

Een aanzet tot integratie van watertypologie en landschapsecologie in Friesland

Inleiding

De toegepaste aquatische ecologie heeft het laatste decennium een snelle ontwikkeling doorgemaakt. Zo zijn bij vrijwel alle (regionale) waterkwaliteitsbeherende instanties momenteel hydrobiologen werkzaam. De Wet verontreiniging oppervlaktewateren (WVO), vanaf 1 december 1970 van kracht, en de daaruit voortvloeiende Indicatief Meerjarenprogramma's Water (IMP-water) zijn in deze ontwikkeling van stimulerende invloed (geweest).



T. H. L. CLAASSEN
Hoofdgroep Waterstaat en Milieu
Provincie Friesland
Leeuwarden

Het eerste IMP-water 1975-1979 [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1975] was vooral gericht op een snelle en effectieve aanpak van de waterverontreiniging. Toen werd reeds gesproken over het toekennen van functies en bestemmingen (gebruiksdoeleinden) aan oppervlaktewateren. In het tweede IMP-water 1980-1984 [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981] werd het begrip basiskwaliteit, geldend voor alle (zoete) oppervlaktewateren, ingevoerd. Tevens werd een aanzet gegeven voor ecologische normdoelstellingen. Deze kunnen worden vastgelegd (en nagestreefd) op drie niveau's, te weten het laagste (conform de basiskwaliteit), het middelste (een bepaalde mate van beïnvloeding en verandering van het ecosysteem ten opzichte van de 'natuurlijke' situatie wordt geaccepteerd) en het hoogste (het ecosysteem moet in de 'natuurlijke' staat blijven of worden teruggebracht) niveau. De basiskwaliteit is als volgt omschreven: 'Een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het geen overlast voor de omgeving veroorzaakt, er niet vervuild uitziet, goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap, waarvan ook hogere organismen, zoals diverse vissoorten, deel uit kunnen maken en dat tevens ecologische belangen buiten het water worden beschermd'. De natuurlijke ecologische toestand van de aquatische ecosystemen was echter onvoldoende bekend, zodat een praktische invulling van de normdoelstellingen vooralsnog ontbrak. De uitwerking van de ecologische doelstellingen van het middelste niveau moet gedifferentieerd gebeuren, namelijk per watertype. In het tweede IMP-water werden beken, rivieren, plassen en meren, sloten, vennen, getijdewateren en de zee genoemd. In het derde en tevens laatste IMP-water 1985-1989 [Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van VROM, 1985] zijn deze

ecologische normdoelstellingen uitgewerkt voor een vijftiental watertypen. De basis hiervoor is aangereikt door de Coördinatiecommissie Uitvoering WVO (CUWVO)-V, subgroep I [1986]. Naast deze typologische benadering (nog afgezien van de vraag welke typologie wordt voorgestaan) vanuit het waterkwaliteitsbeheer is er – meer vanuit de ruimtelijke ordening – een landschapsecologische benadering mogelijk, veelal toegepast in streek- en bestemmingsplannen. Bij dit laatste staat vooral de ruimtelijke samenhang en wederzijdse beïnvloeding van (eco)systemen centraal. Bij het vastleggen van gebruiksfuncties voor oppervlaktewateren, alsmede bij het toekennen van ecologische normdoelstellingen aan wateren of watergebieden biedt de landschapsecologische benadering mogelijk aanknopingspunten met de typologische benadering, zodat kenmerken van afzonderlijke bemonsteringspunten (kunnen) gelden voor grotere landschapseenheden. In dit artikel wordt enerzijds ingegaan op indelingen in watertypen en anderzijds op indelingen in hydrobiologische en landschapsecologische eenheden, nader uitgewerkt voor het vaste land van de provincie Friesland. Een belangrijke achterliggende vraag is of deze benaderingen (watertypologie en landschapsecologie) in elkaar passen en of dit leidt tot meer inzicht in aquatisch-ecologische systemen en relaties. Een aanzet tot de beantwoording is hier gegeven.

Watertypen

Het biologisch en fysisch-chemisch waterkwaliteitsonderzoek wordt gekenmerkt door puntwaarnemingen. Afhankelijk van het doel van het onderzoek zijn deze punten min of meer representatief voor een groter gebied of vergelijkbare wateren. Door interpretatie en extrapolatie is het aldus mogelijk een groter gebied of een bepaald watertype te beschrijven. In het kader van het verzuringsonderzoek zijn aldus gebieden geïnventariseerd, waar nadelige effecten van zure

depositie worden verwacht [Chardon *et al.*, 1985]. Voor Friesland vallen de gebieden waar de pH van het grondwater lager is dan 6,5 samen met het Pleistocene gebied, het gebied waarbinnen verzuringsverschijnselen zijn waargenomen [Claassen *et al.*, 1983]. Hier is een gebiedskarakterisering reeds mogelijk met behulp van één parameter. Ook gebieden met (potentiële) zoute en zoete kwel kunnen worden begrensd [Claassen & Van Straten, 1984; Schotsman *et al.*, 1986]. In het kader van de aanpak van de eutrofiëring is een landelijke indeling gemaakt in drie prioriteitsgebieden. Het zuid-westelijk merengebied van Friesland behoort tot het gebied met de hoogste prioriteit; de noord-west zone van de provincie tot het gebied met de laagste prioriteit. Het onderscheiden van watertypen is vooral voortgekomen uit de behoefte aan een gedifferentieerde biologische waterbeoordeling voor ongelijksoortige wateren. Toepassing van zogenaamde universele beoordelingsmethoden leverde een onbevredigend resultaat. Zo is bijvoorbeeld het voor ons land bekende beoordelingssysteem van Moller Pillot [1971] op basis van macrovertebraten alleen toepasbaar voor laaglandbeken, dus niet voor stilstaande wateren. Er zijn ogenschijnlijk verscheidene mogelijkheden om, afhankelijk van de gekozen criteria, een typologie van oppervlaktewateren op te stellen. Uitgaande van abiotische criteria is er een hoofddeling mogelijk in zoet en brak water, zoete wateren vervolgens in stilstaand en stromend water, stilstaande wateren in diep en ondiep water, etc. 'De beste benadering zal zijn een nationale indeling in hoofdtypen volgens een hiërarchisch principe en een regionale onderverdeling per beheerseenheid', aldus Higler [1983]. Een biologische typologie daarentegen gaat primair uit van de (structuur en functie van de) aangetroffen levensgemeenschappen, waarbij overigens verontreinigingseffecten de hier bedoelde eerste orde typologie kunnen verstoren. Deze

