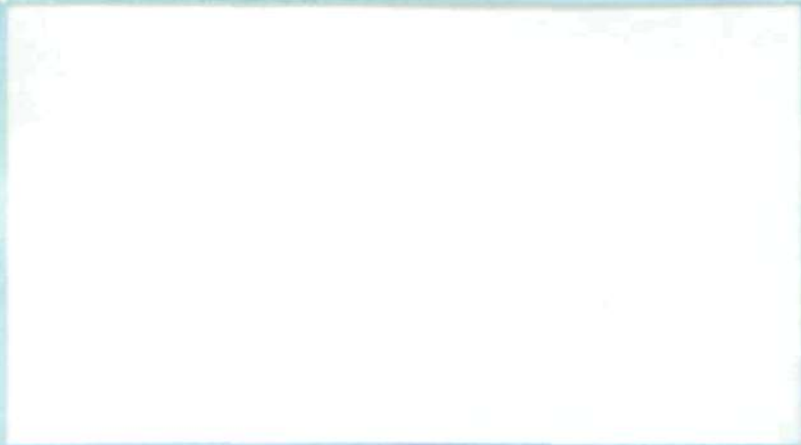


BOVAR

bestrijding overmatige algengroei in de randmeren



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Directie IJsselmeergebied

6200

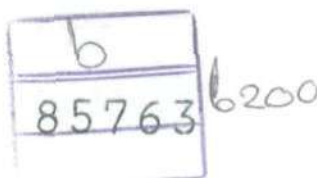


Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP Lelystad

BOVAR Ecologie Veluwerandmeren 1998

januari 2000

BOVAR rapportnummer 00.01
B. Fit en S.G. Lauwaars



Voorwoord

Het voor u liggende rapport is onderdeel van het project BOVAR-ecologie. In de verschillende hoofdstukken is een overzicht gegeven van de fysisch-chemische waterkwaliteit en een aantal biologische parameters in 1998. In hoofdstuk 9, het slothoofdstuk, is geprobeerd de resultaten van monitoring in 1998 te koppelen waardoor een kort overzicht kon ontstaan van de ecologie van de Veluwerandmeren in 1998. Bij het schrijven van het rapport is veelvuldig en dankbaar gebruik gemaakt van de inhoud van de stabiliteitsstudie van Meijer *et al.* welke in 1999 is afgerond. De volgende personen worden bedankt voor het leveren van bijdragen aan en het becommentariëren van het rapport: Marie-Louise Meijer, Ruurd Noordhuis, Eddy Lammens, Marcel van den Berg, Tom Buijse (allen RIZA), Gert Butijn, Inge de Vries, Ernst Rijdsijk, Lex Tjeenk Willink, Paul Licht en Winfried Laane (allen RDIJ)

Samenvatting

Naar aanleiding van eutrofiëring in de Veluwerandmeren is de Projectgroep BOVAR (Bestrijding Overmatige Algen groei Randmeren) in 1986 een monitoringsonderzoek gestart. In het voor u liggende rapport is de ecologische en fysisch-chemische toestand van de Veluwerandmeren in 1998 beschreven. Voor de evaluatie van de ecologische conditie van het watersysteem zijn fytoplankton, zoöplankton, waterplanten, macrofauna/driehoeksmosselen, vissen en watervogels getoetst aan verschillende normen en streefwaarden. Deze zijn ontleend aan de lange termijn doelstelling BOVAR, de Vierde Nota Waterhuishouding op basis van de MTR-waarden, richtwaarden uit de Stabiliteitsstudie, RAMSAR-conventie. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de toetsing gegeven.

Per onderscheiden parameter is aangegeven in hoeverre het Veluwemeer (VM), het Drontermeer (DM), het Wolderwijd (WW) en het Nuldernauw (NN) in 1998 voldoen aan de opgestelde streefbeelden. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen wel gerealiseerd en (nog) niet gerealiseerd. Indien de randmeren over de afgelopen periode een verbetering van de waterkwaliteit laten zien in de richting van het opgestelde streefbeeld, zijn ze in de kolom 'tussenfase' geplaatst.

Tabel: Overzicht waterkwaliteit
Veluwerandmeren 1998

Parameter waterkwaliteit	Streefbeeld	Wel gerealiseerde fase	Tussenfase	(Nog) niet gerealiseerde fase
Fysisch-chemische indicatoren				
Totaal-P (mg P/l)	0,04 - 0,06		VM, WW	DM, NN
Totaal-N (mg N/l)	< 2,2	DM	VM, WW, NN	
Chlorofyl-a (µg/l)	< 100	VM, DM, WW, NN		
Doorzicht (m)	> 1,0	VM	WW, NN, DM	
Biologische indicatoren				
Algensoorten	<i>Planktothrix</i> afwezig	VM, DM, WW, NN		
Zoöplankton	Potentiële graasdruk in hele zomer > 0,4/d	WW	VM, DM, NN	
Driehoeksmosselen	> 300 exempl./m ² op een kranswievrije bodem	VM, WW, DM, NN		
Waterplanten	> 30% kranswieren	VM		WW, NN, DM
Vis	Piscivore / planktivore vis = 1	NN	VM, WW, DM	
Vogels	Maximale draagkracht van het systeem	8 van de 10 soorten voldoen aan de 1 ^{ste} norm		

In 1998 is de doelstelling voor totaal-P in het Nuldernauw en Drontermeer niet gehaald, maar is de streefwaarde voor chlorofyl-a in alle vier de meren wel gehaald. Wat betreft totaal-P, totaal-N en doorzicht verkeert een wisselende samenstelling van meren in de 'tussenfase'. Wat betreft de biologische parameters worden de streefwaarden voor de algensoorten en Driehoeksmosselen in alle vier de meren gehaald. Over de waterplanten kan worden gezegd dat in drie van de vier meren de streefwaarde niet is gehaald. Wat betreft zoöplankton en vis verkeert nog een aantal meren in de 'tussenfase'.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	4
INHOUDSOPGAVE	5
1 INLEIDING	6
1.1 AANLEIDING	6
1.2 DOEL VAN HET RAPPORT	6
1.3 AANPAK	7
2 FYSISCH-CHEMISCHE WATERKWALITEIT	8
2.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	8
2.2 RESULTATEN	8
2.3 CONCLUSIES	10
3 FYTOPLANKTON	12
3.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	12
3.2 RESULTATEN	12
3.3 CONCLUSIES	13
4 ZOÖPLANKTON	15
5 WATERPLANTEN	16
5.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	16
5.2 RESULTATEN	16
5.3 CONCLUSIES	18
6 MACROFAUNA	19
6.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	19
6.2 RESULTATEN	19
6.3 CONCLUSIES	20
7 VISSSEN	21
7.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	21
7.2 RESULTATEN	21
7.3 CONCLUSIES	23
8 WATERVOGELS	24
8.1 UITGANGSSITUATIE EN DOELSTELLING	24
8.2 RESULTATEN	24
8.3 CONCLUSIES	27
9 TOTAALBEELD EN PERSPECTIEF	28
9.1 STAND VAN ZAKEN 1998	29
9.2 1998 TEN OPZICHTE VAN VOORGAANDE JAREN	30
9.3 HOE NU VERDER MET MONITORING?	31
10 LITERATUUR	32

