van Vliet & J. van Westen (2004): Oerij voorbij het verleden: culturele planologie van het Oerij. 80p.
- Rijkswaterstaat (1950): Beschrijving van de Provincie Noord-Holland behorende bij de Waterstaatskaart. Staatsdrukkerij Uitgeverijbedrijf, 's-Gravenhage. 353p. + bijl.
- Rijkswaterstaat (1988): Beschrijving behorende bij de 5e editie van de waterstaatskaart Noord-Holland. Meetkundige Dienst, Delft. 61p. + 5 bijl.
- Rijn, D. van & R. Polderman (2010): Het water de baas: geschiedenis van de mechanische bemaling in Nederland. Verloren, Hilversum. 359p.



- Sande Lacoste, C.M. van der (1861): Over de vegetatie van Texel. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 1(5): 291-294.
- Sande, J.C.P.M. van de & T. Damm (2005): Basisvegetatiekartering Pettemerduinen. Rapport 2005-2. Van der Goes en Groot, Alkmaar. 85p. + bijl.
- Sande, J.C.P.M. van de & A.T.J. van Dulmen (2012): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Enkhuizen 2012. Rapport 201200269. Stichting Waterproef, Edam. 31p. + bijl.
- Sande, J.C.P.M. van de, T. Kroon & A. van Dulmen (2014): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Medemblik 2013. Rapport 201400035. Waterproef, Edam. 112p.
- Sande, J.C.P.M. van de, T. Kroon & A.T.J. van Dulmen (2012): Ecologische beoordeling stadswateren gemeente Medemblik 2013. Rapport 201200035. Stichting Waterproef, Edam. 56p. + bijl.
- Sarig, S. (1966): Synopsis of biological data on common carp *Cyprinus carpio* L. FAO Fisheries Synopsis 31.2. FAO, Rome.
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Jansen (red.) (2009): Europese natuur in Nederland: Laag Nederland, Natura 2000-gebieden. KKNV Uitgeverij, Zeist. 248p.
- Scharringa, C.J.G., W. Ruitenbeek & P.J. Zomerdijs (red.) (2010): Atlas van de Noord-Hollandse broedvogels 2005-2009. Samenwerkende Vogelwerkgroepen Noord-Holland (SVN), Landschap Noord-Holland, Castricum. 411p.
- Scheffer, M. (1998): Ecology of shallow lakes. Population and Community Biology Series 22. Chapman & Hall, London. 357p.
- Schenk, M. (2010): [Ruilverkaveling verandert aanblik Geestmerambacht](#).
- Schep, S.A. (2015): Watersysteemanalyse Park van Luna. Rapport STO170-1. Witteveen+Bos, Deventer. 37p. + bijl.
- Schep, S., B. van der Wal & T. van der Wijngaart (2015): Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie: toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1,2 en 3 in de praktijk. Rapport 2015/17. Stowa, Amersfoort. 28p.
- Schilstra, J.J. (1969): Wie water deert: het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland. Meijer Pers, Wormerveer. 263p. + kaart.
- Schilstra, J.J. (1971): Schermerland: mensen en molens. Waterschap 'De Schermeer', Schermerhorn. 216p. + bijl.
- Schilstra, J.J. (1974): In de ban van de dijk (De Westfriese Omringdijk). Uitgeverij en drukkerij "West-Friesland", Hoorn.
- Schilstra, J.J. (1979): Blik in het verleden. In: J.J. Schilstra, S. Hart, C. Eijerman, J. de Boer & R. van de Waal. De polder Oostzaan. Polder Oostzaan, Oostzaan. p. 9-79.
- Schilstra, J.J. (1981): De Heerhugowaard: de geschiedenis van de Huygenwaert. Stichting Den Huygen Dijk, Heerhugowaard. 160p.
- Schilstra, J.J., S. Hart, C. Eijerman, J. de Boer & R. van de Waal (1979): De polder Oostzaan. Polder Oostzaan, Oostzaan. 215p.
- Schipper, M. F. van Herpen, N. Evers N & L. van den Berg (2014): Actualisatie KRW doelen van de waterlichamen van HHNK op basis van achtergrondbelasting. Rapport BC8121101/R00002/905919/AH/Eind. Royal HaskoningDHV, Eindhoven. 41 pp. + bijl.
- Schmidt-van Dorp, A.D. (1978): De eutrofiering van ondiepe meren in Rijnland (Holland). Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht. 254p.
- Schoffelen, N. & M. de Haan (2019): Advies op hoofdlijnen lokale verdieping Alkmaarder- en Uitgeestermeer. Rapport BG7745WA-TRP1908271126. Royal Haskoning DHV, Amersfoort. 36p.
- Scholten, M., H. Foekema, H. van Dokkum, N. Kaag & R. Jak (2005): Eutrophication management and ecotoxicology. Springer, Berlin. 122p.
- Schönfeld, M. (1955): Nederlandse waternamen. Bijdragen en Mededelingen der Naamkunde-Commissie van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen te Amsterdam 6. Noord-Hollandse Uitgevers Maatschappij, Amsterdam. 319p.
- Schoorl, H. (1973): Zeshonderd jaar water en land. Wolters-Noordhoff, Groningen. 534p.
- Schoorl, H. (1979): 't Oge: het Waddeneiland Callensoog onder het bewind van de heren van Brederode en hun erfgenamen, de graven van Holstein-Schaumburg, tot de verkoop aan vier Hollandse heren, ca. 1250-1614. Hollandse Studiën 11. Historische Vereniging Holland, Hillegom. 389p.
- Schoorl, H. (1990): Kust en kaart: artikelen over het kaartbeeld van het Noordhollandse kustgebied. Pirola, Schoorl. 160p.
- Schorer, J.W.M. (1895): Profielen der Provincie Noordholland. Joh. Enschedé en Zn, Haarlem. 80 pp. tekst, 4 grote uitslaande platen met profielen, 1 uitslaande plaat met kaart.
- Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L. Renaud & F.J.E. van der Bolt (2008): Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Rapport 1700. Alterra, Wageningen. 34p.
- Schouten, A.A. [1979]: De Aangedijkte Landen en Wieringen. Martin Lammes, Wogmeer. 110p.
- Schreiner, J (1968): Het geheim van goede karpervangsten. Uitgeverij P. van Belkum, Amsterdam.
- Schreijer, M., R. Kampf, J.T.A. Verhoeven & S. Toet (2000): Nabehandeling van RWZI-effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: resultaten van een 4-jarig demonstratieproject op praktijkschaal op RWZI Eversteekoo, Texel 1995-1999. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Purmerend / Leerstoelgroep Landschapsecologie, disciplinegroep Geobiologie, Universiteit Utrecht, Utrecht. 104p.
- Schroevers, P. (1947): Verslag der plantensociologische inventarisatie van het gebied tussen het Zwanenwater en Petten. Manuscript in Natuurwetenschappelijk Archief (Naturalis). 29p.
- Schroevers, P.J. (1948): Verslag van de plantensociologische inventarisatie van het gebied tussen het Zwanenwater en Petten. Rapport. Staatsbosbeheer. 28p.
- Schuiling, R. (1927): Wieringen (vroeger en nu). Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap 44: 484-505.
- Schultz, E. (1992): [Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen](#). Proefschrift TU Delft. 507p.
- Siebel, H. & H. Doring (2006): Beknopte flora van Nederland en België. Uitgeverij KNNV, Utrecht. 560p.
- Siebel, H.N. (2005): [Indicatiegetallen blad- en levermossen](#).
- Siebel, H.N., R.J. Bijlsma & L.B. Sparrius (2013): Basisrapport voor de Rode Lijst mossen 2012. Rapport 14. Bryologische en Lichenologische Werkgroep, Oude-Tonge. 98p.
- Siffels, J.W. (1998): De Krommenieër Woudpolder, de Stierop en het Uitgeestermeer. In: E. Floris, R. van der Hut & J.W. Siffels (red.) Vogels kijken in de Zaanstreek. Vogelbeschermingswacht Zaanstreek, Zaandam. p. 96-103.
- Sival, F.P. & A.P. Grootjans (1996): Dynamics of seasonal bicarbonate supply in a wet dune slack: effects on organic matter, nitrogen pool and vegetation succession. *Vegetatio* 126: 39-50.
- Sluis, T. van der, A.G. Prins, G. van Wirdum (1995): Brak water in Westzaan. *De Levende Natuur* 96: 122-126.
- Sluimers, J.E. (1937): Langs de Twiske. *De Levende Natuur* 42: 204-209.
- Šmilauer, P. & J. Leps (2014): Multivariate analysis of ecological data using Canoco 5 (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge. 356p.
- Smit, P.H. (2017): Op Texel weten ze nu wat er aan de hand is: hierom kleurt het Wagejot felroze. *De Volkskrant* 19 juli.
- Smits, H. (1991): Waar is de blanke top? De duinen verruigen. *Vrij Nederland* 41(41): 52-55,58-59.
- Smolders, A.J.P., J.M.H. van Diggelen, J.J.M. Geurts, M.D.M. Poelen, J.G.M. Roelofs, E.C.H.E.T. Lucassen & L.P.M. Lamers (2013): Waterkwaliteit in het veenweidegebied: de complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30: 145-153.
- Snoordijk, D. (red.) (2011): Ruilverkaveling. *Gids Cultuurhistorie* 18. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort. 8p.
- Sparrius, L., B. Odé & R. Beringen (2014): Basisrapport Rode Lijst vaatplanten 2012 volgens Nederlandse UICN-criteria. Rapport 57. FLO-RON, Nijmegen. 179p.