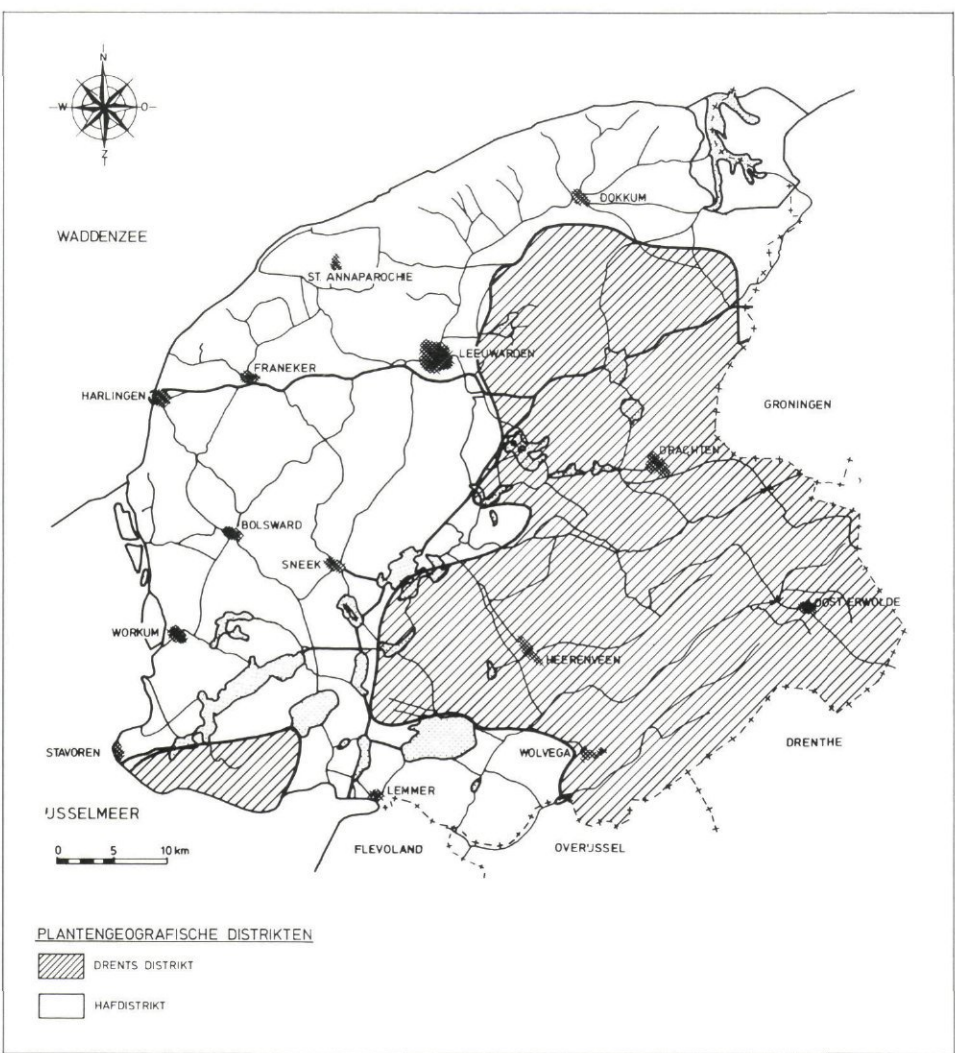
TABEL I – Overzicht van de drieëntwintig op landelijk niveau onderscheiden watertypen verdeeld in vier hoofdgroepen (CUWVO-V-subgroep I, 1986). De met een sterretje (*) aangeduide typen zijn nog niet nader uitgewerkt ten behoeve van de normdoelstellingen.

Wateren van het rivierstelsel		Stagnante wateren.	
1. Bronnen.		11. Vennen en pingo-ruïnes.	
2. Beken.		12. Duinmeren.	
3. Kleine rivieren*.		13. Oude rivierarmen*.	
4. Rivieren.		14. Wielen.	
		15. Zand-, grind- en kleigaten.	
Functionele (gegraven) wateren.		16. Petgaten.	
5. Drinkpoelen.		17. Meren en plassen.	
6. Stadswateren.			
7. Sloten.		Brakke en zoute wateren.	
8. Weteringen en vaarten*.		18. Dobben.	
9. Kanalen.		19. Kreken.	
10. Havens*.		20. Inlagen*.	
		21. Zoute meren*.	
		22. Getijdewateren.	
		23. Zee*.	

(eerste orde) typologie is gebaseerd op niet-verontreinigde en weinig beïnvloede (eco)systemen. Er moet dan ook duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen typologie en (biologische) waterbeoordeling. De door CUWVO-V-subgroep I [1986] gehanteerde criteria voor de indeling van watertypen waren: (a) De indeling moet stabiel zijn ten opzichte van maatregelen in het waterkwaliteitsbeheer. (b) De indeling moet rekening houden met de van nature aanwezige verschillen tussen oppervlaktewateren en (c) Parameters, die de essentie vormen van de per type te formuleren ecologische normdoelstellingen moeten zo min mogelijk voor de indeling gebruikt worden. Deze indeling in watertypen (tabel I) is vooral gebaseerd op morfologische en hydrologische kenmerken. Bij de indeling in vier hoofdgroepen speelden tevens het menselijk gebruik en het zoutgehalte van het water een rol. De verspreiding van de meeste typen is duidelijk fysisch-geografisch gebonden. Een uitzondering vormen de functionele (gegraven) wateren en, zij het in mindere mate, de zand-, grind- en kleigaten. Naast deze door de CUWVO-V-subgroep I opgestelde typologie zijn er andere, vergelijkbare, indelingen. Genoemd kunnen worden Van Gijsen & Claassen [1978], die op grond van vorm en afwatering elf typen onderscheiden, RIN [1979], waar negen typen worden onderscheiden en Verdonchot [1983], die op grond van vorm, hydrologie (inclusief stroming), substraat (= bodem) en genese (= ontstaanswijze) achttien typen aangeeft. Deze laatste onderscheidt daarenboven drie subtypen voor de beken (boven-, midden- en benedenloop) en vier subtypen voor de sloten (klei-, laagveen-, zand- en hoogveensloten). Voor de wateren binnen het vaste land van Friesland is ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer een indeling in watertypen opgesteld, uitgaande van de volgende criteria [Claassen, in prep.]: (a) De indeling is primair een afspiegeling van de (verschillen in) biologische kenmerken van de aquatische ecosystemen. Om vermenging van typologie en waterbeoordeling te ondervangen is de selectie van de referentiewateren hierbij van groot belang. De geselecteerde wateren zijn zo min mogelijk vervuild of beïnvloed.

TABEL II – Overzicht van de dertien in Friesland onderscheiden en beschreven watertypen [Claassen, in prep.], inclusief de stadswateren en diepe putten. Krek en inlagen komen niet voor op het vaste land van de provincie.

1. Zandsloten.	8. Wielen.
2. Veensloten.	9. Ringdobben.
3. Kleisloten.	10. Zandvaarten.
4. Vennen.	11. Veenvaarten.
5. Pingo-ruïnes.	12. Kleivaarten.
6. Petgaten.	13. Boezemmeren en -kanalen.
7. Veenpolderplassen.	

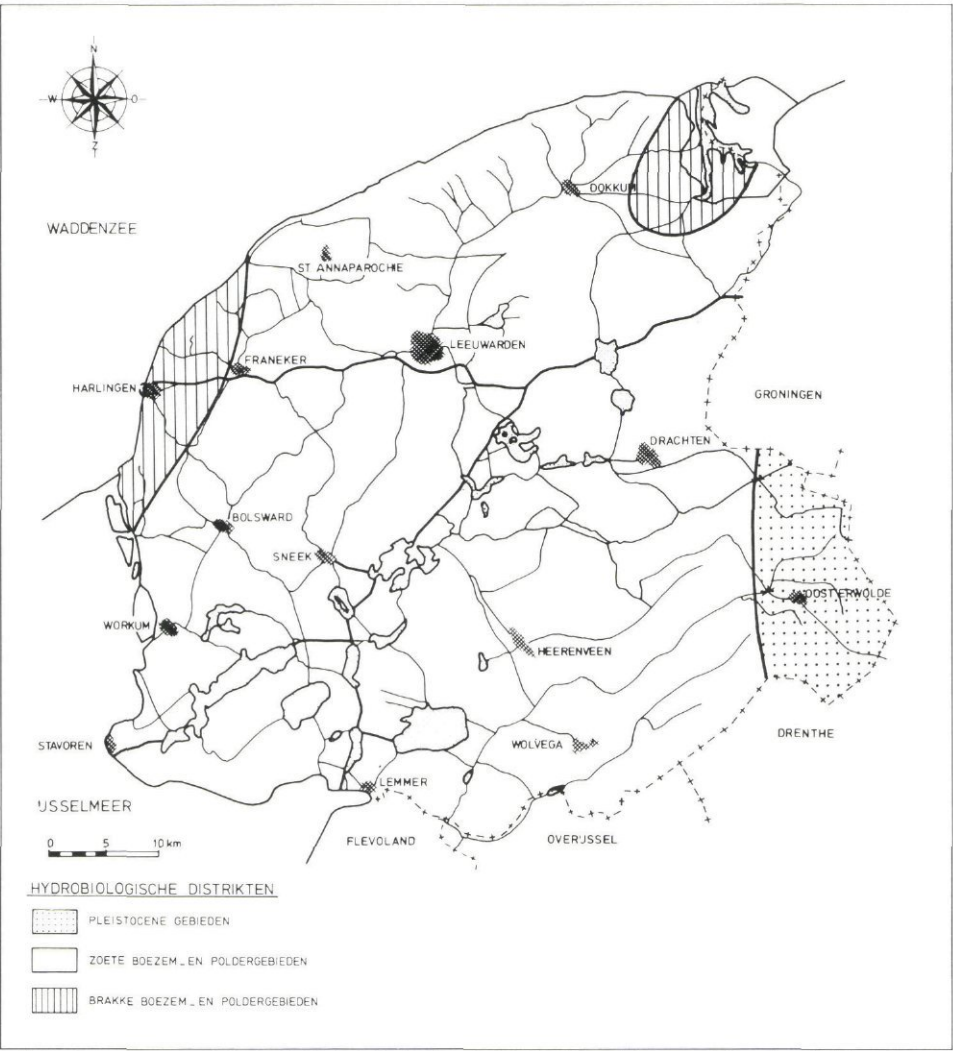


Afb. 1 - Begrenzing van de twee plantengeografische districten in Friesland [naar Heukels/ Van der Meijden, 1983].