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Door eutrofiëring is de oorspronkelijke toestand van de Veluwerandmeren, helder water met veel waterplanten, verloren gegaan. Dit vormde de aanleiding voor de Projectgroep BOVAR (Bestrijding Overmatige Algen groei in de Randmeren) om in 1986 in navolging van PER (Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, 1982) te starten met een monitoringsonderzoek. Doel hiervan is om op basis van meetgegevens de maatregelen te evalueren op hun effect op de waterkwaliteit van de Veluwerandmeren. Hierbij gaat het onder andere om maatregelen zoals doorspoeling, defosfatering van RWZI's en Actief Biologisch Beheer. Met deze informatie kan beoordeeld worden of de huidige maatregelen adequaat genoeg zijn om de BOVAR-doelstelling te halen of dat het programma moet worden aangepast. BOVAR heeft zich namelijk tot doel gesteld om *“door middel van maatregelen een zodanige waterkwaliteit te bewerkstelligen dat in de Veluwerandmeren de gewenste maatschappelijke functies recreatie, visserij en natuur optimaal vervuld kunnen worden”* (BOVAR, 1986). In 1986 zijn gelijktijdig met de start van BOVAR lange termijn doelstellingen geformuleerd, voor enkele waterkwaliteitsparameters (zie tabel 1).

Monitoringsonderzoek vindt plaats binnen het brede monitoringskader van het landelijk meetnet MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands) van het RIZA, binnen het Regionale Meetnet van RDIJ en in het kader van BOVAR is vanaf 1986 een aanvullend meetprogramma gaande. Dit monitoringsonderzoek dat in het kader van BOVAR wordt uitgevoerd heeft betrekking op de intensieve monitoring van het Veluwemeer, Drontermeer, Wolderwijd en Nuldernauw.

BOVAR-Ecologie is één van de vier projecten van BOVAR. De andere projecten zijn Delta Schuivenbeek, nutriënten en IIVR (Integrale Inrichting VeluweRandmeren).

1.2 Doel van het rapport

Deze rapportage beschrijft de waterkwaliteit in 1998 aan de hand van een aantal biologische en fysisch-chemische parameters. Op basis van een terugblik naar de voorgaande jaren, met name 1996 - 1997, wordt beoordeeld of de waterkwaliteit zich verder verbeterd heeft en welke aspecten opvallen. Hiervoor worden de resultaten getoetst aan de streefwaarden zoals die binnen het BOVAR-kader zijn opgesteld (tabel 1). Het rapport dient tevens antwoord te geven op de vraag of de resultaten aanleiding geven voor vervolgonderzoek in termen van monitoring en op welke aspecten van de waterkwaliteit dit monitoringsplan nader zou moeten ingaan.

Deze rapportage betreft de jaarlijkse verslaglegging van het project BOVAR-Ecologie en is bedoeld als voortgangsverslag en beleidsrapportage. Het rapport is tevens bedoeld voor informatie aan derden. In 2001 zal met het beëindigen van het project BOVAR een integrale rapportage verschijnen over de periode 1996-2001.

1.3 Aanpak

De waterkwaliteit van de Veluwerandmeren wordt beoordeeld aan de hand van de volgende parameters:

- fysisch-chemische waterkwaliteit
- fytoplankton
- zoöplankton
- waterplanten
- macrofauna/Driehoeksmosselen
- vissen
- watervogels

Voor deze parameters zijn normen en streefwaarden vastgesteld, die ontleend zijn aan:

1. de lange termijn BOVAR doelstelling (PER, 1982)
2. de Vierde Nota Waterhuishouding op basis van MTR-waarden (Min. V&W, 1998)
3. richtwaarden uit de Stabiliteitstudie van het RIZA (Meijer *et al.*, 1999)
4. Ramsar conventie (1971)

In tabel 1 is een overzicht van de verschillende streefbeelden gegeven met bronvermelding.

Tabel 1: overzicht van de streefbeelden per parameter

Parameter waterkwaliteit	Ongewenste toestand	Streefbeeld	Bron
Totaal-P (mg P/l)	> 0,1	0,04 - 0,06	1
Totaal-N (mg N/l)	> 2,2	< 2,2	2
Chlorofyl-a (µg/ml)	> 100	< 100	2
Doorzicht (m)	< 0,4	> 1,0	1
Algensoorten	<i>Planktothrix</i> dominant	<i>Planktothrix</i> afwezig	3
Zoöplankton	Potentiële graasdruk < 0,4	Potentiële graasdruk in zomerperiode > 0,4	3
Driehoeksmosselen	Bodempopulatie afwezig	> 300 exempl./m ² op een kranswievrije bodem	3
Waterplanten	Geen kranswieren	> 40% kranswieren	3
Vis	Dominantie van Brasem	Piscivore / planktivore vis = 1	3
Watervogels	Geen herbivore watervogels	1% norm	4

Deze parameters vormen de basis van dit rapport waarvan de onderzoeksresultaten in de hoofdstukken 2 t/m 8 worden beschreven. Ieder hoofdstuk wordt ingeleid met een paragraaf 'uitgangssituatie en doelstelling' en eindigt met een aantal conclusies, onder meer met betrekking tot het behalen van de doelstelling (streefbeeld).

In een afsluitend hoofdstuk vindt een integrale beoordeling van de Veluwerandmeren plaats met betrekking tot de volgende zaken:

- stand van zaken 1998
- 1998 ten opzichte van voorgaande jaren
- hoe nu verder met monitoring?