- Sparreboom, C.J. (1683): [Fragment van een raam uit de kerk van Hoogwoud. Brandschildering](#). Zuiderzeemuseum.
- Spek, E. van der (2013): Heel veel driedoornige stekelbaarsen namen vistrap in Moksloot op Texel. [Boswachtersblog](#).
- Stauffert (1847): Ueber die Entwässerungen in Holland. Zeitschrift für Erdkunde 6: 356-395.
- Steenbergen, C., W. Reh, S. Nijhuis & M. Pouderoijen (2009): De polderatlas van Nederland: pantheon der Lage Landen. Thoth, Bussum. 512p.
- Steenbergen, H.A. (1993): Macrofauna-atlas van Noord-Holland: verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. Basisinformatie 7. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Haarlem. 651p.
- Stierp, N.V. (1637): Kaart van het Alkmaardermeer en omgeving. Provinciale Atlas NL-HlmNHA\_560\_001399\_G, Akersloot. 1p.
- Stoffelsen, G.H., J.R. Milder & J.A. van den Hurk (1977): Ruilverkavelingsgebied Waterland-Oost - Bodemgesteldheid en bodemgeschiedheid. Deel I. Rapport 1271. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Stolk, R. (2012): Stadswaterbeoordeling van de Gemeente Hoom 2012. Rapport 322248. Grontmij Nederland, Amsterdam. 78p.
- Stolk, R. & T. van Haaren (2011a): Beoordeling van de stadswateren gemeente Beverwijk en Heemskerk. Rapport 309785. Grontmij Nederland, Amsterdam. 68p.
- Stolk, R. & T. van Haaren (2011b): Beoordeling van de stadswateren in Drechterland. Rapport 309785. Grontmij Nederland, Amsterdam. 39p. + bijl.
- Stolk, R. & T. van Haaren (2011c): Beoordeling van de stadswateren in Heiloo. Rapport 309785. Grontmij Nederland, Amsterdam. 39p. + bijl.
- STOWA (2001a): Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren. Rapport 2001-17. STOWA, Utrecht. 36p.
- STOWA (2001b): Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren; gebruikershandleiding. Rapport 2001-18. STOWA, Utrecht. 64p.
- STOWA (2014): De ecologische sleutelfactoren: begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. Rapport 2014-19. STOWA, Amersfoort. 44p.
- STOWA [2014]: Stad van de Zon: Park van Luna - PC Lake. Factsheet. 2p.
- STOWA (2018): Informatiebladen ecologische sleutelfactoren stilstaande en stromende wateren. Rapport 2018-24. STOWA, Amersfoort. 32p.
- Streefkerk, C., J. Werner & F. Wieringa (1994): Perfect gemeten: landmeters in het Hollands Noorderkwartier ca. 1550-1700. Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. 112p.
- Stuart, J. (red.) (2014): Beleef Noord-Holland op z'n mooist: natuur en wandelgids van Landschap Noord-Holland. Stichting Landschap Noord-Holland, Heiloo. 240p.
- Stuyfzand, P.J. (1985): Hydrochemie en hydrologie van het duingebied tussen Egmond en Wijk aan Zee. Rapport SWE-85.012. KIWA N.V., Rijswijk. 201p.
- Stuyfzand, P.J. (1989): Hydrochemie en hydrologie van duinen en aangrenzende polders tussen Egmond aan Zee en Petten. Rapport SWE 87.001. KIWA N.V., Nieuwegein. 239p.
- Stuyfzand, P.J. & F. Lüers (1992): Hydrochemie en hydrologie van duinen en aangrenzende polders tussen Callantssoog en Petten. Rapport SWE 92.008. KIWA N.V., Nieuwegein. 95p.
- Stuyfzand, P.J. & L. Reiniers (1990): Verzuring van grondwater in kalkarme duinen bij Schoorl, met gevolgen voor sporenelementen. H<sub>2</sub>O 23(2): 24-29.41.
- Stuyfzand, P.J., F. Lüers & G.K. Reijnen (1994): Geohydrochemische aspecten van methaan in grondwater in Nederland. H<sub>2</sub>O 27: 500-510.
- Suringar, W.F.R. (1895): Verslag van de botanische excursie naar de duinstreek tusschen Kallantssoog en Petten d.d. 31-08-1891. Nederlandsch Kruidkundig Archief 6(2): 201-201, 234-240.
- SWN (2018): Varen doe je samen: knooppunten vaarwegen Noord-Holland. Stichting Waterrecreatie Nederland, Amsterdam. 30p.
- Tabor, J. (2010): Investigating the investigative task: testing for skewness. An investigation of different test statistics and their power to detect skewness. Journal of Statistics Education 18(2): 13p.
- Tammes, P.M.L., J.G.G. Jelles & A.D. Voûte (red.) (1964): Rapport van de Adviescommissie Noordhollands Duinreservaat. Mededeling 69A. Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Arnhem. 50p.
- Tanck, M., H. Baars, K. Kohlmann, J. van der Poel & J. Komen (2000): Genetic characterization of wild Dutch common carp (*Cyprinus carpio* L.). Aquaculture Research 31: 779-783.
- Tanis, H., M. Fennema, B. Brederveld, N. Jaarsma, M. Droog, H. Aalderink, J. Langeveld & S. Schep (2018): Ecologische sleutelfactor organische belasting (hoofdrapport). STOWA, Amersfoort. 44p.
- Tanis, J.J.C. (1967): Het Amstelmeer, een reservaat met vele kwaliteiten. De Levende Natuur 70: 258-264.
- Telesh, I.V., H. Schubert, S.O. Skarlato (2011): Revisiting Remane's concept: evidence for high plankton diversity and a protistan species maximum in the holohalanicum of the Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 421: 1-11.
- Tempelman, D. (2011): Brakwaterdieren Texel: inventarisatie van macrofauna in binnendijks brakke wateren langs de Waddendijk op Texel, najaar 2011. Rapport 304632. Grontmij, Amsterdam. 69p.
- Tempelman, D. (2012): Borstelwormen in binnendijkse brakke wateren op Texel. Tussen Duin & Dijk 11(2): 4-6.
- Tempelman, D. (2020): Beheer met grote grazers en invloed op waternatuur in duinpoelen: onderzoek naar macrofauna, waterplanten en chemie in relatie tot beheer met grote grazers in het Noordhollands Duinreservaat, 2019. Tempelman Ecologie i.s.m. Stichting Waterproef, Amsterdam. 209p.
- Terpstra, P. (1980): 50 jaar Wieringermeer. M.A. van Seijen, Leeuwarden. 199p.
- Terwan, P. & J. Stoop (2017): Boeren in Waterland: streekbewoners over veranderingen in het landschap. Matris, Utrecht. 144p.
- Terwan, P., A. Guldmond & W. Menkveld (2000): Water in Waterland. Samenwerkingsverband Waterland, Purmerend. 38p.
- Thijssse, J.P. (1927): Texel. Verkade, Zaandam. 96p.
- Timmerman, L.A. (2017): Middeleeuwse agrarische veenontginningen in de Vier Noorder Koggen. Een interdisciplinair onderzoek naar de opbouw van het natuurlijke landschap en de kolonisatie- en ontginningsgeschiedenis van West-Friesland (800 - 1300). Masterscriptie Landschapsgeschiedenis. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen / Broek op Langendijk.
- Tongeren, O. van (2016): Associa short guide: Assignment of relevés or samples to community types. Data-Analyse Ecologie, Arnhem/Diever. 26p.
- Tongeren, O. van, N. Gremmen & S. Hennekens (2008): Assignment of relevés to pre-defined classes by supervised clustering of plant communities using a new composite index. Journal of Vegetation Science 19: 525-536.
- Tresling & Co. ([1920]): Hollands Noorderkwartier omstreeks 1300. Blad IX van een losbladige topografisch - thematische atlas van Nederland. Gebroeders van Cleef, Waterlands Archief WAT001019836. 1p.
- Trouw, J. (1948): De West-Nederlandsche veenplassen: historisch-planologisch. Allert de Lange, Amsterdam. 220p.
- US [1984?]: Hydrobiologisch onderzoek Amstelmeerboezem. Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland, Edam. 73p.
- Vaart, L. van der (2015): Verslag ganzen- en zwanentelling september '15. [Natuurvereniging Wierhaven](#).
- Veen, J. van der & A. van Breugel (2012): Gemeente Heerhugowaard: een historisch-geografische inventarisatie (inclusief de karakteristieke bebouwing). Cultuurcompagnie Noord-Holland, Alkmaar. 113p.