(b) De indeling moet redelijk stabiel zijn ten opzichte van maatregelen in het waterkwaliteitsbeheer. (c) Zonder voorafgaande biologische inventarisatie moeten oppervlaktewateren in de gemaakte typenindeling kunnen worden ondergebracht en de indeling (inclusief de erbij behorende ecologische normdoelstellingen) moet bruikbaar en hanteerbaar zijn. Het resultaat is weergegeven in tabel II, waarin de dertien typen zijn vermeld. De naamgeving van de typen in tabel II sluit vooral aan bij het hiervoor genoemd criterium (c), hetgeen evenwel niet wil zeggen dat beide andere criteria minder zwaar wegen, integendeel. Blijkbaar leveren verschillen in abiotische (fysisch-geografische) milieu's verschillen op in levensgemeenschappen; een conclusie die overigens niet nieuw is. Een vergelijking van tabel I met tabel II laat zien dat zowel de sloten als de vaarten op regionaal niveau, i.c. Friesland, worden onderverdeeld in drie typen. Bij de meren en plassen (tabel I) zijn duidelijke verschillen aangetroffen tussen boezem- en poldergebieden (tabel II). De kanalen en meren in

het boezemstelsel van midden-Friesland daarentegen behoren tot één type. Waren de functionele (gegraven) wateren van tabel I niet fysisch-geografisch gebonden, de typen van tabel II hebben alle een beperkte geografische verspreiding, echter wel met een zekere overlap van meerdere typen in een bepaalde regio. Zo komen de typen 1, 4, 5 en 10 uit tabel II voor in oost en zuid-oost Friesland, de typen 2, 6, 7, 11 en 13 in een brede middenstrook van Friesland en de typen 3, 9 en 12 in noord-west Friesland [Claassen, in prep.].

Indelingen in districten op landelijke schaal
Ruim een halve eeuw geleden, juist voor de afsluiting van de Zuiderzee, maakte Van Soest een indeling van Nederland in elf plantengeografische districten, een indeling die nog steeds gehanteerd wordt. Zeven districten beslaan samen het Pleistocene deel van ons land, drie districten liggen in het Holocene deel. Het Fluviatiel district neemt een intermediaire plaats in, hoewel een indeling bij Holoceen Nederland mogelijk is. Deze indeling in districten vormt een onder-



Afb. 2 - Begrenzing van de drie hydrobiologische districten in Friesland [naar Schroevers & Dresscher, 1977].

verdeling van het Atlantisch floragebied, waartoe Nederland behoort. Het Hafdistrict en het Drents district zijn in Friesland vertegenwoordigd (zie afb. 1) en beslaan resp. het Holocene en Pleistocene deel van de provincie. Het Hafdistrict omvat de laagveen- en zeekleigebieden van ons land. Kenmerkend voor het veengebied zijn de water- en verlandingsvegetaties van de plassengebieden, terwijl het kleigebied floristisch overwegend negatief (door het ontbreken van soorten) is gekenmerkt. Soorten als *Carex aquatilis*, *Potamogeton x decipiens* zijn beperkt tot het Drents district, *Potamogeton praelongus* en *Sparganium angustifolium* komen hier optimaal voor [Heukels/Van der Meijden, 1983]. Naast deze indeling in districten op basis van vooral landplanten, maakten Schroevers & Dresscher [1977] een indeling van ons land in zeven hydrobiologische districten, gebaseerd op voorkomen en verspreiding van fytoplanktonorganismen (zie afb. 2). Een internationaal kader zoals bij Van Soest, waarvan deze indeling een onderverdeling zou zijn is niet aanwezig. Schroevers & Dresscher

district kunnen hierbij uit zeer heterogene categorieën van soorten bestaan. Voor de zoete boezem- en poldergebieden, een gebied dat onder grote invloed van Rijnwater staat, worden de volgende watertypen vermeld: vaarten, sloten, kanalen, oude rivierlopen en grote meren. De brakke boezem- en poldergebieden, die naast de Rijn ook beïnvloed worden door zeewater, kennen dezelfde watertypen als hiervoor genoemd, aangevuld met oude kreken en haffen. Voor de Pleistocene gebieden zijn de vennen, hoogveenplassen en beken, met een overwegende invloed van regenwater, karakteristiek. Opmerkelijk is dat Schroevers & Dresscher de kwelgebieden op de grens van Holocene en Pleistoceen niet aangeven voor Friesland. In dit district met plassen, kwel sloten, eendenkooien en petgaten vormt de invloed van grondwater een belangrijke factor. Overigens is in Friesland het Pleistocene district volgens Schroevers & Dresscher veel marginaler aanwezig dan het Drents district volgens Van Soest. Dit kan samenhangen met een verstrekkende invloed van Rijnwater in het gebied [Claassen, 1983]. Het aangegeven brakke gebied ten zuid-westen van het Lauwersmeer stamt waarschijnlijk uit de periode van voor de afsluiting van dit meer in 1969. Door Farjon [1982] zijn voor deze zeven hydrobiologische districten de erin voorkomende ecotooptypen gerangschikt, waaruit bleek dat bepaalde ecotopen (watertypen) uitsluitend voorkomen in een of enkele districten. Hun morfologie is van natuurlijke oorsprong (zoals beken) of onder invloed van specifiek menselijk handelen ontstaan (zoals petgaten). Andere typen (zoals sloten) komen in vrijwel alle districten voor. Deze typen zijn min of meer vergelijkbaar met de functionele (gegraven) wateren van tabel I. In tabel III

TABEL III – Overzicht van het voorkomen van ecotopen of ecotoopcomplexen in drie hydrobiologische districten, onderscheiden door Schroevers & Dresscher in 1977 [naar Farjon, 1982]. De overige districten komen niet in Friesland voor. Zie afb. 2 voor de gebiedsbegrenzing binnen Friesland.

Hydrobiologisch district	Pleistocene gebieden	Zoete boezem- en poldergebieden	Brakke boezem- en poldergebieden
ven	x		
laaglandbeek	x		
gekanaliseerde beek	x		
hoogveenplas	x		
veenbeek	x		
sprengbeek	x		
bron	x		
bregbeek	x		
meer, plas		x	x
vaart		x	x
inlaag			x
kreek			x
drinkpoel	x	x	x
sloot	x	x	x
petgat	x	x	x
tichelgat	x	x	x
zandwinplaats, grindgat	x	x	x
kanaal	x	x	x

x = Ecotoop (= watertype)

TABEL IV – Overzicht van het voorkomen van milieutypen in drie hydrobiologische districten [naar Mol, 1985]. De overige districten komen niet voor op het vaste land van Friesland. Zie afb. 3 voor de gebiedsbegrenzing binnen Friesland.