2 Fysisch-chemische waterkwaliteit

2.1 Uitgangssituatie en doelstelling

De Veluwerandmeren werden eind jaren '60 gekenmerkt door eutrofiëringsverschijnselen die gepaard gingen met troebel water en de afwezigheid van kranswieren. Sindsdien is een groot aantal maatregelen genomen om deze verschijnselen terug te dringen. Om de mate van eutrofiëring te bepalen wordt de fysisch-chemische kwaliteit van de randmeren bepaald en getoetst aan de hand van de volgende waarden:

- een totaal P gehalte van 0,04-0,06 mg/l
- een totaal N gehalte < 2,2 mg/l
- een chlorofyl-a gehalte < 100 µg/l
- doorzicht berekend op basis van het reciprook gemiddelde > 1m

Tevens worden de resultaten met betrekking tot het doorzicht vergeleken met de gegevens over bodemzicht (helderheid), zoals die door middel van vluchten zijn verkregen (Tjeenk Willink, 1999).

2.2 Resultaten

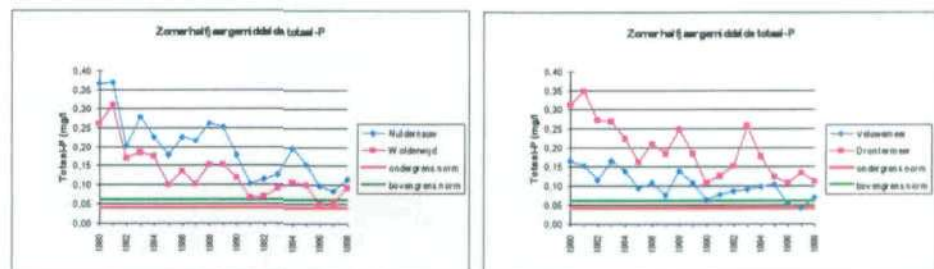
De ontwikkeling van bovenstaande parameters over de periode 1980-1998 wordt in onderstaande figuren weergegeven.

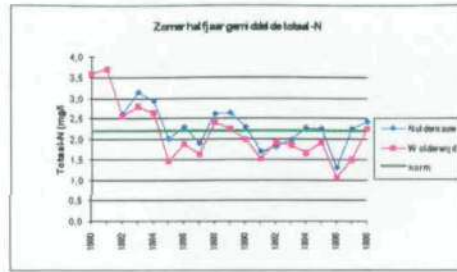
Nutriënten

De resultaten in figuur 1.1 laten zien dat de bovengrens van de norm voor de zomergemiddelde totaal-P waarden voor het Veluwemeer en het Wolderwijd in 1996 en 1997 wordt gehaald. De tijdreeksen over 1980-1998 laat voor alle vier de randmeren een dalend verloop zien. Opvallend is echter dat, met uitzondering van het Drontermeer, 1998 weer een lichte stijging te zien geeft.

Wat betreft de totaal-N waarden zijn in 1998, met uitzondering van het Drontermeer, alle waarden boven het normniveau van 2,2 mg/l uitgestegen. Toch is al vanaf 1980 voor alle vier meren een daling van het totaal N-gehalte waarneembaar met waarden die vanaf 1985, het Drontermeer vanaf 1990, schommelen rond de vastgestelde norm.

Figuur 1.1 Zomerhalfjaargemiddelde waarden voor totaal-P en totaal-N in de Veluwerandmeren in de periode 1980-1998





Chlorofyl-a

Voor alle vier watersystemen heeft de blijvend lage waarde, ver onder de norm van $100\mu\text{g/l}$, zich ook in 1998 gecontinueerd. Voor het Veluwemeer begon dat al in 1985, voor het Drontermeer en het Wolderwijd in 1989 en het Nuldernauw volgde vanaf 1990.

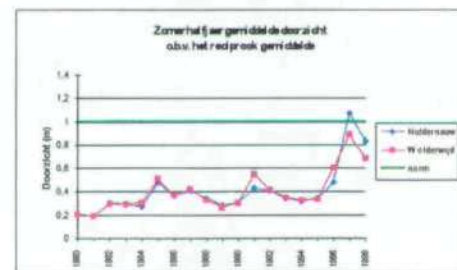
Figuur 1.2 Zomerhalfjaargemiddelde waarden voor chlorofyl-a in de Veluwerandmeren in de periode 1980-1998



Doorzicht

Figuur 1.3 laat zien dat in 1998 het doorzicht, berekend op basis van het reciproof gemiddelde, zowel in het Nuldernauw als in het Wolderwijd is verslechterd en in het Drontermeer en Veluwemeer is verbeterd ten opzichte van 1997. Wat betreft het Drontermeer en Veluwemeer is dit een voortzetting van de situatie vanaf 1994, waarbij opvalt dat in het Veluwemeer in 1998 zelfs de norm van 1,0 m doorzicht wordt gehaald. Daarentegen is de daling in 1998 van het doorzicht in het Nuldernauw en Wolderwijd een abrupte onderbreking van de verbetering vanaf 1994.

Figuur 1.3 Zomerhalfjaargemiddelde waarden voor het doorzicht in de Veluwerandmeren in de periode 1980-1998



Vluchten

In het begin van de negentiger jaren is geconstateerd dat boven kranswiervelden het water helder bleef (Tjeenk Willink, 1999). Met ingang van 1994 is vanuit een vliegtuig geschat hoe groot het oppervlakte helder water was.

De waarnemingen tijdens de vluchten resulteerden over de periode 1994-1998 in onderstaand overzicht (tabel 2) van maximaal gemeten oppervlakte bodemzicht ten opzichte van het totale meeroppervlak.