- Veenhuysen, J., (ca 1961): Van vaarpolder tot rijpolder: de ruilverkaveling Hensbroek ([film](#)). Grontmij.
- Veenman, R. (2012): Land van dijken, sluisen en sloten: over de wisselwerking tussen waterstaat, economie en maatschappij in de Zaanstreek. In: E. Beukers & C. van Sijl (red.) *Geschiedenis van de Zaanstreek*, deel 1. W Books, Zwolle. 193-217.
- Veer, R. van 't (2007): [091 Polder Westzaan gebiedsanalyse M16L](#). 70p.
- Veer, R. van 't & D. Hoogetboom (red.) (2016): *Atlas van de Natura 2000 gebieden in Laag Holland: actualisatie 2015*. Provincie Noord-Holland, Haarlem. 112p. + bijl.
- Veer, R. van 't, J. van der Geld & K. Scharringa (2009): *Kernkwaliteiten Laag Holland: weidevogels en moerasvogels*. Landschap Noord-Holland / Van 't Veer & De Boer Advies. 118p.
- Veer, R. van 't, T. Kisjes & N. Sminia (2012): *Natuuratlas Zaanstad*. Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormer. 320p. + CD (bijlagen).
- Veld, D. ter & B. van der Wal (2015): *Ecologische sleutelfactoren in het kort*. Rapport 2015-31. STOWA, Amersfoort.
- Veld, D. ter (2020): *Op naar AHN4*. *Geo-Info 2020-2*: 22-27.
- Veldhuizen, R. (2014): *Zwemwaterprofiel Ursemmerplas 2010-2013*. Rapport BL-RD20130310/8. Royal HaskoningDHV B.V., Amersfoort. 47p.
- Velstra, J., G. van Staveren, J. Oosterwijk, R. van der Werf, L. Tolk, & K. Groen (2013): *Verziltingsstudie Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier*. Acacia Water, Gouda. 175p.
- Ven, G.P. van de (red.) (1993): *Leefbaar laagland; geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland*. Matrijs, Utrecht. 303p.
- Ven, G.P. van de, J.P. Burggraaff, P. Huisman, R. Lageman, K.J. Provoost, & L. Sentis-Senden (1986): *Atlas van Nederland*. Deel 15. Water Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 23p.
- Verdonschot, P. & S.N. Jansen (2000): *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren*. Deel 12. Zoete duinwateren. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland". Rapport EC-LNV AS-12. Expertisecentrum LNV, Wageningen. 80p.
- Verdonschot, P.F.M. (1990): *Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel: het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum / Provincie Overijssel, Zwolle. 301p.
- Verkade, M.A. (1982): *Den derden dach: ontstaan en ontwikkeling van de Polder Westzaan*. Waterschap Het Lange Rond, Alkmaar. 304p.
- Vermaat, J.E., J. Harmsen, F.A. Hellmann, H.G. van der Geest, J.J.M. de Klein, S. Kosten, A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, R.G. Mes & M. Ouboter (2013): *Sulfaatbronnen in het Hollandse veenlandschap*. *Landschap* 30(1): 5-13.
- Verstijnen, Y., M. Schipper & M. de Haan (2017): *Zwemwaterprofiel Alkmaardermeer*. Rapport WATBE9568r001f1.0. Royal HaskoningDHV, Eindhoven. 42p.
- Visbeen, F., N. Raes & K. Scharringa (2009): *Opkrikplannen voor weidevogelgebieden in Laag Holland*. Landschap Noord-Holland, Heiloo. 83p.
- Visbeen, F., K. Scharringa & E. Raes (2010): *Ganzen in Noord-Holland in de zomer van 2008 en 2009*. *Van Duin tot Dijk* 3: 4-7.
- Visser, H. (2019): *Hollands bolwerk*. *VPRO-gids* 16: 22-23.
- Vlis, J.A. van der (1975): *Lant van Texsel: een geschiedschrijving*. bv/vh Langeveld en de Rooy, Den Burg. 528p.
- Voet, T. van der (2011): *MER Peilbesluit Beemster*. Rapport 293904. Grontmij, Alkmaar. 77p. + bijl.
- Vos, A.P.C. de (1930): *Über die Verbreitung der aquatilen Insektenlarven in den Niederlanden*. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 24: 485-506.
- Vos, A.P.C. de (1939): *Over de oever- en bodemfauna der binnendijsche kolken langs de kust van het IJsselmeer*. *Handelingen van de Hydrobiologische Club* 2: 1-9.
- Vos, A.P.C. de (1954): *Over de oever- en bodemfauna der binnendijsche kolken langs de kust van het IJsselmeer*. In: L.F. de Beaufort (red.) *Veranderingen in de flora en fauna van de Zuiderzee (thans IJsselmeer) na de afsluiting in 1932*. Nederlandse Dierkundige Vereniging, Amsterdam.
- Vos, P.C. (2015): *Origin of the Dutch coastal landscape: Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series*. Proefschrift Universiteit Utrecht. Barkhuis Publishing, Groningen. 359p.
- Vos, P.C., J. Bazelmans, H.J.T. Werst & M.J. van der Meulen (2011): *Atlas van Nederland in het Holoceen*. Bert Bakker, Amsterdam. 94pp.
- Voskuil, B.V. & V. Westzaan (1995): *"Van poldergasten, waaierluizen en vlotbruggen": de geschiedenis van het Noordhollandsch Kanaal*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, Amsterdam. 95p.
- Vries Azn, G. de (1864a): *De zeeeringen en waterschappen van Noord-Holland*. J. Enschedé & Zonen, Haarlem. 699p.
- Vries Azn, G. de (1864b): *De kaart van Hollands Noorderkwartier in 1288*. Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd Letterkunde, Amsterdam. 104p. + bijl.
- Vries, J.J. de (1975): *Inleiding tot de hydrologie van Nederland*. *Chemie en Techniek Cahier* 2. Rodopi, Amsterdam. 78p.
- Vugt, A. van, G. Oude Essink & A. Biesheuvel (2003): *Modellering van het zoet-zout grondwatersysteem op Texel*. *Stromingen* 9: 33-46.
- Waal, D. de (2009): *De Drieban van varen naar rijden*. 105p.
- Waghenaer, L.J. (1584): *De vermaerde stromen, Tvlie ende Tmaersdiep, opstreckende inde Zuijder Zee, voorbij Enckhuijsen tot Amstelredam, met alle sanden plaeten en ondiepten opde selve stroomen geleghen*. Lucas Ioannes Aurigarius D.D. Doetecum. zeekaart.
- Waiboer, A.J., A. Wiedijk & J.H. Oudt (1945): *100 jaar Waard en Groet 1844 - 1944*. Drukkerij Trapman, Schagen. 111p.
- Waiboer, J.J. (2012): *Ganzenprobleem is maatschappelijk probleem*. *Akkermagazine* 9: 28.
- Wakker, P. (1853): *De kwijnende landbouw in de polder Westzaan of vlugtige blikken in dien polder, ook met betrekking tot het wegnemen van drie dammen en gronden*. J. Schuitemaker, Purmerend. 60p.
- Wallenburg, C. van (1975): *Kattekleigronden en potentiële katteklei in droogmakerijen in het westen van Nederland*. *Boor en Spade* 19: 116-133.
- Wartena, J.G.R. (1964): *Over de plantengroei van een nieuw duinmeer bij Schoorl*. *De Levende Natuur* 67: 205-212.
- Wartena, J.G.R., [1965?]: *Natuur en landschap van Waterland: tussen Amsterdam en Monnikendam*. Staatsbosbeheer, Utrecht. 148p.
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra (1985-1994): *Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 1-5*. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.
- Weenink, S. (1974): *Het Ilperveld*. Rapport. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Weerts, H.J.T., P. Cleveringa, J.H.J. Ebbeng, F.D. de Lang & W.E. Westerhoff (2000): *De lithostratigrafische indeling van Nederland - Formaties uit het Tertiair en Kwartair, versie 2000*. TNO-rapport NITG 00-95-A. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht. 86p.
- Weevers, T. (1902): *Zwanewater bij Callantsoog*. *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging*, 2e serie. 28.
- Wentink Dzn, T. (1976): *Requiem voor een polder: een terugblik in de historie van de laatste eeuw van het Waterschap De Uitgeester- en Heemskerkerbroek*. Waterschap De Uitgeester en Heemskerkerbroek, Heemskerk. 256p.
- Werff, E. van der (1991): *De Schagerkogge: 100 jaar waterstaatsgeschiedenis (1650-1750)*. *West-Friesland Oud en Nieuw* 58: 49-60.