Hoofdgroep	Hogere zandgronden	Zoete veen- en kleigebieden	Brakke klei- en veengebieden
Hydrobiologisch district	Drents plateau	Zuid-oost Friesland en de NOP	Noord-west Friesland
zand- grindwinputten	+		
vennen, hoogveenplassen	++	+	
kwelplassen	++	+	
kleine laaglandbeken	++		
semi-permanente beken	++		
grote laaglandbeken	++	+	
kleine rivieren	++	++	
wielen, inlagen		++	++
greppels	++	+	+
sloten	++	++	++
kleine kanalen, vaarten	++	++	++
grote kanalen	++	++	++
poelen	++	++	++
kleine meren, vijvers	++	++	++
grote meren	++	++	+
laagveenplassen	+	++	+

+ = zeer weinig aanwezig ++ = aanwezig Milieutype (= watertype)

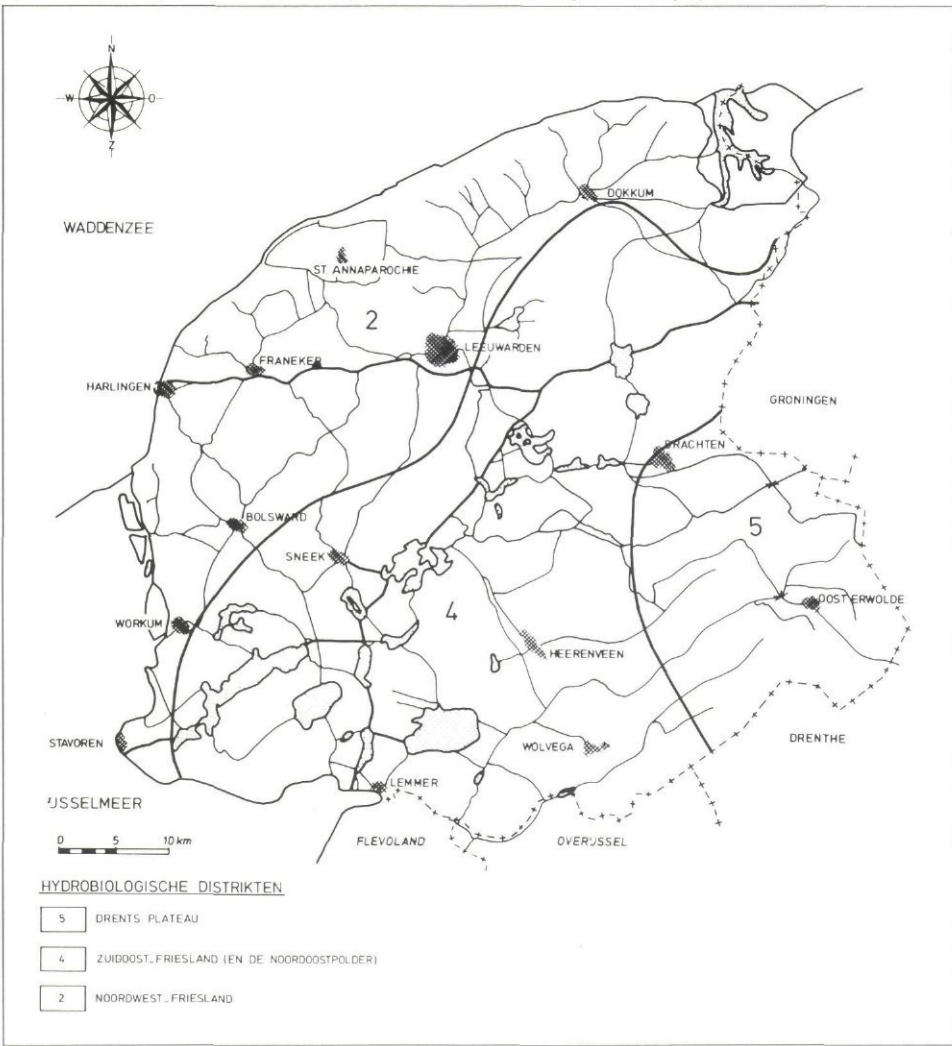
zijn de door Farjon opgesomde ecotopen vermeld, die voorkomen in de drie in Friesland voorkomende districten. Niet alle watertypen zijn evenwel in Friesland aanwezig. Onlangs is door Mol [1985] een nieuwe indeling in zesendertig hydrobiologische districten opgesteld, nu gerelateerd aan het voorkomen van macro-evertebraten. De indeling zelf is gebaseerd op de geomorfologie voor het Pleistocene deel en op het zoutgehalte voor het Holocene deel van ons land. Voor Friesland worden, evenals in 1977, drie districten aangegeven (zie afb. 3). Zowel het gebied in zuid-oost Friesland (Drents plateau) als in noord-west Friesland is door Mol veel groter aangegeven dan door Schroevers & Dresscher. Dit kan eventueel verklaard worden door de grotere biotoopgebondenheid (honkvastheid) van macro-evertebraten ten opzichte van fytoplankton, alsmede door de mogelijke sterkere relatie tussen macro-evertebraten enerzijds en stroming en zoutgehalte anderzijds. De grens tussen noord-west en zuid-oost (midden) Friesland wordt door Mol gelegd bij de gemiddelde isohaliene van 300 mg/l. De grens tussen zuid-oost (midden) Friesland en het Drents plateau valt samen met de overgang van veen naar zand, resp. van Holoceen naar Pleistoceen. Overigens valt deze grens voor het Friese deel tevens samen met de gemiddelde isohaliene van 50 mg/l. Noch Schroevers & Dresscher, noch Mol rekenen Gaasterland tot de Pleistocene gebieden resp. het Drents Plateau; planten-geografisch wordt het wel daartoe gerekend (zie afb. 1). Mol geeft voor de diverse districten min of meer kenmerkende verspreidingsbeelden van macro-evertebraten. Ook worden enkele macrofyten vermeld: *Lobelia dortmanna* voor de hoger gelegen zandgronden (Drents plateau), *Stratiotes aloides* voor de zoete veen- en kleigebieden

(zuid-oost Friesland) en *Ranunculus baudotii* voor de brakke klei- en veengebieden (noord-west Friesland). *Lobelia dortmanna* is inmiddels in noord-Nederland verdwenen.

Ook Mol constateert dat verschillende door hem onderscheiden milieutypen (watertypen) niet willekeurig verspreid voorkomen, doch min of meer gebonden lijken aan bepaalde geomorfologische eenheden. In tabel IV is (analoog aan tabel III) aangegeven welke watertypen kenmerkend zijn voor de drie genoemde districten. De helft van de in tabel IV opgenomen watertypen blijkt min of meer kenmerkend voor een van de drie districten, de andere helft komt meer algemeen voor. Wat in de tabellen I en II watertype heet, wordt in tabel III ecotoop of ecotoopcomplex en in tabel IV milieutype genoemd. Verschillende benaderingen leiden dus tot eenzelfde resultaat. Naast deze (landelijke) gebiedsindelingen in plantengeografische en hydrobiologische districten, zijn er ook (regionale) gebiedsindelingen op landschapsecologische basis. Een drietal hiervan, toegespitst op de Friese situatie, zal nader worden beschouwd.

Landschapsecologische gebiedsindelingen op regionale schaal
In het kader van het Integraal Structuurplan

Afb. 3 - Begrenzing van de drie hydrobiologische districten in Friesland [naar Mol, 1985].