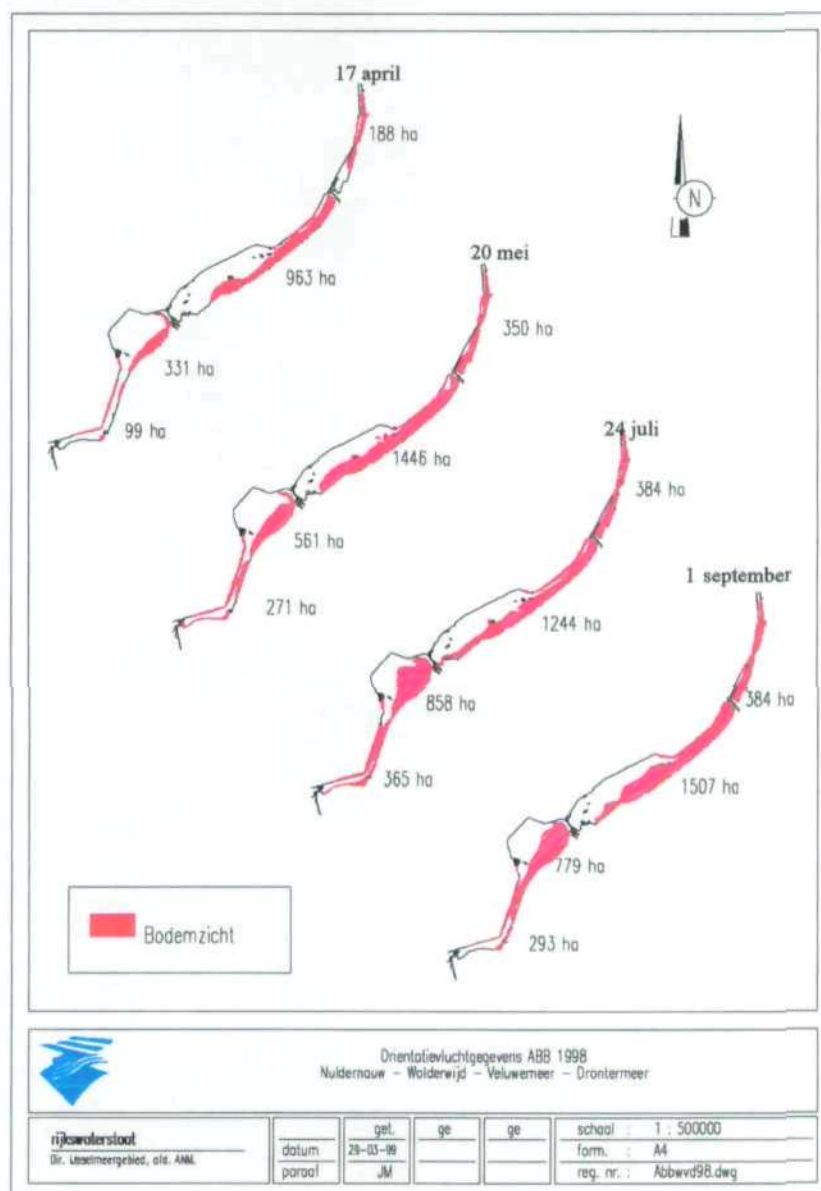
Tabel 2: oppervlakte bodemzicht t.o.v. het totale meeroppervlak in de Veluwerandmeren.

jaar	Wolderwijd/Nuldernauw	Veluwemeer	Drontermeer
1994	23%	20%	n.d. ¹
1995	24%	28%	n.d.
1996	32%	39%	65%
1997	54%	58%	74%
1998	47%	45%	69%

Uit tabel 2 blijkt dat in 1998 de oppervlakte met bodemzicht in alle randmeren iets gedaald is. Vanaf 1994 was het bodemzicht alleen maar toegenomen.

Figuur 1.4 laat het verloop van het bodemzicht gedurende de zomerperiode zien.

Figuur 1.4 bodemzicht 1998 tijdens oriëntatievluchten boven Veluwerandmeren.



2.3 Conclusies

Het verloop van de onderzochte nutriënten geeft vanaf 1996 een opmerkelijke stijging te zien van het totaal-N gehalte in het Drontermeer, Wolderwijd en

¹ no data

Veluwemeer en een geringere stijging in het Nulderneau. Het totaal-P gehalte toont in 1998 in het Nulderneau, Veluwemeer en Wolderwijd een stijging ten opzichte van 1997.

In 1996 en 1997 werd de bovengrens van de BOVAR-norm voor totaal-P, 0,06 mg P/l, zowel in het Wolderwijd en het Veluwemeer gehaald. In beide meren is in 1998 de fosfaatconcentratie echter weer toegenomen.

Indien de totaal-N waarden van de randmeren worden getoetst aan de landelijke norm van 2,2 mg/l, voldoen ze soms wel en soms niet aan deze norm. Opvallend is de stijging van de totaal-N concentraties in alle meren in 1997 en 1998.

Bij toetsing aan de lange termijn doelstelling van de Vierde Eutrofiëringsevenquête voor wateren zonder blauwalgen, 1,35 mg/l (Portielje & van der Molen, 1998), is deze waarde in het Drontermeer gehaald in 1996 en 1997 en in het Wolderwijd en het Nulderneau in 1996. In het Veluwemeer is vanaf 1980 nog nooit een dergelijke waarde gehaald.

Het chlorofyl-a gehalte laat in alle vier de meren een daling zien, waarbij opvalt dat het gehalte in het Nulderneau en in het Wolderwijd in 1998 hoger is dan in 1997. Omdat de huidige norm van 100 µg/l al vanaf 1990 ruimschoots wordt gehaald is het de vraag of deze norm nog wel gehandhaafd moet worden; mogelijk is het beter de norm te verlagen zodat het weer informatief is of de norm wel of niet gehaald wordt.

De norm voor het doorzicht wordt in de periode 1980-1998 voor het Nulderneau en in het Wolderwijd alleen in 1997 gehaald. In het Veluwemeer wordt de norm in 1997 en 1998 gehaald. In het Drontermeer wordt de norm voor het doorzicht in de periode 1980-1998 niet gehaald. Vanaf 1981 is er wel een verbetering waarneembaar. Er blijkt dat in het Wolderwijd in 1998 zandwinning in de directe omgeving van het meetpunt plaatsvond waardoor dit een oorzaak kan zijn geweest voor de vermindering van de hoeveelheid doorzicht (Tjeenk Willink, 1999).

Uit de monitoring van waterplanten blijkt dat in 1998 de oppervlakte met kranwieren is toegenomen ten opzichte van voorgaande jaren. Tabel 2 laat zien dat in 1998 de oppervlakte met bodemzicht in alle Veluwerandmeren ten opzichte van 1997 iets is gedaald.

De verwachting was dat uitbreiding van de kranwieren in 1998 een positief effect zou hebben op de oppervlakte met bodemzicht. Dit geldt voor het Veluwemeer waar het doorzicht in de vaargeul is toegenomen met de toename van kranwieren. Dat dit voor de andere meren niet is uitgekomen is mogelijk het gevolg van het feit dat de vluchten in 1998 plaatsvonden in perioden met veel wind. Bovendien is er vier keer in de plaats van zes keer gevlogen waardoor de slecht weer omstandigheden relatief zwaar zijn gaan meetellen (Tjeenk Willink, 1999).