- Werkgroep Hydrobiologie Holland (2000): Richtlijnen voor onderzoek naar fytoplankton en epifytische diatomeeën in Noord- en Zuid-Holland, deel 1 en 2.
- Werkgroep Natuur Westzaan (1994): Rapportage van de Werkgroep Natuur Westzaan: bundeling van bijdragen ten behoeve van de planvorming van de Herinrichting Westzaan. Landinrichtingsdienst Noord-Holland, afd. Ontwikkeling en Evaluatie, Haarlem.
- Wesseling, M. (2017): Waarom we de grootste bloedzuiger van Nederland moeten beschermen. [www.trouw.nl](http://www.trouw.nl) 10 augustus 2017.
- Westenberg, J. (1961): Oude kaarten en de geschiedenis van de Kop van Noordholland. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, afd. Natuurkunde 23(2). 72p.
- Westenberg, J. (1974): Kennemer dijkgeschiedenis. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, afd. Natuurkunde, Eerste Reeks 27(2). 159p.
- Westhoff, V. & M.F. van Oosten (1989): Veranderingen in vegetatie en landschap op de Waddeneilanden. *De Levende Natuur*. 210-214.
- Westhoff, V. & M.F. van Oosten (1991): De plantengroei van de Waddeneilanden. *Natuurhistorische Bibliotheek* 53. Uitgeverij KNNV, Eindhoven. 272p.
- Wetzel, C.E., L. Ector, B. Van de Vijver, P. Compère & D.G. Mann (2015): Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta). *Fottea* 15: 203-234.
- WGA (2001): Peilbesluit Geestmerambacht (met toelichting). Waterschap Groot-Geestmerambacht, Alkmaar. 21p. + bijl.
- WGA (2002): Vaststelling peilbesluit Heerhugowaard. Waterschap Groot-Geestmerambacht. 3p. + bijl.
- Wibaut-Isebree Moens, N.L. (1931-1939): Zoutgehalte van boezem- en polderwater in Noord-Holland. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 141: 202-291, 42: 347-354, 44: 146-192, 46: 913-961, 49: 106-163.
- Wibaut-Isebree Moens, N.L. (1959): Verzilting en ontzilting van water in Nederland. *Water, Bodem, Lucht* 49: 84-100.
- Wielen, H. van der (2016): Waterplan Enkhuizen-Medemblik. Rapport 275649. AnteaGroup, Heerenveen. 32p. + bijl.
- Wieringa, F. (2010): Watersnood in Waterland: de ramp van 1825. Uitgave 27. Vrienden van de Hondsbossche, Kring voor Noord-Hollandse Waterstaatsgeschiedenis, Edam. 64p.
- Wieringer Courant (1940): De ruilverkaveling te Wieringen. *Wieringer Courant* 17 feb: 1.
- Wilt, R.S. de, M.J. Kroes, G.A.J. de Laak & W.A.M. van Emmerik (2007): Behoud Westzaankarper in polder Westzaan. *Sportvisserij Nederland*, Bilthoven. 100p.
- Winter, J.B. de (1969): *Karpervissen*. Elsevier, Amsterdam.
- Wintermans & G., N.M.J.A. Dankers (2003): Een eerste indicatie van mogelijkheden en knelpunten bij het realiseren van een geleidelijke zout-zoet overgang in het Balgzandkanaal. Rapport 685. Alterra, Wageningen. 31p.
- Wit, K.E. (red.) (1982): Grond- en oppervlaktewater Noord-Holland benoorden het IJ. *Regionale Studies* 16. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen. 185p.
- Witjes, T.G.J. (2000): Groot geohydrologisch onderzoek Texel. Witteveen+Bos, Deventer. 73p. + bijl.
- Witjes, T.G.J., A.G. Posthumus, P. Holtes & A. Mak (1997): Waterkerend scherm gaat verdroging Zwanenwater tegen. *H<sub>2</sub>O* 30: 220-223.
- Witteveen+Bos (2014a): KRW doelen HHNK; vergelijking van de achtergrondbelasting met de kritische grens voor 42 waterlichamen bij HHNK. Rapport HHWB-1-P/14.023.555. Deventer. 60p.
- WLR (1990): Peilbesluit Eilandspolder: Bijlage 9-27. Waterschap Het Lange Rond. 5p.
- WLR (1996): Peilbesluit Schermer-Zuid. Waterschap Het Lange Rond, Alkmaar. 23p. + bijl.
- WLR (2000): Peilbesluit Noord-Kennemerland. Waterschap Het Lange Rond, Alkmaar. 19p. + bijl.
- WLR (2002): Peilbesluit Midden Kennemerland, met toelichting. Waterschap Het Lange Rond, Alkmaar. 118p.
- Woets, D. [1972]: *Vogels van het Zwanenwater*. Publikatie Vogelwerkgroep Noordhollands Noorderkwartier. Klaas Woudt, Zaandijk. 127p.
- Wolters-Noordhoff Atlas Producties (1990): *Grote historische atlas van Nederland* 1: 50 000. 1. West-Nederland 1839-1859. Wolters-Noordhoff Atlas Producties, Groningen. 103p.
- Wongergem, H. (2010): Mossen in het Robbenoord- en Dijkgatbos (Wieringermeer). *Buxbaumia* 87: 41-52.
- Wongergem, H.E. & C.J.W. Bruin (2003): Monitoring hogere en lagere planten in de Pirolavallei en het Vogelmeer in de Schoorlse Duinen. Staatsbosbeheer, Regio Noord-Holland, Alkmaar.
- Wongergem, H.E. & P.C. Schipper (2012): Zestig jaar bosontwikkeling in de Wieringermeer. *De Levende Natuur* 130: 180-187.
- Wongergem, H.E., S. Krap, G. Vriens & B. van de Brink (2017): Document PAS-gebiedsanalyse voor Schoorlse Duinen (86). 89p.
- Wortel, T.P.H. (1960): Over de geschiedenis van het Alkmaardermeer. *De Waterkampioen* 1046: 885-888.
- Wouda, T. (2020): Boeren Mijzenpolder onzeker over natuurplannen provincie. [www.nieuweoogst.nl](http://www.nieuweoogst.nl) 14 februari: 1p.
- WW (1997): Peilbesluit Waterlandsboezem. Besluit 9701709. Waterschap de Waterlanden, Edam. 12p.
- Zaanstad.Nieuws (2017): [Verbraking van de polder Westzaan kost boeren nog steeds hoofdbrekens](#).
- Zadelhoff, F.J. van (1981): *Nederlandse kustduinen: geobotanie*. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen. Pudoc, Wageningen. 121p.
- Zeiler, F.D. (1998a): De dubbele bodem: verkenningen op en onder het maaienveld van de Zaanstreek. *Zaans Museum, Zaandam / Immerc, Wormer*. 72p.
- Zeiler, F.D. (1998b): De geschiedenis van de Zaanse bodem: een reeks profielreconstructies tussen Groenedijk en Twiske. In: F.D. Zeiler (red.) *De dubbele bodem: verkenningen op en onder het maaienveld van de Zaanstreek*. *Zaans Museum, Zaandam / Immerc, Wormer*. p. 15-21.
- Zeiler, F.D. (1998c): De vroegste bewoning van Wormer. Een poging tot reconstructie. In: F.D. Zeiler (red.) *De dubbele bodem: verkenningen op en onder het maaienveld van de Zaanstreek*. p. 37-44.
- Zeilmaker, R. (2019): In beeld: Verbouwing Polder Waalenburg (Texel) tot Natte Droom. [Interessante Tijden: Ecologie voor de 21e eeuw](#).
- Zeller, F.D. (2018): Waterstand en waterstaat in het Oer-IJ-gebied (circa 950 - circa 1600). In: B. Buizer, P. Veel & H. van Weenen (red.) *Atlas van het Oer-IJ-gebied*. Stichting Oer-IJ / Stichting Uitgeverij Noord-Holland, Wormerveer. p. 133-141.
- Zinderen Bakker, E.M. van (1947): *De West-Nederlandse veenplassen*. Een geologische, historische en biologische landschapsbeschrijving van het water en moerasland. Allert de Lange, Amsterdam. 134p.
- Zoetemeyer, R.B. & B.J. Lucas (2007): *Basisboek visstandbeheer*. Sportvisserij Nederland, Bilthoven. 112p.
- Zuurbier, S.P.A. (1986): De Sectie C van Castricum. Jaarboek 9. Stichting Werkgroep Oud-Castricum, Castricum. p. 12-15.
- Zuurbier, S.P.A. (1989): Het bestuur van de Castricumerpolder. Jaarboek 12. Stichting Werkgroep Oud-Castricum, Castricum. p. 12-22.
- Zwet, H. van (2004): De financiering van een droogmakelij in de 17de eeuw: een financiële analyse van de bedijking van de Schermer, 1633-1638. *Holland Historisch Tijdschrift* 2004-3: 205-236.
- Zwet, H. van (2009): Lofwaardighe dijkagies en miserabele polders: een financiële analyse van landaanwinningsprojecten in Hollands Noorderkwartier, 1597-1643. *Verloren*, Hilversum.
- Zwijnenberg, E. & B. Slooten (2014): De wateren, polders en molens rond Heiloo. *Heyloor Cronyck* 8(2): 48-66.

# Bijlagen



## Bijlage I. Ruilverkavelingen en peildalingen

In elk van de KRW-gebieden is het historisch verloop van het zomerpeil nagegaan door drie tot zeven locaties uit te kiezen in de wat grotere peilvakken (zeer kleine peilvakken rond bebouwing zijn overgeslagen). Met verschillende edities van de Waterstaatskaarten van vijf perioden tussen 1866 en 1984 en de gegevens van het waterschap uit de periode 2015 – 2017 zijn per locatie tijdreeksen van het zomerpeil opgesteld. Per KRW-gebied zijn hiervan de gemiddelden per periode berekend. De gemiddelden zijn niet gewogen naar de oppervlakten van de peilvakken. De periodegemiddelden zijn afgetrokken van de gemiddelden uit de periode 1870 en per gebied vermeld in onderstaande tabel.