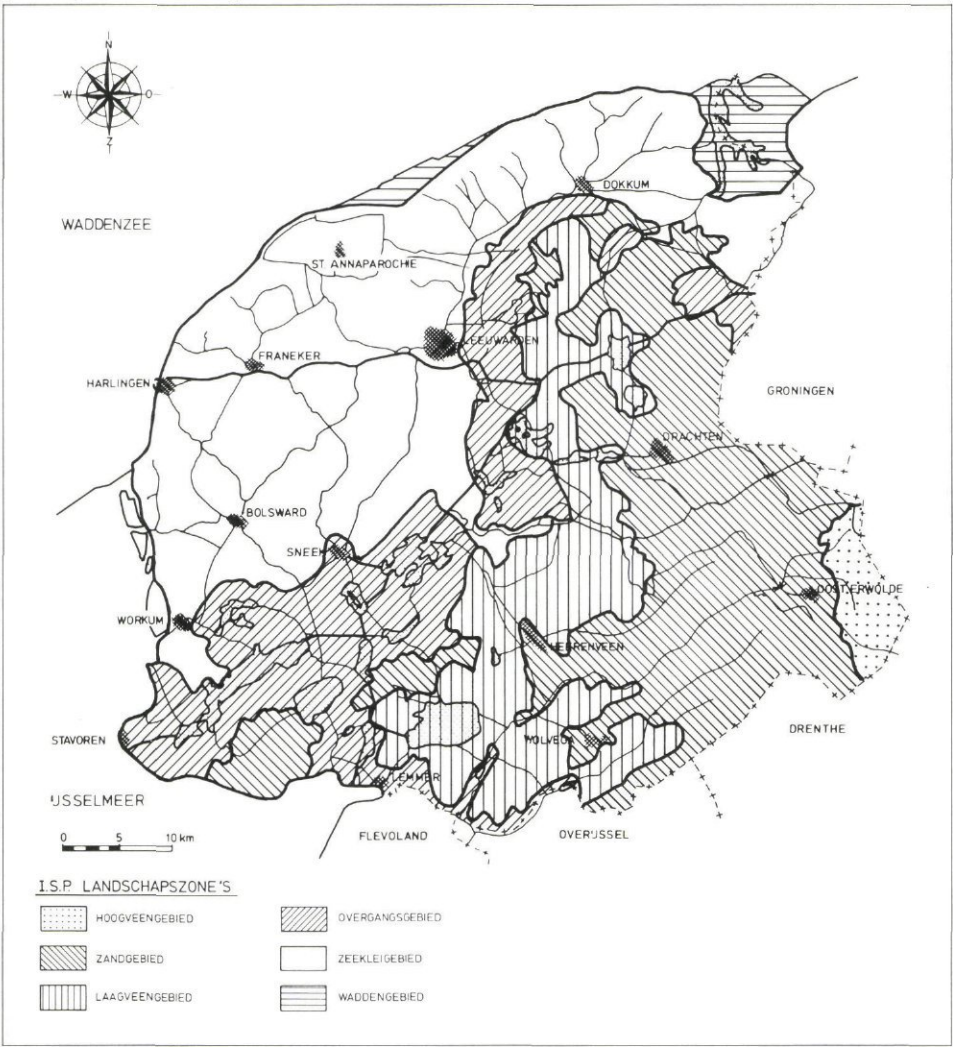


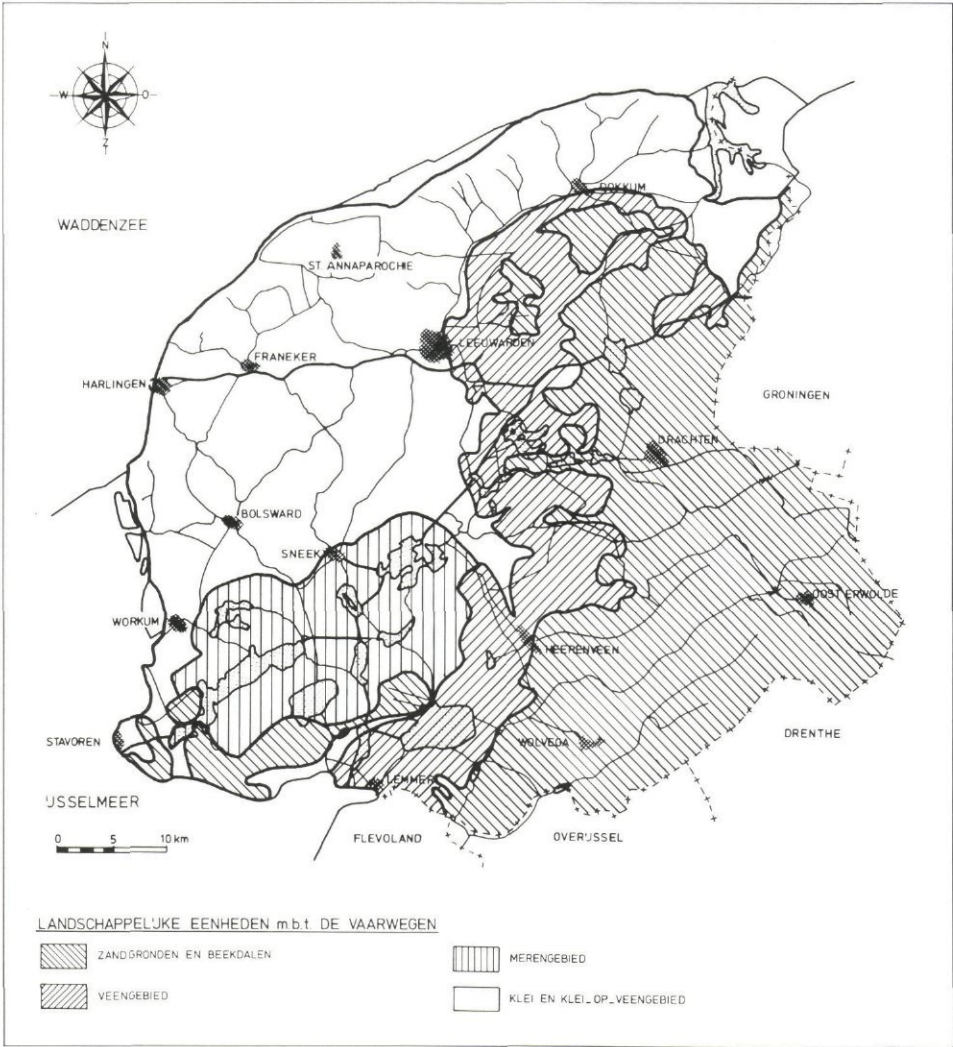
Noorden des Lands (ISP) is in de jaren 1975-1976 een grootschalige milieu-inventarisatie uitgevoerd. Bij het landsdelige onderzoek, waarin Friesland, Groningen, Drenthe en een deel van Overijssel waren betrokken, is zowel ten behoeve van de inventarisatie als de verwerking gebruik gemaakt van een indeling in zeven landschapszones: grote, vooral door fysisch-geografische factoren bepaalde eenheden, zie afb. 4. Als criteria voor deze indeling werden gebruikt de bodem (grondsoort) en de hydrologie, beide in samenhang met de kennis over de potentieel-natuurlijke vegetatie. De resultaten van het landsdelig fysisch-chemisch [Bots *et al.*, 1978] en biologisch [Van Gijsen & Claassen, 1978] wateronderzoek zijn per landschapszone uitgewerkt en samengevat. Er zijn voor Friesland, het hoogveen- en waddegebied daargelaten, vier gebieden van belang. Vermeldenswaard is dat het ISP-overgangsg gebied niet ligt op de overgang van Pleistoceen naar Holoceen, doch tussen het laagveen- en kleigebied. De bodem bestaat hier uit zeeklei op veen.

Het fysisch-chemisch onderzoek richtte zich op de analyse per bodemtype (zeeklei, klei-op-veen, laagveen, zand en hoogveen) omdat gebleken was, dat een indeling in bodemtypen zinvol was met betrekking tot de te verwachten natuurlijke belasting van het oppervlaktewater. Macrofyten en macrofauna zijn ook voor het gehele gebied gezamenlijk verwerkt. Voor de macrofyten luidde de algemene conclusie dat de indelingen van landschapszones en watertypen biologische relevantie hebben en dat bodem, afwatering en vorm van het water factoren zijn die mede de hoedanigheid van de watervegetatie bepalen. Ook voor de macrofauna bleek de indeling in landschapszones betekenisvol. Een aantal weinig algemene soorten bleek kenmerkend voor bepaalde landschapszones. Het overgangs- en laagveengebied kwamen echter, ook voor de algemene soorten, sterk overeen. Bij een onderzoek naar de ecologische betekenis van de Friese vaarwegen, waarbij de (structuur van de) vegetatie bepalend was, bleek dat de specifieke verdeling van