3 Fytoplankton

3.1 Uitgangssituatie en doelstelling

Uit historische gegevens wordt duidelijk dat de periode met een slechte waterkwaliteit en een sterk verarmd ecosysteem van de randmeren samenvalt met de dominantie door *Plankthotrix agardhii*. Herstel van het watersysteem valt samen met het doorbreken en zelfs het verdwijnen van deze dominantie. Monitoring van de soortensamenstelling en hoeveelheid fytoplankton is van belang om het verloop ervan over een lange periode te kunnen volgen. Gestreefd wordt naar een toestand waarin *Plankthotrix agardhii* ontbreekt.

Het fytoplankton wordt onderscheiden in de volgende hoofdtypen:

- blauwwieren
- kiezelwieren
- groenwieren
- overige algen

Van deze hoofdtypen worden tijdreeksen over de periode 1990-1998 weergegeven voor het Veluwemeer en Wolderwijd om het effect van de in het kader van BOVAR genomen maatregelen op het fytoplankton te kunnen vaststellen.

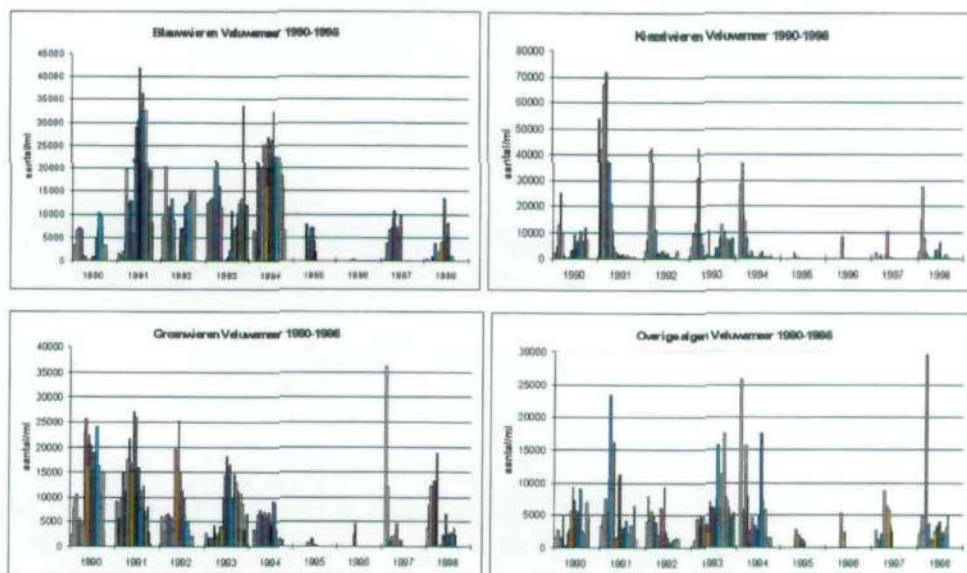
3.2 Resultaten

Periode 1990-1998

Onderstaand is, voor het Veluwemeer en het Wolderwijd, de hoeveelheid fytoplankton (aantal/ml) weergegeven over de jaren 1990 -1998. De gegevens zijn afkomstig van Koeman & Bijkerk (1999).

Figuur 3.1: Hoofdtypen Fytoplankton in het Veluwemeer 1990-1998

Veluwemeer



De totale dichtheid van fytoplankton is in 1997 en 1998 gemiddeld hoger dan in de 'strengere winterjaren' 1995 en 1996, maar lager dan in de periode 1990-1994. De biovolume's fytoplankton vertonen de laatste jaren een duidelijke daling ten

opzichte van andere jaren. De verschillen in dichtheden hebben vooral te maken met een verschuiving naar kleine algen (Koeman & Bijkerk, 1999).

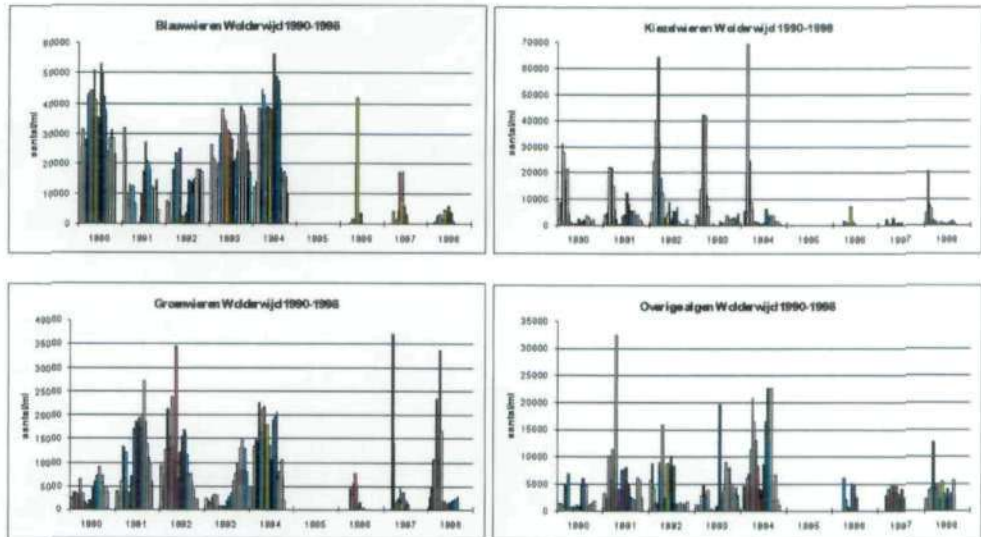
Planktothrix agardhii is na 1995 in geen enkel monster meer aangetroffen. De plaats wordt vanaf 1994 ingenomen door *Microcystis*, maar dan op een veel geringere schaal (Meijer *et al.*, 1999). Van andere blauwwieren was de dichtheid van 1997-1998 vergelijkbaar met die in de jaren 1990-1994.

Een nieuwe ontwikkeling in het voorjaar van 1998 was de hoge dichtheid van *Cyclotella ocellata*. Deze in Nederland weinig gevonden kiezelalgi is indicatief voor niet verontreinigd en matig voedselrijk water (figuur 7 uit: Koeman & Bijkerk, 1999).

Het aantal kiezelwieren vertoont in de jaren 1990-1998 een hoge voorjaarspiek; na 1994 nemen de aantallen weer af.