Groep	Gebied		Zomerpeil t.o.v. 1870 (m)					RVK of LI		Aantal peilvakken					
	Nr	Naam	1915	1945	1970	1985	2016	periode	effect	1870	1915	1945	1970	1985	2016
<i>Met ruilverkaveling (RVK) of landinrichting (LI)</i>															
	202	Twiske	-0,25	-0,28	-0,43	-1,78	-1,29	1941-'57 <sup>a</sup>	-0,15	1	1	2	1	6	6
	210	Eilandspolder	-0,24	-0,09	-0,18	-0,18	-0,42	1951-'88	-0,10	5	6	6	5	5	53
	230	Zeevang	-0,39	-1,31	-0,99	-0,99	-1,58	1957-'63	0,32	5	5	7	6	6	17
	240	Kromm. Woudpolder	0,15	0,00	-0,04	-0,04	-0,10	1979-'83 <sup>b</sup>	-0,06	5	6	6	5	5	53
	250	Polder Westzaan	-0,35	-0,37	-0,32	-0,07	-0,94	1997-2007 <sup>c</sup>	-0,87	1	4	4	4	1	7
	260	Waterland	-0,13	-0,19	-0,29	-0,30	-0,63	1982-'90	-0,33	16	16	16	22	30	195
	280	Polder Assendelft	-0,30	-0,32	-0,32	-0,35	-0,57	1968-'79	-0,25	4	4	4	4	6	15
	415	Polder Heerhugowaard	0,11	0,12	-0,29	-0,29	-0,29	1965-'68	-0,41						
	425	Polder Geestmerambacht	0,00	0,00	-0,40	-0,92	-0,90	1964-'76	-0,40						
	430	Schagerkogge	-0,22	-0,18	-0,24	-0,24	-0,73	1990-2007	-0,49						
	440	Vier Noorderkoggen Hoog		0,13	0,10	0,10	-0,12	1980-2010	-0,22	3*		24*	50*	50*	118*
	445	Vier Noorderkoggen Laag		0,00		-1,18	-1,27	1980-2010	-1,18						
	451	Grootslag	-0,10	-0,22	-0,14	-0,81	-0,81	1973-'79	-0,67						
	460	Drieban	-0,09	-0,08	-0,71	-0,71	-0,71	1962-'65	-0,63						
	470	Oosterpolder	-0,22	-0,23	-0,16	-0,49	-0,52	1984-'94 <sup>d</sup>	-0,02	2	2	2	11		14
	480	Westerkogge		-0,27			-1,10	1983-'88	-0,83	4		13			33
	490	Ursem	-0,68	-0,83	-0,80	-1,64	-1,64	1971-'73	-0,84						
	530	Wieringerwaard	-0,60	-0,85	-0,95	-1,31	-1,31	1980-'85 <sup>e</sup>	0,00	2	4	2	2	3	8
	620	Waal en Burg	onb.	onb.	onb.	onb.	onb.	1953-'67	onb.	1	1	7	25	41	52
	630	Gemeensch. polders	onb.	onb.	onb.	onb.	onb.	1953-'67	onb.	1	1	2	17	40	53
	710	Uitg. & Heemsk. Broekpldr	-0,13	-0,18	-0,18		-0,51	1975-'90	-0,34	1	2	2	4		40
	720	Castricumerpolder	0,05	-0,03	-0,02	-0,03	-0,21	1986-2000	-0,18	2	2	2	2	2	10
	730	Groot Limmerpolder	-0,01	0,08	0,08	-0,01	-0,15	1986-2002	-0,14	6	6	8	12	13	21
	740	Oosterzijpolder	-0,22	-0,38	-0,38	-0,38	-0,58	1986-2002	-0,20	3	3	3	3	3	8
<i>Zonder ruilverkaveling (RVK) of landinrichting (LI)</i>															
	311	Schermer-Noord	0,08	0,11	0,12	0,07	-0,28	geen	-0,35	10	12	8	5	8	98
	312	Schermer-Zuid	0,00	0,11			-0,21	geen	-0,30	7	7	7			90
	320	Beemster				0,10	0,59	geen	0,49	8				52	69
	340	Wijde Wormer	-0,09	-0,09	-0,14	-0,14	0,04	geen	0,18	1	1	1	1	1	4
	420	Oosterdel	0,00	0,00	-0,08	-0,05	-0,27	geen	-0,22	1	1	1	1	1	3
	510	Wieringermeermeer-W			0,00	0,00	-0,05	geen	-0,05			2	2	2	32
	520	Wieringermeermeer-O			-0,01	-0,14	-0,30	geen	-0,16			3	3	4	12
	540	A. Paulownapolder Laag	-0,48	-0,76		-0,70	-0,70	geen	0,00	4	3	4	4	10	54
	750	Egmondermeer	-0,16	-0,01	-0,01	-0,01	-0,07	geen	-0,05	6	6	6	6	6	8
	770	Verenigde Polders	-0,01	0,08	0,08	-0,01	-0,15	geen	-0,14	6	6	8	12	13	21
		gemiddeld met RVK/LI	-0,19	-0,25	-0,33	-0,58	-0,74		-0,36	3,7	4,2	5,4	8,2	12,4	36,6
		gemiddeld zonder RVK/LI	-0,10	-0,08	-0,01	-0,10	-0,14		-0,06	5,4	5,1	4,4	4,3	10,8	39,1
		gemiddeld totaal	-0,17	-0,21	-0,25	-0,43	-0,56		-0,27	4,3	4,5	5,0	6,8	11,7	37,5

<sup>a</sup>ontginning, <sup>b</sup>geen peilverlaging bij ruilverkaveling, <sup>c</sup>deels heringericht tot stedelijk gebied, <sup>d</sup>alleen polder Schellinkhout, <sup>e</sup>alleen verbeteringen

\*Vier Noorderkoggen Hoog en Laag samen, de waarden voor 1945 en 1970 zijn geschat

De perioden zijn daarin als volgt aangeduid met ongeveer het gemiddelde jaar van de betreffende terreinopnamen: 1870 (1866-'83), 1915 (1909-'25), 1945 (1940-'51), 1970 (1967-'70), 1985 (1982-'84), 2017 (2015-'17). Op de oudste kaarten van Texel waren voor de beide polders geen duidelijke aanduidingen van het zomerpeil. Daarom zijn de veranderingen hier aangegeven met onb. (onbekend).

De perioden waarin de ruilverkavelingen of landinrichtingsprojecten hebben plaatsgevonden zijn opgezocht in de literatuur die in de deelrapporten is vermeld. Niet alle KRW-gebieden uit de tabel vallen precies samen met de ruilverkavelings- en landinrichtingsprojecten. In dergelijke gevallen is gekozen voor de transformatieperiode van het grootste project binnen het KRW-gebied. De veranderingen in het waterpeil in de periode vlak voor de betreffende periode zijn in de tabel in rood weergegeven. Zo zijn de werkzaamheden in de Polder Heerhugowaard in de periode 1965-'68 verricht, terwijl de daaropvolgende waterstaatskaart in 1969 is opgenomen (in de tabel als 1970 vermeld). Het effect van de ruilverkaveling is nu berekend als het verschil tussen het rode getal (-0,29 m) en het getal uit de periode daarvoor (0,12 m), zijnde -0,41 m. Voor de gebieden waarin geen ruilverkaveling of landinrichting heeft plaatsgevonden is als geen effect van de ruilverkaveling het verschil tussen de waarden van de laatste en de voorlaatste periode genomen.

Voor alle gebieden, behalve die in Westfriesland is ook gekeken naar het aantal peilvakken per gebied. Deze aantallen zijn ook in de tabel vermeld.

Onderaan de tabel zijn de gemiddelden voor de gebieden met en zonder ruilverkaveling of landinrichting en de totale gemiddelden weergegeven. Deze gemiddelden zijn niet gecorrigeerd voor de missende waarnemingen uit de tabel. Ze moeten daarom meer als een goede benadering dan als exacte weergave van de werkelijkheid worden beschouwd.

De gegevens uit de tabel zijn uitgezet in Figuur 3.21.



## Bijlage 2. Watertypen SEND

### Zilte en brakke polderwateren

#### Zilte polderwateren

De zilte polderwateren komen voor op plaatsen die slechts door een dijk van de zee zijn gescheiden, zoals achter de Hondsbossche Zeewering en enkele polders op Texel. Behalve zeer zout is het water ook zeer voedselrijk en stikstof (in plaats van fosfaat) is vaak het limiterende element voor de plantengroei. De planten en dieren zijn specifiek aan de zoute omstandigheden aangepast, zoals gewoon kweldergras en zeekraal. Het water is meestal troebel en voedselrijk, waardoor er nauwelijks ondergedoken waterplanten zijn. Voor de meeste planten is de aanwezigheid van flauw hellende oevers essentieel. Op enkele plaatsen is de brakke kwel minder voedselrijk en is het water helder, waardoor daar plaats is voor specifieke en zeldzame planten als ruppia-soorten en zeegras. Die komen ook voor op plaatsen met steilere oevers. In de macrofauna nemen de kreeftachtigen een belangrijke plaats in, zoals de steurgarnaal en de brakwatervlokreeft.

#### Brakke polderwateren

Brakke polderwateren komen voor op plaatsen met van brakke kwel uit de diepere ondergrond, afkomstig uit de zee of het Noordzeekanaal. Het water is minder zout dan in de zilte polderwateren en meestal voedselrijk. De wateren zijn diep of ondiep, breed of smal. Op de oever groeien specialisten als lepelblad, zilte en melkkruid, in het water groeien soorten als brakwaterkransblad en zilte waterranonkel. De aanwezigheid van glooiende oevers en plas-dras situaties is belangrijk voor de vegetatieontwikkeling. De macrofauna wordt gedomineerd door kreeftachtigen.

#### Licht brakke polderwateren

De licht brakke polderwateren komen voor op plaatsen met kwel van (licht) brak water, op plaatsen met menging van brak water met zoet water uit het duingebied (Hargen) of op plaatsen met waterinlaat uit het Noordzeekanaal. Naast planten uit brak water komen ook planten uit zoetere wateren, maar met een grote zouttolerantie voor, er zijn met name meer waterplanten, zoals fijn hoornblad in kleigebieden en zannichellia en groot nimfkruid in veengebieden. Deze soorten zijn gevoeliger voor hogere nutriëntenconcentratie en kunnen slecht tegen nalevering van nutriënten door de sliblaag en voor vertroebeling, onder andere door opwerveling van slibdeeltjes. Op kleigrond komen langs de oever soorten als in brakke wateren voor, zoals zilte schijnspurrie en melkkruid. In veengebieden is de ruwe bies karakteristiek voor de brakwaterverlanding. Voor de macrofauna is er geen duidelijk verschil tussen veen- en kleigebieden. Typisch zilte soorten komen niet meer voor, maar er zijn meer soorten insecten en slakken.