natuurwaarden gebonden is aan regionale verschillen in milieu-omstandigheden [Schotsman & Roukema, 1985]. Er werd een indeling gemaakt in vijf gebieden: zandgronden, beekdalen, laagveengebied, merengebied en klei en klei-op-veengebied (zie afb. 5). Verschillen met de ISP-indeling zijn vooral dat het zandgebied is opgedeeld in zandgronden en beekdalen, terwijl de klei en klei-op-veen (= overgangs-) gebieden zijn samengevoegd. In afb. 5 zijn overigens de zandgronden en beekdalen samengevoegd; in beide speelt de invloed van (kwellend) grondwater en worden ongeveer dezelfde kenmerkende soorten genoemd (*Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* en *Potamogeton* spp.). De vegetatie in het klei en klei-op-veen gebied wordt gedomineerd door eury-oecoen eutrafente soorten, als *Phragmites australis* en *Glyceria maxima*. Een derde (en laatste) landschapsecologische indeling van Friesland die hier gegeven wordt, betreft een indeling in vijf landschappelijke hoofdgroepen [Gedeputeerde Staten van Friesland, 1985]. Deze indeling is vooral gebaseerd op de abiotische factoren bodem, reliëf, water en klimaat. Verondersteld wordt dat de ontwikkeling van biotische elementen (flora en fauna) sterk hieraan gerelateerd is. Een zesde (wadden-) gebied is niet in afb. 6 weergegeven. Iedere hoofdgroep heeft min of meer haar eigen kenmerkende landschapsbepalende waterlopen. Bij deze en andere indelingen speelt de ecologische samenhang van diverse factoren een belangrijke rol. Genoemd kunnen worden de combinaties van hoogteligging, grondsoort, hydrologie (inclusief kwel en wegzijging) en de (natuurlijke) waterkwaliteit en voedselrijkdom. In afb. 6 zijn tevens globaal de (leef)gebieden aangegeven voor organismen van meren, plassen, oeverzones en moerassen. Naast aquatische organismen is dit gebied mede van belang voor (pleisterende) watervogels (diverse soorten eenden, zwanen, ganzen en steltlopers) en zoogdieren, zoals de visotter. De indelingen van de afb. 4, 5 en 6 en in mindere mate van de afb. 1, 2 en 3 vertonen globale overeenkomsten. Wanneer in enkele gevallen bepaalde deelgebieden worden samengevoegd resteert een driedeling in zuid-oost, midden en noord-west. In tabel V is een overzicht gegeven van deze overeenkomstige indelingen uit de afb. 1 t/m 6. Bij de landschapsecologische indelingen (afb. 4 t/m 6) worden echter steeds meer dan drie gebieden in Friesland onderscheiden, bij de plantengeografische indeling (afb. 1) minder. Er worden (in de afb. 2 en 3) in beide gevallen drie hydrobiologische districten onderscheiden, zij het dat de gebiedsgrenzen afwijken van de globale driedeling in de afb. 4 t/m 6 (zie tabel V). De landelijke indelingen (in districten) blijken dus zowel naar

Afb. 4 - Begrenzing van de zes landschapszones ten behoeve van het ISP-milieuonderzoek in Friesland [naar Wijnhoven *et al.*, 1979].





Afb. 5 - Indeling van Friesland in vier gebieden met verschillende ecologische waarden betreffende de vaarwegen [naar Schotsman & Roukema, 1985].

differentiatie in gebieden als naar grenzen onvoldoende bruikbaar ofwel te weinig gedetailleerd op regionaal niveau.

Hierarchische samenhang

Zowel ten behoeve van het ecologisch waterkwaliteitsbeheer als de functietoekenning aan oppervlaktewateren is het zinvol te zoeken naar de samenhang tussen kwaliteitsgegevens van afzonderlijke punten en ecohydrologische systemen. De eerste bouwstenen zijn in Friesland aanwezig. Enerzijds zijn dit de onderscheiden watertypen op regionaal niveau (tabel II) met bijbehorende referentiepunten, anderzijds zijn dit de landschapsecologische indelingen van de provincie (afb. 4 t/m 6). Duidelijk is dat landelijke indelingen zowel in watertypen (tabel I), als in gebieden (afb. 1 t/m 3), niet zonder meer regionaal bruikbaar zijn. Voor een regionaal gericht milieu- en waterkwaliteitsbeleid moet met een fijnere schaal(indeling) gewerkt worden dan nodig is voor een landelijk beleid. Voor een indeling in hydrobiologische districten is het – juist op regionaal niveau –

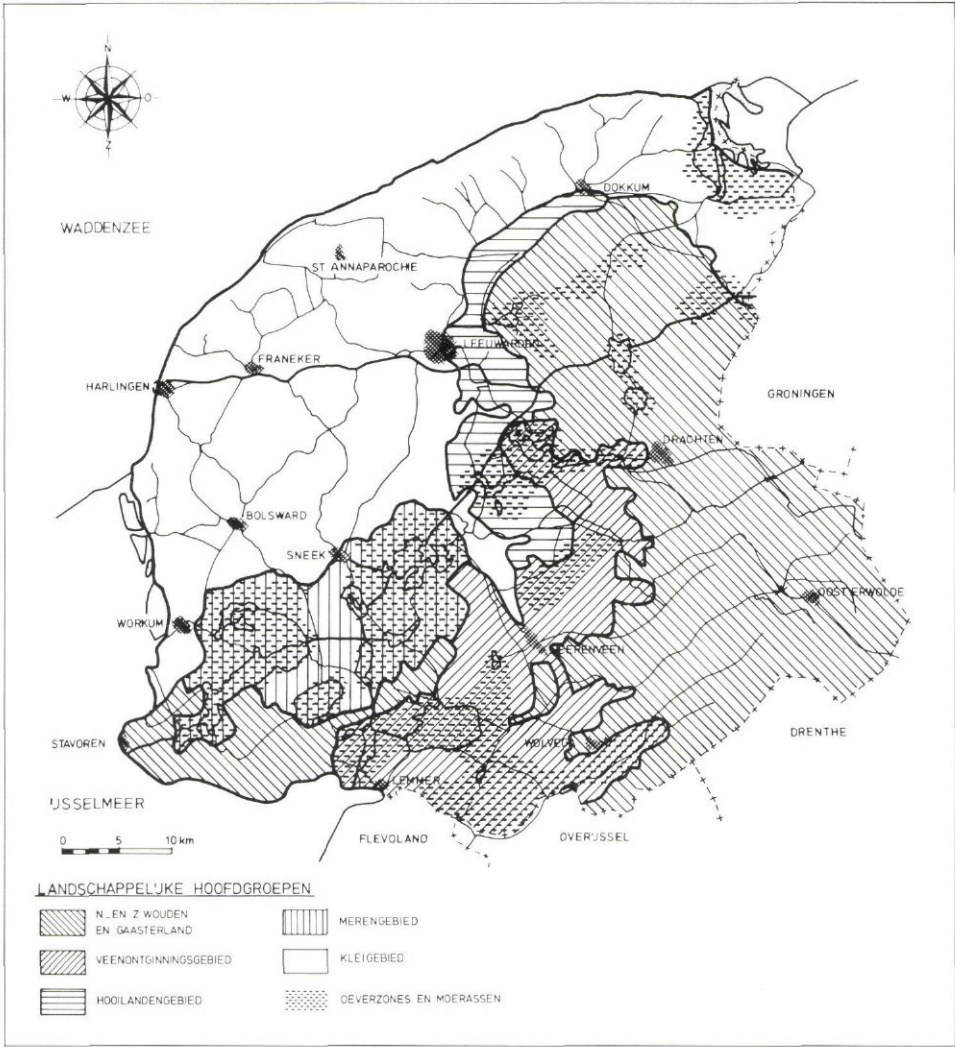
bovendien zinvol om naast het fytoplankton [Schroever & Dresscher, 1977] en de macrofauna [Mol, 1985] te kijken naar de (verspreiding en het voorkomen van) macrofyten. In afb. 7 zijn ter illustratie negen macrofytenverspreidingskaartjes opgenomen. *Ceratophyllum submersum* komt voornamelijk voor in het kustgebied van noord-west Friesland, *Zannichellia palustris* en *Myriophyllum spicatum* hebben een rui-

mere verspreiding, doch blijven min of meer gebonden aan het kleigebied. *Zannichellia palustris* is kenmerkend voor de kleislotten (type 3 in tabel II). Soorten van het laagveen-gebied zijn *Azolla caroliniana*, *Nymphaea alba* en *Stratiotes aloides*. Deze laatste soort, ook genoemd door Mol [1985], is kenmerkend voor de veensloten (type 2 in tabel II). In de petgaten in midden Friesland is deze soort vrijwel verdwenen. *Nymphaea alba* komt hierin wel regelmatig voor. *Potentilla palustris* komt in de wat zuurdere milieus in zuid-oost Friesland voor en ontbreekt in het zeekleigebied. *Juncus bulbosus* komt vooral voor in zure (verzuurde) voedselarme wateren in het Pleistocene gebied. *Scirpus fluitans*, maar ook soorten als *Potamogeton alpinus* en *Potamogeton gramineus* zijn kenmerkend voor zandsloten en andere wateren in de gradiëntzone van Pleistocene naar Holocene. De invloed van lithoclien water (kwel) wordt hierbij van groot belang geacht. Deze soort is in afb. 7 opgenomen om niet alleen grotere homogene gebieden te onderkennen, maar tevens om te wijzen op overgangssituaties met grote (potentiële) ecologische waarden. Overigens lijken deze en andere waterplanten, zoals *Equisetum fluviatile*, *Hippurus vulgaris* en *Hottonia palustris*, geschikte indicatoren voor het vastleggen van dergelijke gebieden.