Figuur 3.2 Hoofdtypen Fytoplankton in het Wolderwijd 1990-1998

Wolderwijd



Evenals het Veluwemeer is in het Wolderwijd in 1997 en 1998 geen *Planktothrix agardhii* in de monsters gevonden. De gemiddelde dichtheid van andere blauwalgen toont een afname over de jaren 1996-1998.

De laatste 2 jaar geven opvallend hoge voorjaarspieken van kleincellige groenalgen te zien. Een ander opvallend verschil met voorgaande jaren is het voorkomen van lage dichtheden van groenwieren en kiezelwieren in de periode mei-december van 1997-1998 (Koeman & Bijkerk, 1999).

Kenmerkende soorten zijn *Cyclotella ocellata* en *Stephanodiscus hantzschii* bij de kiezelwieren, *Scenedesmus spp.* bij de groenwieren en Cryptophyceën, Goudwieren en Xanthophyceën bij de groep van overige algen.

3.3 Conclusies

De tijdreeks over de periode 1990-1998 geeft, voor zowel het Veluwemeer als het Wolderwijd, vanaf 1994 een flinke daling te zien van blauwwieren en kiezelwieren. Voor de groenwieren en overige algen geldt dat in mindere mate.

Voor kiezelwieren en groenwieren lijkt een bloei in het voorjaar en de zomerperiode plaats te vinden. Blauwwieren lijken tot 1995 veel meer over het gehele jaar verspreid voor te komen. Na 1995 valt het aantal blauwwieren sterk terug, al kunnen incidentele bloeien van drijfvaagvormende blauwalgen voorkomen (Meijer *et al.*, 1999).

Duidelijk afwezige soorten vanaf 1994 in zowel Veluwemeer als Wolderwijd zijn *Planktothrix agardhii* (blauwwier) en *Diatoma tenuis* (kiezelwier); voor die tijd waren deze soorten rijkelijk vertegenwoordigd. De vrijgekomen niche van *Planktothrix agardhii* wordt vanaf 1994 door de blauwwier *Microcystis* ingenomen. Het voorkomen van deze blauwwier wordt voornamelijk bepaald door de hydromorfologie en de hoeveelheid licht, d.w.z. in stilstaand water dat

redelijk helder is. De lage concentraties van *Microcystis* kunnen wel voor overlast zorgen door de concentratie van biomassa in drijfslagen aan de oever.

Wat betreft het streefbeeld dat voor fytoplankton is opgesteld voldoen zowel het Veluwemeer als het Wolderwijd al vanaf 1994 aan de gewenste toestand gezien de afwezigheid van *Planktothrix agardhii*. Deze blauwwier is ook bijna verdwenen uit het Drontermeer en Nuldernauw.

Een terugkeer van *Planktothrix agardhii* hangt mogelijk af van het risico op een terugval naar hoge chlorofyl-a concentraties (Meijer *et al.*, 1999).

De afwezigheid van *Planktothrix* in de watersystemen wijst op een verbeterde waterkwaliteit.

4 Zoöplankton

Het is niet bekend wat de soortensamenstelling van zoöplankton was in de zeer eutrofe toestand van de zeventiger jaren, omdat pas vanaf 1989 het zoöplankton is bemonsterd. De populatiedichtheid van zoöplankton over de periode 1989-1996 toont grote fluctuaties in de loop van een jaar, maar ook van jaar tot jaar. Dit geldt vooral voor de groep watervlooien, die wordt gedomineerd door *Daphnia* en *Bosmina*.

In alle randmeren is in de negentiger jaren een *Daphnia* piek en een relatief hoge potentiële graasdruk aanwezig in mei - juni (Meijer *et al.*, 1999). Vanaf eind juni is *Daphnia* vaak afwezig en is de potentiële graasdruk laag.

Hoge dichtheden van alle zoöplanktongroepen deden zich voor in 1993. Vanaf 1995 worden ook hoge waarden van *Daphnia* in de zomermaanden gemeten. De hoeveelheid *Daphnia* neemt de laatste jaren niet toe; in 1998 was de zoöplankton biomassa van alle groepen laag.

De copepodengemeenschap in de Veluwerandmeren wordt overheerst door cylopoïde copepoden, al lijkt er een verschuiving richting meer calanoïde soorten op te treden (Waardenburg, 1998; Meijer *et al.*, 1999). Bij een uitgebreide dag-/nachtbemonstering bleek dat *Daphnia* zich overdag vooral aan de rand van de vegetatie ophoudt, 's nachts verspreidt deze zich meer over het watersysteem. Dit betekent dat met bemonsteringen overdag in het open water de hoeveelheid *Daphnia* wordt onderschat (Meijer *et al.*, 1999).

Voor zoöplankton zijn de streefwaarden gebaseerd op de ideale situatie waarbij zoöplankton, vooral *Daphnia*, zowel in het voorjaar als in de zomer door begrazing de dichtheid van fytoplankton laag kan houden. Hierbij is een potentiële graasdruk van tenminste 0,4/dag gewenst. Een maat voor de potentiële graasdruk van het zoöplankton is de verhouding van de biomassa van zoöplankton ten opzichte van de biomassa van de algen. Een stap in de richting van de streefwaarde is een hoge potentiële graasdruk (>0,4/dag) tijdens de *Daphnia* piek in het voorjaar (Meijer *et al.*, 1999).

5 Waterplanten

5.1 Uitgangssituatie en doelstelling

Soortenrijkdom in de samenstelling van waterplanten geeft een duidelijke indicatie voor de waterkwaliteit. Uitbreiding van de kranswievelden is zeer waarschijnlijk het gevolg van een verbeterde waterkwaliteit, met name door de toename van het doorzicht in het water (van den Berg, 1998). Helderheid (doorzicht) van het water is vermoedelijk de primaire groeibepalende factor voor kranswier in het voorjaar. Uit de 'Stabiliteitsstudie' blijkt dat op lange termijn kranswervegetaties zichzelf en de helderheid stabiliseren (Meijer *et al.*, 1999). Dit wordt bevestigd door de waarneming dat boven kranswievelden het water helder blijft (Tjeenk Willink, 1999).

Monitoring van de waterplanten geeft dus een aanwijzing voor de stabiliteit van het watersysteem. Als doelstelling wordt een inwendige bedekking van meer dan 30% voor kranswieren nagestreefd (Meijer *et al.*, 1999). Hierbij wordt gesproken van een inwendige bedekking wanneer het oppervlak van het watersysteem voor 100% bedekt is.