#### Verzoetende polderwateren

De verzoetende polderwateren komen vooral in Westfriesland, langs in een strook langs het Markermeer (Zeevang) en in Waterland en de Zaanstreek voor. In Westfriesland is het water al langer zoet, in de rest van het gebied is de verzoeting begonnen na afdamming van de Zuiderzee. Het water in dit type is op veel plaatsen noch brak noch zoet en zeer rijk aan nutriënten, chloride, sulfaat en waterstofcarbonaat (alkaliniteit). Sulfaat maakt de nutriënten los uit de bodem (interne eutrofiëring) en de overgang van brak naar zoet heeft daardoor geleid tot een sterke achteruitgang van de levensgemeenschappen. Pas bij een voldoende zoet (chloride < 150 mg/l) en voedselarm (nitraat < 0,15 mg/l, fosfaat < 0,15 mg/l) laat de verzoeting zich goed volgen in de vegetatie en kunnen soorten als kikkerbeet, watertorkruid, waterlelie en gele plomp gaan optreden. In helder water kan groot nimfkruid ook nog

voorkomen. Op in verhouding zeer voedselarme plaatsen krijgen ondergedoken waterplanten als groot blaasjeskruid en glanzig fonteinkruid een kans. Vooral in veengebieden slibben de watergangen dicht met bagger en is er een gering doorzicht door opwerveling van de slibdeeltjes, wat de groei van de onderwatervegetatie belemmert. De soortenrijkdom van de macrofauna is met veel slakken, insecten, bloedzuigers, etc.) veel groter dan in zilte en brakke wateren.

## Zoete polderwateren

### Algemene polderwateren

De algemene polderwateren komen in het Noorderkwartier in een brede strook van noord naar zuid voor, zowel als lijnvormige elementen als kleine plasjes, soms ook in wateren die geheel door boezemwater worden gevoed. Ze worden gevoed door kwel- of inlaatwater en hebben geen specifieke samenstelling van macro-ionen. Het chloridegehalte ligt tussen 150 en 600 mg/l. Het water is voedselrijk (fosfaat < 0,35 mg/l), maar in de ideale situatie is er geen gesloten kroosdek, maar wel een ondergedoken vegetatie met soorten als doorgroeid fonteinkruid en gedoornd hoornblad. Langs de over staan algemene soorten als grote lisdodden en zwanenbloem. De macrofauna is soortenrijk (insecten, slakken, bloedzuigers, etc.)

### Kalkrijke duinwateren

De kalkrijke duinwateren komen voornamelijk voor ten zuiden van Bergen en omvatten natuurlijke duinmeertjes en waterpartijen ten behoeve van de infiltratie voor productie van drinkwater. Het water is zoet, maar dichtbij de zee gelegen meertjes kunnen een ziltere inslag hebben. Van oorsprong is het water helder en voedselarm.

NB. Dit stukje is onvolledig overgenomen. De tekst in Provincie Noord-Holland (1999) heeft waarschijnlijk voornamelijk betrekking op de duinen ten zuiden van het Noordzeekanaal.

### Kalkarme duinwateren

De kalkarme duinwateren liggen vooral ten noorden van Bergen. Een bekende voorbeelden is het Zwanenwater. De Horsmeertjes en De Muy op Texel zijn wat zouter door de nabijheid van de zee. Het waterpeil fluctueert sterker dan in de kalkrijke duinmeertjes en de oevers hebben over het algemeen een vrij flauwe hellinghoek. Naast meertjes zijn er ook bomkraters en drinkpoelen. Van nature is het water relatief voedselarm, wat zich dan ook uit in de vegetatie met o.a. kranwierden, duizendknoopfonteinkruid en oeverkruid. Dan is de macrofauna soortenrijk wat betreft kokerjuffers en watermijten. In de droogvallende meertjes komen aangepaste macrofaunasoorten voor. In veel gevallen zijn de kalkarme duinmeren en -poelen geëutrofeerd door het uitzetten van vis en de aanwezigheid van vogelkolonies. Daardoor maakt de bijzondere flora en fauna plaats voor algemene soorten uit voedselrijkwater en kan ook algenbloei optreden.

### Kalkarme duinrellen

Duinrellen zijn gegraven waterlopen om de duinzoom te ontwateren. De waterstand fluctueert en in de zomer vallen ze vaak droog. In tegenstelling tot poldersloten stroomt het water hier onder vrij verval af. Het watertype kalkarme duinrellen komt voor binnen een voor Nederland vrij uniek watersysteem: de duinzoom langs de kalkarme duinen bij Schoorl, met als mooiste voorbeeld het Hargergat. Door het lage kalkgehalte wordt er minder fosfaat gebonden, waardoor de fosfaatrijkdom hoger is dan in het volgende type (bindenduinrandwateren). Toch is het water nog relatief voedselarm en te extreem voor veel zoetwaterplanten en -dieren. Kenmerkend is de klimopwaterranonkel, die in Noord-Holland alleen hier voorkomt. Ook groot bronkruid komt

voor. Door de kalkarmoede zijn er weinig slakjes. Wel zijn er specifieke soorten kokerjuffers, waterkevers en vlokreeftjes.

### **Binnenduinrandwateren**

De binnenduinrandwateren komen voor langs de voet van de kalrijke duinen ten zuiden van Bergen en ten noordoosten van de duinen bij Schoorl verder landinwaarts. De waterlopen worden waarschijnlijk gevoed door grondwater dat een langere weg heeft afgelegd en zodoende rijker aan kalk en ijzer is dan het water van het vorige type. Het opwellende water is zoet en planten met een voorkeur voor dit type, zoals paarbladig fonteinkruid en witte waterkers, zijn gebonden aan kwel. Karakteristiek is de beekloper, een waterwants.

### **Polderwateren onder invloed van zoete kwel**

Tot dit watertype behoort een grote diversiteit aan kwelssystemen met een zoete inslag. Vaak zijn het kleine systemen, waar de plaats van infiltratie dichtbij de plaats van uittreding ligt, zoals langs de zeer smalle duinenrij tussen Petten en Den Helder. Het water is daardoor minder zoet dan in beide vorige typen. Ook wateren achter de duinen en om de Hoge Berg (keileemheuvel) van Texel en greppels (sjanen) en walsloten op Wieringen behoren tot dit type. De macro-ionensamenstelling lijkt op die van verzoetende polderwateren. Het type wordt gekenmerkt door niet al te zeldzame soorten, die afhankelijk zijn van kwel, zoals holpijp en kleine egelskop. De macrofauna is kenmerkend voor vrij zoet water: relatief rijk aan slakken, bloedzuigers, kevers en wantsen. Op zotere plaatsen komen meer bijzondere soorten als ondergedoken moerasscherm en teer vederkruid voor. Het voedselarme karakter gaat echter steeds meer verloren door bemesting van de infiltratiegebieden.

## **Overige wateren**

### **Boezemwateren**

Door de aan- en afvoerfuncties kent het oppervlaktewater een grote dynamiek en in samenhang daarmee ook een wisselende waterkwaliteit. Daarnaast zorgen functies als scheepvaart en visserij nog voor dynamiek. Door dat het boezemstelsel zich door het hele gebied heen vertakt is het aangewezen als een ecologische verbindingzone tussen natuurgebieden. Het bestaat uit lijnvormige elementen als vaarten en kanalen, maar ook meren als Alkmaardermeer en Amstelmeer maken deel uit van de boezem. Die hebben een belangrijke functie als rust- en foerageergebied voor vogels. De waterkwaliteit wordt voornamelijk bepaald door het inlaatwater uit het Markermeer, behalve langs de duinzoom van Noord-Kennemerland (zoete kwel). De in vergelijking met de polderwateren grotere dimensie zorgt voor een geschikt overwinteringsgebied voor tal van vissoorten. Diersoorten van dieper water zoals de driehoeksmossel komen regelmatig voor. De onderwatervegetatie is meestal weinig uitbundig en bestaat voornamelijk uit tolerante soorten als scheidfonteinkruid en gedoemd hoornblad. Door een te grote voedselrijkdom is er vaak algenbloei en ontbreken de ondergedoken waterplanten. Door de grotere dimensies is er vaak voldoende ruimte voor buitendijks rietland, met dotters en harig wilgenroosje. Op plaatsen met wat meer brak water komen soorten als moerasmelkdistel en soms heemst voor.