Voor het waterkwaliteitsbeheer vormen de watertypen (tabel II) belangrijke eenheden. Gebleken is dat binnen landschapsecologische gebieden (afb. 4 t/m 6) meerdere watertypen onderscheiden worden. Nader (ecohydrologisch) onderzoek zal tot een verdere differentiatie moeten leiden, waarbij watertypen landschapsecologisch worden ingepast en afgebakend. Dat zal een adequaat ecologisch waterkwaliteitsbeheer ten goede komen. Op grond van de huidige inzichten is reeds duidelijk dat hierbij twee aspecten een belangrijke rol spelen: (a) De morfometrie en hydrologie van het water. Hierop berust de (traditionele) naamgeving voor oppervlaktewateren, zoals sloten, meren en vennen. Achterliggende conditionerende factoren voor de aquatische levensgemeenschappen zijn bijvoorbeeld waterdiepte, verblijftijd

TABEL V – Overzicht van de globale overeenkomst van verschillende gebiedsindelingen van Friesland in drie hoofdgroepen, afgeleid uit de afb. 1 t/m 6.

Gebiedsindeling naar	Afb.	Zuid-Oost	Midden	Noord-West
plantengeografische districten	1	Drents district		Haifdistrict
hydrobiologische districten 1977	2	Pleistocene gebieden	zoete boezem- en poldergebieden	brakke boezem- en poldergebieden
hydrobiologische districten 1985	3	Drents plateau	zuid-oost Friesland en de NOP	noord-west Friesland
ISP-landschapszones	4	zandgebied en hoogveengebied	overgangsgebied en laagveengebied	zeekleigebied
regionale vaarwegengebieden	5	zandgronden en beekdalen	merengebied en veengebied	klei en klei-op-veen gebied
landschappelijke hoofdgroepen	6	noord, en zuid, Wouden en Gaasterland	meren-, hooilanden- en veenontginningsgebied	kleigebied



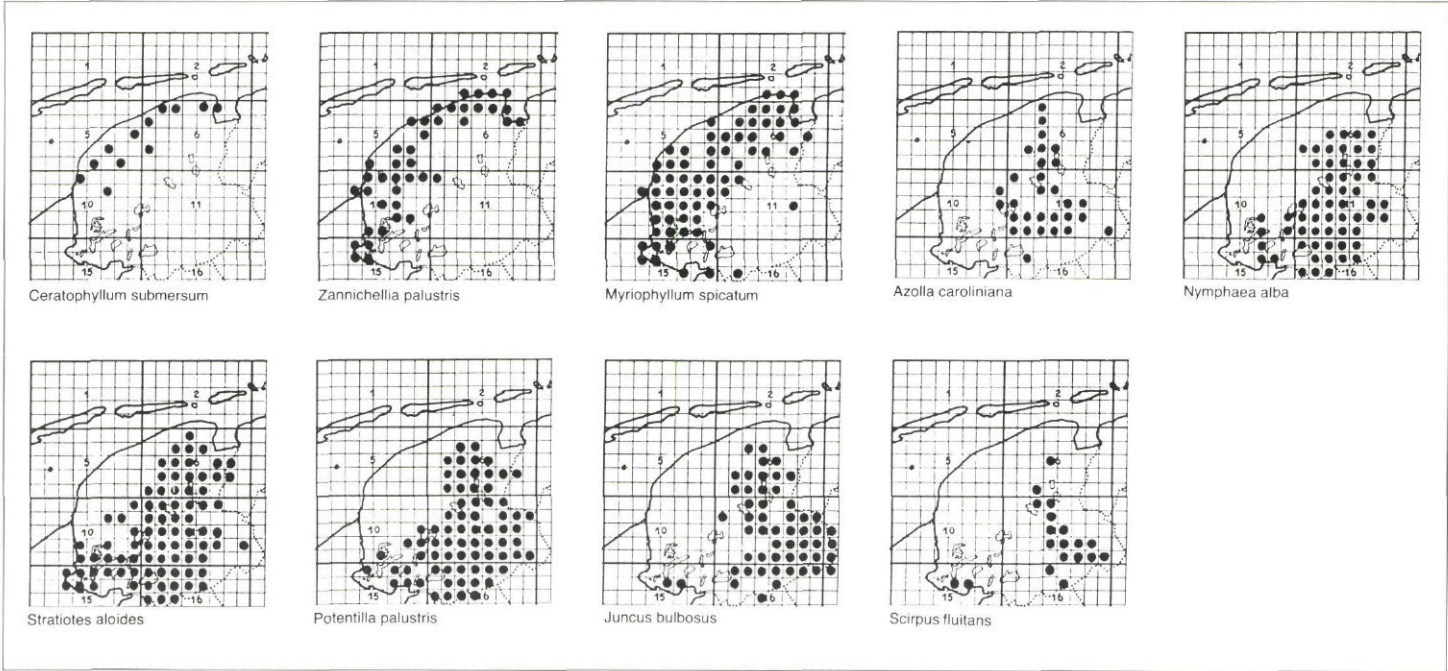
Afb. 6 - Indeling van Friesland in vijf landschappelijke hoofdgebieden. Tevens (met arcering) aangegeven de ecologisch samenhangende gebieden met meren, plassen, oeverzones en moerassen [naar Gedeputeerde Staten van Friesland, 1985].

(stroming) en de relatie water-bodem. (b) Waterkwaliteit en waterstromingen, zoals deze van nature voorkomen in de hydrologische kringloop. De hier bedoelde waterkwaliteit betreft vooral de concentraties en onderlinge verhoudingen van de macro-ionen. Door middel van diagrammen, waarin het relatieve aandeel van calcium in de kationensom wordt uitgezet tegen het elektrisch geleidingsvermogen (IR/EGV-diagrammen), kan de waterkwaliteit ten opzichte van grondwater (lithotroof), zeewater (thalassotroof) en regenwater (atmotroof) worden weergegeven. Integratie van beide in de inleiding genoemde benaderingen (watertypologie en landschapsecologie), uitgewerkt op (eenzelfde) regionale schaal, kan tot meer inzicht leiden in eigenschappen en randvoorwaarden van aquatische ecosystemen en bijdragen tot een adequaat integraal waterbeheer, waarin ecologische principes en randvoorwaarden, worden gerespecteerd. Hiervoor is een verdere uitwerking nodig van de in de inleiding vermelde achterliggende vraagstelling. In verband met waterverontreiniging en een toenemende nivellering van waterkwaliteit, mede veroorzaakt door een steeds meer kunstmatig kwantiteitsbeheer met versnelde aan- en afvoer van water dringt de tijd: zowel met betrekking tot het verkrijgen van voldoende inzicht in de aquatische ecosystemen als met betrekking tot het behoud en beheer ervan.

Literatuur

Bots, W. C. P. M., Jansen, P. C. en Noordewier, G. J. (1978). *Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het Noorden des Lands*. ICW, Wageningen.
Chardon, G. M., Chardon, W. J. en Duijsens, L. J. E.

Afb. 7 - Verspreiding van een negental macrofyten voor het vaste land van Friesland. Het eventueel voorkomen op de eilanden is niet weergegeven [naar Van der Ploeg, 1977].



(1985). *Inventarisatiegebieden met verwachte nadelige effecten zure depositie*. Ministerie VROM, Den Haag.

Claassen, T. H. L. (1983). *De invloed van Rijnwater op het beheer van boezem- en polderwater in*: Rijnwater in Nederland, p. 53-79. Oecologische Kring, Arnhem.