Naast kartering van de waterplanten via intensieve bemonstering, worden vanaf 1994 ook vluchten boven de Veluwerandmeren uitgevoerd om de ontwikkeling van de waterplanten te volgen (Tjeenk Willink, 1999).

5.2 Resultaten

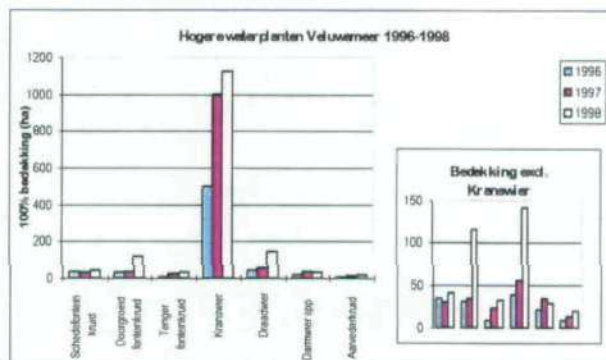
In de periode 1996-1998 is in het kader van BOVAR gebiedsdekkend onderzoek uitgevoerd naar de watervegetatie in de Veluwerandmeren. De waarnemingspunten waren gelokaliseerd op raaien. Hierbij werd getracht de afstand tussen de raaien en de afstand tussen de meetpunten in de raai op een standaard afstand van 100 meter te houden. De raaien werden gevaren met ondiep stekende boten (de Witte *et al.*, 1997).

In bijlage 1 is de totale inwendige bedekking gegeven en de inwendige bedekking voor de meest voorkomende soorten. De randmeren Wolderwijd en Nuldernauw zijn bij de presentatie van de resultaten van de bedekking van de watervegetatie als één gebied beschouwd.

In onderstaande figuren is de zogenaamde totale inwendige bedekking (100%) van een zevental soorten schematisch weergegeven.

De gegevens zijn ontleend aan de Witte *et al.* (1997, 1998, 1999).

Veluwemeer



Figuur 5.1 Waterplanten bedekking in het Veluwemeer van de meest voorkomende soorten (in ha).

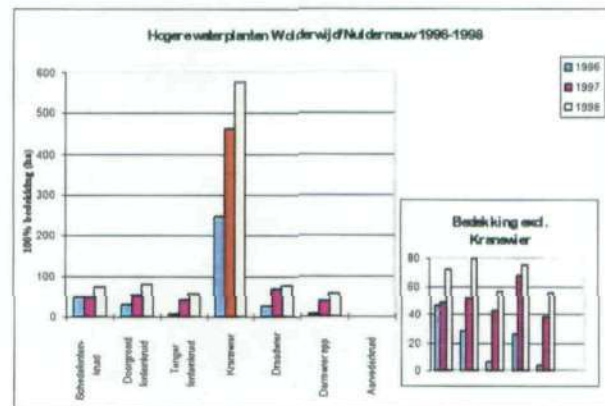
Naast de in de figuur voorkomende soorten zijn aangetroffen:

- Gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*)*²
- Waternetje (*Hydrodictyon reticularium*)
- Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*)*
- Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)
- Brede waterpest (*Elodea canadensis*)
- Zannichellia (*Zannichellia spp.*)
- Zittende zannichellia (*Zannichellia palustris*)
- Smalle waterweegbree (*Alisma gramineum*)
- Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*)
- Mattenbies (*Scirpus lacustris ssp. lacustris*)*

In het Veluwemeer is de oppervlakte van de totale bedekking in 1998 met bijna 24% toegenomen t.o.v. 1997, tot ruim 1370 ha. In vergelijking tot 1996 is de totale bedekkingsgraad in 1998 zelfs meer dan verdubbeld (126%). Figuur 5.1 laat zien dat in 1998 Doorgroeid fonteinkruid, kranswieren en draadwieren hieraan de grootste bijdrage hebben geleverd (zie kader figuur 5.1). Kranswieren vormden een groot aaneengesloten veld vanaf Elburg tot aan Harderwijk. De hoogste concentraties draadwieren werden langs de oeverlijn gevonden met uitzondering van de nieuwelandzijde in het noordelijk deel. Doorgroeid fonteinkruid werd met name in het zuidelijk deel van het Veluwemeer aangetroffen. Voor de kartering van de overige waterplanten wordt verwezen naar de Witte *et al.* (1997,1998,1999).

Wolderwijd/Nuldernauw

Figuur 5.2 Waterplanten bedekking in het Wolderwijd/Nuldernauw van de meest voorkomende soorten (in ha).



De vegetatie in het Wolderwijd en Nuldernauw vertoonde wat betreft samenstelling veel overeenkomst met die van het Veluwemeer, al waren er ook verschillen.

Zannichellia (*Zannichellia spp.*) en Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) werden in geringe mate aangetroffen en Sterkranswier en Aarvederkruid waren afwezig in het Wolderwijd en Nuldernauw.

In vergelijking tot 1997 is de totale bedekking van het Wolderwijd/Nuldernauw in 1998 met een derde toegenomen (bijlage 1). De stijging ten opzichte van 1996 bedroeg maar liefst 145%. Zoals figuur 5.2 laat zien is deze stijging toe te schrijven aan alle in het overzicht opgenomen waterplanten.

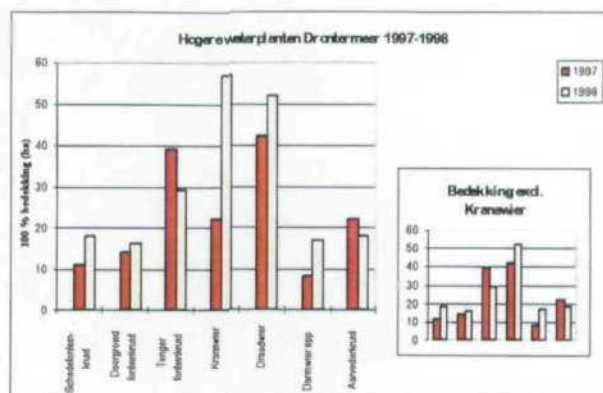
Het grootste deel van het bedekte oppervlak bestond uit kranswieren; dit betrof een groot veld bij Harderwijk en een strook in het noordelijk deel van het Nuldernauw. Schedefonteinkruid werd zowel in het Wolderwijd als in het Nuldernauw regelmatig gevonden, terwijl Doorgroeid fonteinkruid voornamelijk in het Wolderwijd voorkwam. Draadwieren werd regelmatig langs de kuststroken gevonden; Tenger fonteinkruid en darmwieren kwamen vooral in het Nuldernauw

² De met * gemerkte soorten bedekken minder dan 1 ha (100% inwendige bedekking)

en langs de kust bij Harderwijk voor. Voor de kartering van de overige waterplanten wordt verwezen naar de Witte *et al.* (1997,1998,1999).