### **Zandwinplassen**

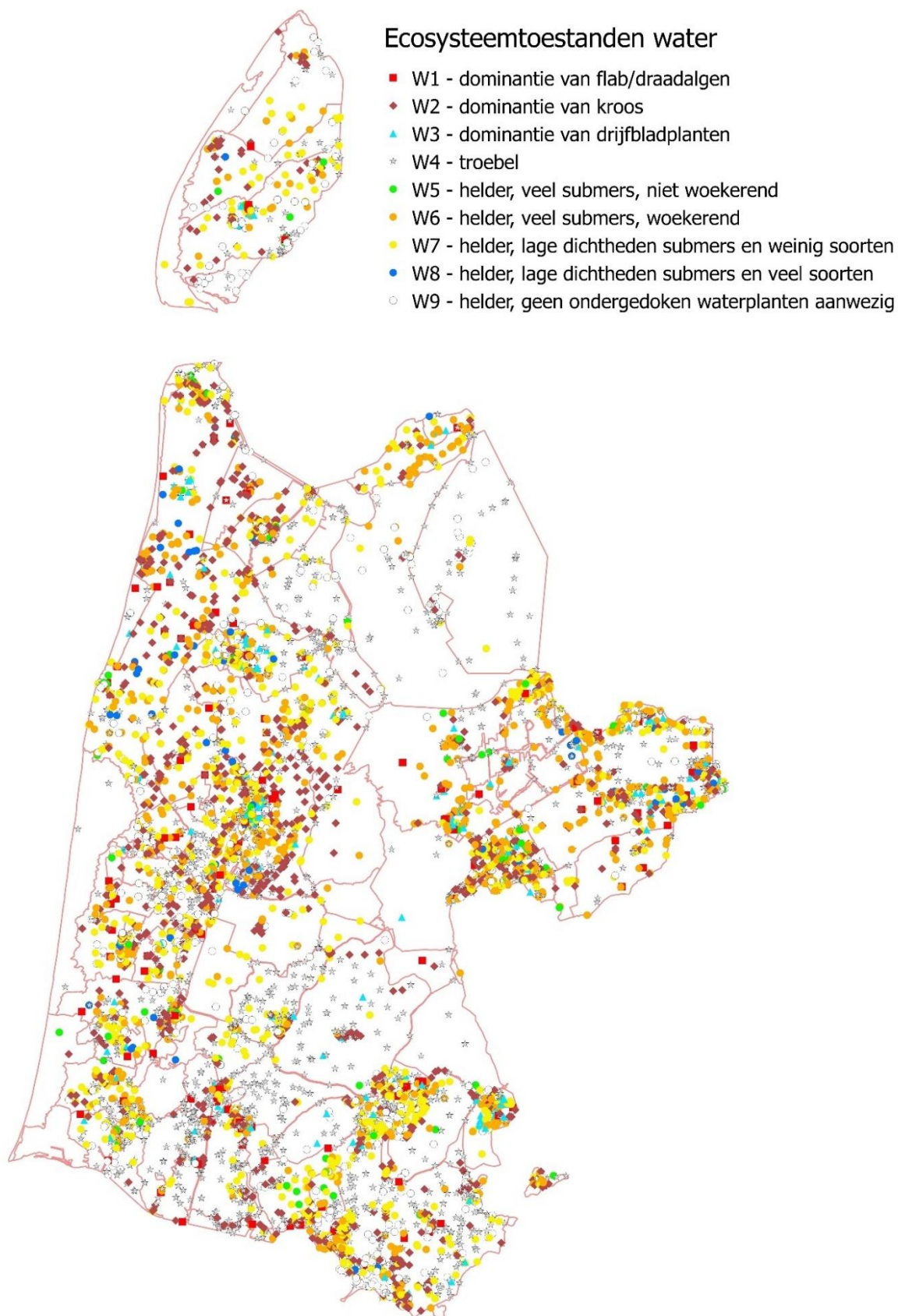
In het gebied van het Noorderkwartier bevinden zich enkele diepe plassen die door het baggeren van zand voor de ophoging van woonwijken en wegen zijn ontstaan. De grootste zijn de tamelijk zoete Stootersplas (Twiske), de recreatieplas in het Geestmerambacht (Zomerdel) en de Jagersplas bij Zaandam. De Ursemmerplas is klein en zoet en het Heemtmeer (Tuitjenhorn) is zeer licht brak. Door de grote diepte ontstaat een spronglaag tussen het koudere, relatief zwaardere water in de diepte en het opgewarmde, lichtere oppervlakkige water. Op grotere diepte is vaak zuurstofarmoede. In de ondiepe oeverzone van

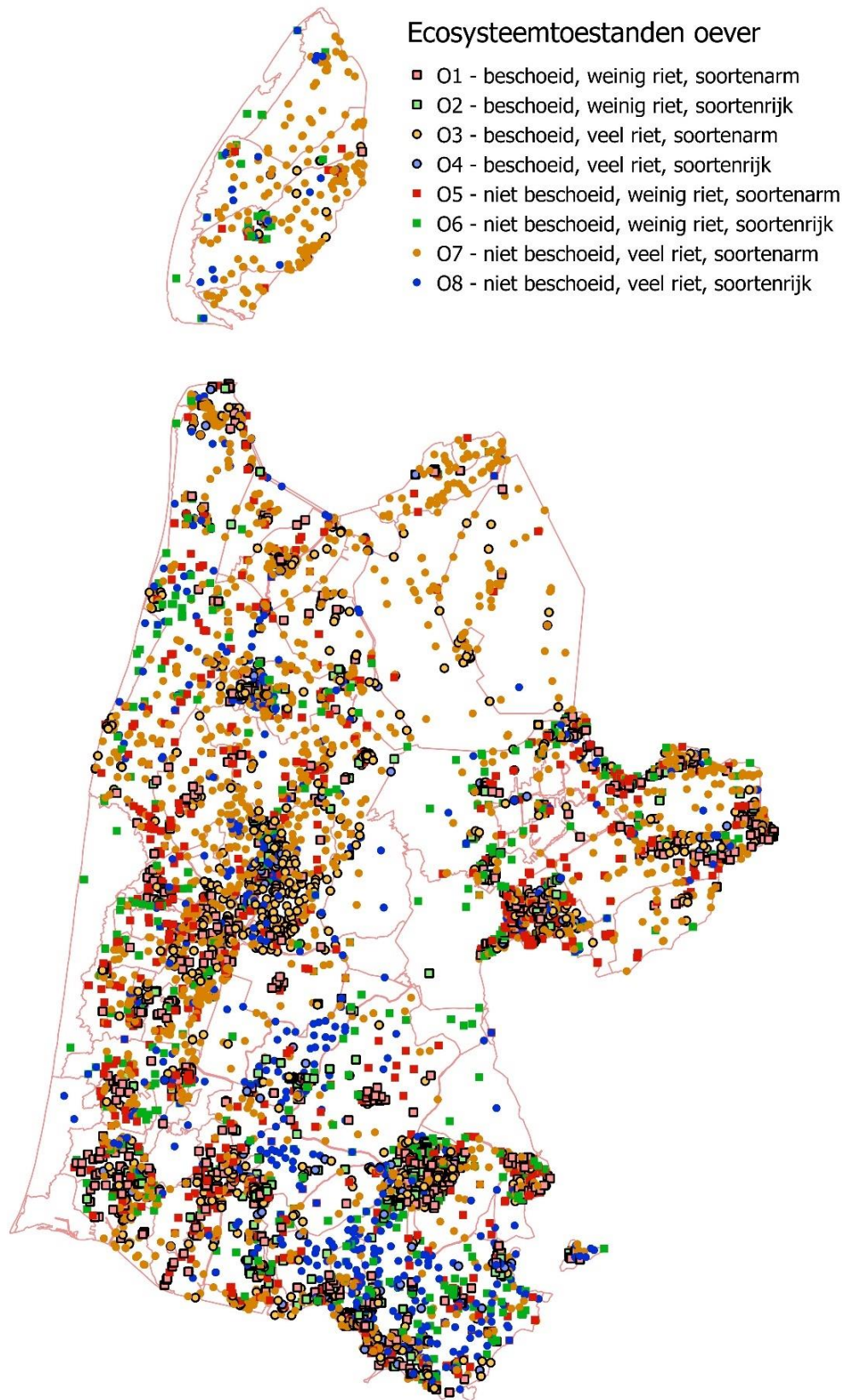
## Bijlage 2

---

dergelijke plassen kunnen zich ondergedoken waterplanten ontwikkelen, maar de plassen zijn zeer voedselrijk en worden in de zomer vaak vertroebeld door blauwalgen, waardoor er weinig ondergedoken waterplanten zijn.

## Bijlage 3. Verspreiding ecosysteemtoestanden





## Bijlage 4. Toelichting kennisvragen

### Ad 1. Nutriëntenhuishouding in (voormalig) brakke gebieden

#### *Korte toelichting:*

Wanneer je een kaart maakt van Nederland met daarop de gehalten aan nutriënten (N en P) valt op dat de nutriëntengehalten in laag Nederland veel hoger zijn dan in hoog Nederland, dat geldt voornamelijk voor het fosfaat (P)-gehalte. Dit geldt in nog veel sterkere mate voor de gebieden met brakke invloed, zowel voor wat betreft de gebieden met actuele als historische brakke invloed. Fosfaat is in deze gebieden veelal in overmaat aanwezig (5-10 x overschrijding van de KRW-norm is geen uitzondering). Een deel hiervan kan worden toegeschreven aan “natuurlijke” bronnen, zoals nutriëntenrijke kwel en veenaafbraak. Balansstudies laten echter zien dat het grootste deel afkomstig is uit de landbouwgebieden, als gevolg van actuele en historische bemesting. De reden dat de belasting van het oppervlaktewater vanuit de percelen hier hoger is dan in de ‘zoete’ gebieden (met een naar verwachting vergelijkbare mestgift) in laag-Nederland, moet naar verwachting worden gezocht in biogeochemische processen, waarbij vooral de binding van P aan ijzer (Fe), het immobiliseren van ijzer door zwavel (S) en een versnelde afbraak van organisch materiaal onder invloed van sulfaat (SO<sub>4</sub>) een rol spelen. Deze processen spelen zowel in de landbodems als in het water een rol. Deze verschillen zijn uiteraard van wezenlijk belang voor de ecologische potenties van deze gebieden en bij de bepaling van de KRW-doelen voor de ecologie.