Claassen, T. H. L. (in prep.). *Typologie en normstelling, een aquatisch-oecologisch onderzoek in Friesland*.

Claassen, T. H. L., Hoogterp, D. en Jacobi, F. (1983). *Waterkwaliteit en verzuring in Friesland*. PWS van Friesland, Leeuwarden.

Claassen, T. H. L. en Straten, H. van (1984). *Kwellend zout in Friesland, een oriënterend onderzoek*. Cultuurtechnisch Tijdschrift 23 (6): 311-323.

CUWVO-V, subgroep I (1986). *Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren*. Den Haag.

Farjon, J. M. J. (1982). *Landschapsecologische relaties via het oppervlaktewater op nationaal en regionaal niveau*. De Dorschkamp, Wageningen.

Gedeputeerde Staten van Friesland (1985). *Beleidsnota voor landschapszorg en natuurbeheer in Friesland*. Leeuwarden.

Gijsen, M. E. A. van en Claassen, T. H. L. (1978). *Biologisch wateronderzoek: macrofyten en macrofauna*. RIN, Leersum.

Heukels, H./Meijden, R. van der (1983). *Flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Higler, L. W. G. (1983). *Een hydrobiologische visie op het Indicatief Meerjaren Programma*. Vakbl. Biologen 63 (9): 189-172.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1975). *Indicatief Meerjaren Programma water 1975-1979*. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1981). *Indicatief Meerjaren Programma water 1980-1984*. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1985). *Omgaan met water; naar een integraal waterbeleid*. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van VROM (1985). *Indicatief Meerjaren Programma water 1985-1989*. Den Haag.

Mol, A. W. M. (1985). *Hydrobiologische districten in Nederland*. RIN, Leersum.

Moller Pillot, H. K. M. (1971). *Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken*. Tilburg.

Ploeg, D. T. E. van der (1977). *Atlas fan de flora fan Fryslân*. Fryske Akademy, Leeuwarden.

RIN (1979). *Levensgemeenschappen, natuurbeheer in Nederland*. Pudoc, Wageningen.

Schotsman, N., Grootjans, A. P., Koole, E. H. en Schipper, P. C. (1986). *Het water van het Drents Plateau*. Natuur en Milieu 10 (2): 13-17.

Schotsman, N. en Roukema, Y. (1985). *De ecologische betekenis van de Friese vaarwegen*. PPD van Friesland, Leeuwarden.

Schroevens, P. J. en Dresscher, Th. G. N. (1977). *Typologie*. In: Biologische Waterbeoordeling, p. 57-79. IMG/TNO, Delft.

Verdonschot, P. F. M. (1983). *Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel*. PWS van Overijssel, Zwolle.

Wijnhoven, A. L. J., Reijnen, M. J. S. M. en Smittenberg, J. H. (1979). *Het Noorden Natuurlijk*. Den Haag.

Onderzoek milieu-veiligheid chemische industrie

Minister Nijpels van Milieubeheer zal bij alle chemische bedrijven een onderzoek laten uitvoeren naar hun voorzieningen ter bescherming van het milieu. Als deze onvoldoende blijken te zijn, zal de overheid maatregelen treffen om te voorkomen dat zich ongelukken voordoen, zoals de afgelopen tijd is gebeurd met de giflozingen op de Rijn.

De bewindsman kondigde dit op 14 december jl. aan tijdens een actie van de Vereniging Milieudefensie en enkele andere milieu-organisaties aan de Maasboulevard in Rotterdam. Op en rond het actieschip Rival van de Stichting Reinwater maakte een negental landelijke milieu-organisaties hun ongenoegen kenbaar over de recente vervuiling van de Rijn. Ook minister Smit-Kroes van Verkeer en Waterstaat was aanwezig om evenals minister Nijpels het eisenpakket van de milieu-organisaties voor een schonere rivier in ontvangst te nemen.

Bij de chemische bedrijven in het Rijnmondgebied is de afgelopen weken een inventarisatie gemaakt van de voorzieningen die de ondernemingen hebben getroffen ter voorkoming van milieu-ongevallen. Gekeken is naar de manier waarop verontreinigd bluswater wordt opgevangen, de bodem op de bedrijfsterreinen tegen de belasting met milieu-gevaarlijke stoffen wordt beschermd en welke maatregelen zijn getroffen om kettingreacties te voorkomen. Het onderzoek in Rijnmond wordt later naar alle andere chemische ondernemingen in het land uitgebreid.

Minister Smit-Kroes zegde toe ervoor te zorgen dat de kunstmestfabrieken Windmill en UKF (Unie van Kunstmestfabrieken) in respectievelijk Vlaardingen en Rotterdam hun lozingen van met cadmium verontreinigd afvalgips overeenkomstig de afspraken in 1988 stopzetten. Zij zullen geen nieuwe vergunningen meer krijgen. 'Wij zullen er niet op toegeven', zei de bewindsvrouw vastberaden. De Vereniging Milieudefensie en de Stichting Reinwater, die onmiddellijke stopzetting van de vuilozingen op de Nieuwe Waterweg hadden geëist, toonden zich niettemin ingenomen met de nadrukkelijke toezegging van mevrouw Smit-Kroes. Beide ondernemingen, die thans jaarlijks respectievelijk 930.000 en 1,2 miljoen ton afvalgips lozen, waren tegelijk met zeven andere chemische bedrijven in het West-Duitse, Franse en Zwitserse Rijnstroomgebied, door de jury van het internationale Rijntribunaal in het Westduitse Auggen schuldig bevonden aan vergiftiging van de Rijn. Tevens werd hen grove nalatigheid en zelfs met voorbedachte rade veroorzaken van schade verweten. De betrokken ondernemingen maken zich volgens de jury

eveneens schuldig aan het systematisch misleiden van de bevolking over hun activiteiten. Zij maken misbruik van het vertrouwen van het volk en laten hun eigen belangen prevaleren boven de gezondheid en het leefmilieu van mens en dier.

In het jury-rapport, dat de milieu-organisaties aan de ministers Nijpels en Smit-Kroes overhandigden, werd onafhankelijke controle op de activiteiten van de chemische bedrijven langs de Rijn geëist. Voorts zouden producenten die het milieu en de volksgezondheid in gevaar brengen, moeten worden aangepakt. Alle bestaande lozingsvergunningen moeten worden herroepen, zo meent de jury van het watertribunaal.

De negen milieu-organisaties namen aan de actie deel met het oog op de ministersconferentie over de Rijn op vrijdag 19 december in Rotterdam. In een memorandum eisten zij strafrechtelijke vervolging van de giflozingen op de rivier door onder andere de Zwitserse firma Sandoz, drastische uitbreiding van het controle-apparaat en versnelde uitvoering van het chemieverdrag van 1976 betreffende de lozing van zwarte lijst-stoffen. Per 1 januari 1990 zou de lozing van alle 129 zwarte lijst-stoffen verboden moeten zijn. Op het ogenblik geldt een dergelijk verbod slechts voor een handjevol van deze stoffen.

Voorts eisten de milieu-organisaties onverwijld invoering van Post-Seveso-Richtlijn van de Europese Gemeenschap betreffende de verwerking en opslag van milieu-gevaarlijke stoffen en de invoering ervan in de Zwitserse wetgeving. Minister Nijpels zegde toe dat dit wat Nederland betreft zo spoedig mogelijk zal gebeuren.

De bewindsman van Milieubeheer zei het te betreuren dat er bij de andere Rijnsoeverstaten weinig animo bestaat voor het Nederlandse voorstel een internationaal onafhankelijke controle in te stellen bij de chemische bedrijven langs de rivier. Niettemin zal hij samen met zijn collega van Verkeer en Waterstaat trachten op de komende ministersconferentie de ambtgenoten van Frankrijk, West-Duitsland en Zwitserland ertoe te bewegen een effectief controlesysteem in te stellen om ongelukken met milieu-gevaarlijke stoffen op de Rijn te voorkomen. 'We doen ons uiterste best tot daadwerkelijke maatregelen te komen', aldus minister Smit-Kroes van Verkeer en Waterstaat. (ANP, 15-12-'86)