#### *Kennisvragen:*

- Wat is de rol van biogeochemische processen in de nutriëntenhuishouding in (voormalig) brakke gebieden. Welke extra belasting van het watersysteem met fosfaat levert dit op (ESF1) en wat zijn mogelijke maatregelen om deze belasting te verminderen?
- In hoeverre zijn de huidige modellen voor de uitspoeling van nutriënten vanuit de percelen (STONE) toepasbaar op de (voormalig) brakke gebieden. Is het mogelijk deze beter toepasbaar te maken voor deze specifieke situaties? is er een ‘correctiefactor’ mogelijk?
- Wat is het effect van zwavel (SO<sub>4</sub>) op de baggervorming en de productiviteit via een versnelde afbraak van organisch materiaal (ESF3)?
- Wat is het effect van het peilbeheer op zowel de processen in de landbodems (lagere grondwaterstanden, grotere drooglegging, toename oxidatie) als op de uit- en afspoeling van nutriënten (zowel via de gehalten als via de grootte van de waterstromen)?
- Wat is het effect van de hoge P-belasting op de ecologie, met name op de productiviteit (ESF1). In de poldersystemen van Hollands Noorderkwartier zijn de biomassa’s van fytoplankton en waterplanten vaak aantrekkelijk laag. De visbiomassa is echter in veel watersystemen zeer hoog en laat zien dat de systemen desondanks zeer voedselrijk (productief) zijn. Hoe werkt dit?
- De stikstof (N)-belasting (ESF1) en N-gehalten zijn vaak relatief veel lager en mogelijk (periodiek) limiterend. Wat is de rol van stikstof in de productiviteit, is er sprake van N-limitatie en wanneer is sturen op stikstof zinvol?

### Ad. 2. Effect van (wisselende) zoutgehalten en verzoeting op de ecologische kwaliteit

#### *Korte toelichting:*

De boezem en polderwateren in het beheergebied van HHNK zijn de afgelopen honderd jaar sterk verzoet. Veel wateren zitten op de grens van zoet en licht brak (chloride rond 300 mg/l). Soms fluctueert het zoutgehalte rond deze grens, gedurende het jaar of tussen jaren. Dat betekent dat ze niet zoet en niet brak zijn, in ecologisch opzicht ongunstig. De meest kritische zoetwatersoorten ontbreken hierdoor, voor brakwatersoorten is het vaak nog te zoet (ESF4). Ook is de geïsoleerde ligging van HHNK (ESF5) te zien in het ontbreken van soorten die elders

in Nederland wel regelmatig worden aangetroffen (bijv. grote modderkruiper). Overigens zijn er ook soorten die eerder (vrijwel) ontbraken (bijv. Watergentiaan, Witte waterlelie, Gele plomp), die afgelopen decennia steeds vaker worden waargenomen. Naar verwachting is het proces van verzoeting voor de ecologie nog steeds bezig.

### *Kennisvragen:*

- Wat betekent het (wisselende) zoutgehalte voor de ecologische potenties, in KRW-termen (EKR op de maatlat)?
- In hoeverre is het zoutgehalte een bepalende (beperkende of juist kansrijke) factor voor de habitatgeschiktheid van soorten (ESF4)?
- Wat zijn mogelijke en kansrijke maatregelen om de habitatgeschiktheid, voor wat betreft het zoutgehalte, te optimaliseren?

### **Ad. 3. Effect van aangepast maaibeheer en benutten van overruimte op ecologische kwaliteit**

#### *Korte toelichting:*

Veel waterorganismen als macrofauna en vis zijn afhankelijk van structuur in het water, in de vorm van submerse en emerse vegetatie (ESF4). Vooral de wat kritischere, voor de KRW wenselijke soorten (bijv. plantminnende vis). Het is niet moeilijk voor te stellen dat deze soorten sterk achteruitgaan na het volledig schonen van een watergang en op termijn zelfs zullen verdwijnen. Een minder rigoureuze beheer (laten staan van een strook langs de oever, minder vaak maaien) zal naar verwachting een merkbaar positief effect hebben op deze soorten en soortgroepen. Over de grootte van dit effect, onder verschillende condities, is echter weinig bekend.

Maaibeheer is nodig om de afvoercapaciteit van het watersysteem te garanderen. Vooral in lijnvormige wateren is dit nodig, de watergangen zijn vaak het krapst in zand- en kleigebieden, deze hebben overwegend een gering aandeel (%) open water. Toch is er vaak extra ruimte aanwezig om de vegetatie een kans te geven. Deze ruimte wordt vaak maar in beperkte mate benut. In potentie is er een zeer groot areaal aan 'overruimte' aanwezig en is het benutten hiervan een zeer kosteneffectief alternatief voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

#### *Kennisvragen:*

- Wat is in het algemeen het effect van het maaibeheer op de ecologische kwaliteit?
- hoe is dit bij een goede waterkwaliteit (helder en nutriëntenarm water) en bij een slechte kwaliteit (troebel en nutriëntenrijk water)?
- Zijn er nog meer (substantieel) positieve effecten van een aangepast maaibeheer? Te denken valt aan een toename van de helderheid door het invangen van zwevend stof en een verminderde inspoeling / inwaaiing van materiaal vanaf de oevers. Ook is een effect denkbaar op het stikstofgehalte (denitrificatie en N-opname) in de oeverzone;
- Zijn er trends zichtbaar in de waterkwaliteit (afname helderheid door toename zwevend stof) als gevolg van een intensivering van het maaibeheer in de laatste decennia?
- richtlijnen voor een optimalisatie van het maaibeheer vanuit de ecologie.

### **Ad. 4. Nadere analyse van de productiviteit van de bodem (ESF3)**

#### *Korte toelichting:*

In veel stilstaande (troebele) wateren vindt een belangrijk deel van de primaire productie (ESF1 productiviteit) plaats door algengroei in de waterkolom. In de wateren van HHNK lijkt dat minder van belang, de gehalten aan chlorofyl in de waterkolom zijn namelijk vaak relatief laag en de verblijftijden kort. Het lijkt erop dat de primaire productie in de waterkolom door lichtgebrek en korte verblijftijden wordt beperkt. Zeker is dit echter niet, dit is pas goed vast te stellen door metingen van primaire productie in het water. Ook is de primaire productie door



ondergedoken waterplanten naar verwachting gering; de bedekking met waterplanten is vaak laag vanwege de troebelheid.

Ondanks de hoge nutriëntengehalten lijkt de productiviteit van het water dus gering. De (zeer) hoge visbiomassa's wijzen echter op voldoende voedsel voor de vis. Dat moet ergens vandaan komen. Als dat niet door waterplanten en algen in de waterkolom wordt geproduceerd, waar komt dit dan vandaan? Het lijkt erop dat de waterbodem een belangrijke rol speelt in het voedselweb van de watersystemen van HHNK.

Tot nu toe is gekeken naar de (chemische) nalevering volgens Baggernut, maar dit is maar een deel van het verhaal. Bovendien is er in de meeste wateren al een overmaat aan voedingsstoffen beschikbaar, dus zal het effect van (extra) nalevering vanuit de waterbodem gering zijn. De oplossing zal meer gezocht moeten worden in de biota op en in de waterbodem, bijvoorbeeld macrofauna (kreeftachtigen, slakken, mosselen, wormen en muggenlarven) of nog kleiner in micro-organismen in de bodem. Maar ook dan is de vraag waar deze organismen van leven, wellicht dat bodemalgen een belangrijke schakel zijn in het voedselweb. Ook is goed denkbaar dat de productie in de oeverzone, bijvoorbeeld op rietstengels, een belangrijke bijdrage levert.

### *Kennisvragen:*

- Hoe groot is de daadwerkelijke productiviteit door zwevende algen en waterplanten in de waterkolom. Blijft deze productie in het watersysteem (o.a. via bezinking van algen) of verdwijnt deze door wateruitlaat?
- Hoe groot is de productiviteit door bodemalgen?
- Hoe groot is de productiviteit in de oeverzone?
- Kan dit de hoge visbiomassa's ondersteunen, met andere woorden: wordt er in het watersysteem voldoende geproduceerd om de hoge visbiomassa's te kunnen verklaren?
- Wat is de rol van de macrofauna (kreeftachtigen, slakken, mossels, wormen, muggenlarven etc.) en waar leven deze van?
- Wat is de rol van bacteriën in het voedselweb?
- Wat betekent bovenstaande voor het ecologisch functioneren en de ecologische potenties van de watersystemen van HHNK en hoe kan deze kennis worden benut in het behalen van ecologische doelen?

## **Ad 5. Intensivering van de monitoring van de waterkwaliteit en ecologie van de wateren in de duingebieden**

In de deelgebieden van de duinen van het Noorderkwartier liggen steeds maar enkele meetpunten van het Hoogheemraadschap. Ook zijn er geen opnamen gemaakt in het kader van de gemeentelijke waterplannen (Ecoscans). Dat zijn er te weinig om recht te doen aan de variatie van ecosysteemtypen. Dat klemmt te meer omdat het om wateren gaat die van (inter)nationale betekenis zijn. Met tussenpozen van vele jaren zijn er weliswaar karteringen van terreinbeheerders van de vegetatie, maar daarin wordt vaak onvoldoende recht gedaan aan de watervegetaties. De water- en natuurbeheerders zouden moeten overleggen hoe de monitoring van de duinwateren in het Noorderkwartier het beste kan worden uitgevoerd.