Drontermeer

Figuur 5.3. Waterplanten bedekking in het Drontermeer van de meest voorkomende soorten (in ha).



Het Drontermeer geeft een ander beeld dan de andere Veluwerandmeren. De totale bedekking is nagenoeg hetzelfde gebleven in vergelijking tot 1997 (bijlage 1).

Kranswieren scoren evenals in de ander randmeren hoog. Behalve Tenger fonteinkruid en Aarvederkruid zijn alle overige soorten in bedekkingsgraad toegenomen. De vergelijking met 1996 kon niet worden gemaakt, omdat daarover geen gegevens beschikbaar waren.

In 1998 was het Drontermeer vrijwel geheel begroeid met waterplanten (niet geëxtrapoleerd naar 100% bedekking, zie kaart 11 uit: de Witte *et al.*, 1998) en was de soortensamenstelling gevarieerd. De meest voorkomende soorten waren Tenger fonteinkruid, kranswieren en draadwieren. Daarnaast werden Schedefonteinkruid, Doorgroeid fonteinkruid, darmwieren en Aarvederkruid ook algemeen aangetroffen.

5.3 Conclusies

Het Veluwemeer is bijzonder soortenrijk in verhouding tot de andere randmeren. Het is grotendeels begroeid met waterplanten. De oppervlakte van de totale bedekking is in 1998 zelfs meer dan verdubbeld ten opzichte van het jaar 1996.

Er werden in 1998 17 soorten of vertegenwoordigers van groepen waargenomen, 3 soorten meer dan in 1996. Opvallend was dat de kranswieren een groot gesloten veld vormden vanaf Elburg tot aan Harderwijk.

Het Wolderwijd/Nuldermauw is wat betreft soortensamenstelling vergelijkbaar met het Veluwemeer. De bedekkingsgraad steeg met 145% ten opzichte van 1996. Ook hier werd het beeld grotendeels bepaald door kranswieren. In vergelijking tot 1996 zijn er in 1998 vier soorten meer aangetroffen, waarbij Smalbladige waterweegbree en Brede waterpest zelfs met een bedekking van <20 ha (bedekkingsgraad klasse 1 en 2) in beeld kwamen.

Tot slot het Drontermeer. Waterplanten komen verspreid over het gehele meer voor (uitwendige bedekking). Opvallend is verder dat met uitzondering van krans- en darmwieren alle andere soorten in bedekking achteruit gingen.

In alle drie de onderzochte gebieden zijn Schedefonteinkruid, Tenger fonteinkruid, Doorgroeid fonteinkruid, kranswieren, draadwieren en darmwieren gevonden in een groter of kleiner oppervlak. Andere soorten, zoals Gekroesd fonteinkruid, Brede waterpest en Sterkranswier werden niet in alle meren aangetroffen, terwijl Gele plomp alleen in het Drontermeer werd aangetroffen. Tevens is in 1998 bij Harderwijk op een locatie in het Wolderwijd een mossoort (waarschijnlijk Bronmos) gevonden.

Uit bijlage 1 volgt dat in 1998 het Veluwemeer voldoet aan de richtwaarde van een inwendige bedekking met kranswier van meer dan 30% uit de 'Stabiliteitsstudie' (Meijer *et al.*, 1999).

6 Macrofauna

6.1 Uitgangssituatie en doelstelling

Begin jaren zestig kwam de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) in het heldere water van de randmeren van Oostelijk Flevoland in grote dichtheden voor (Leentvaar, 1966). Grote aantallen Kuifeenden, Tafeleenden, Meerkoeten en Blankvoorns gebruiken deze mossel als voedsel. Daarnaast spelen ze een essentiële rol in de ontwikkeling van de waterkwaliteit door filtratie van fytoplankton (Lammens, 1999). Na 1965 zijn de mosselen grotendeels verdwenen. In de periode 1994-1995 valt er een sterke toename van de Driehoeksmossel waar te nemen. Onder andere verandering van de fytoplanktonsamenvatting, verbetering van de zuurstofsituatie en de aanwezigheid van vestigingssubstraat (tweekleppigen) worden als voorwaarde gezien voor de terugkeer van de Driehoeksmossel. De aanwezigheid van Driehoeksmosselen draagt bij aan het behoud van een goede waterkwaliteit. In de 'Stabiliteitsstudie' (Meijer *et al.*, 1999) wordt als richtwaarde een aantal van meer dan 300 exempl./m² op een de kranswiervrije bodem aangehouden (Meijer *et al.*, 1999).

6.2 Resultaten

6.2.1 Driehoeksmossel

Het Veluwemeer kende in 1998 een matig gemiddelde dichtheid, 164 exempl./m². In het Nulderneau en Drontermeer waren de dichtheden het laagst: respectievelijk 79 en 34 exempl./m². In het Wolderwijd was de dichtheid het hoogst: 370 exempl./m². De berekende filtratiecapaciteit door de Driehoeksmossel was daar zo hoog dat er mogelijk sprake was van een effect op het doorzicht.

Tot op een diepte van 0,5 tot 1 m worden in het algemeen slechts lage dichtheden gevonden. In de dieptezone van 1 tot 2,5 m worden de hoogste dichtheden bereikt, daaronder nemen de dichtheden in veel gevallen weer af (van Moorsel *et al.*, 1996, 1999).

Tabel 3. Gemiddelde dichtheid *Dreissena polymorpha* (exclusief broed) in 1996 en 1998 (in n exempl./m²).

	Veluwemeer	Wolderwijd	Nulderneau	Drontermeer
1996 (n ≥ 5mm)	231,4	70,7	16,0	
1998 (n ≥ 7mm)	163,7	369,2	79,4	33,7

In het Veluwemeer is de gemiddelde dichtheid in 1998 ten opzichte van 1996 met 30% teruggelopen, in het Wolderwijd/Nulderneau is zij verviervoudigd (van Moorsel *et al.*, 1996, 1999). In 1996 werd geconcludeerd dat het aanwezige substraat in het Wolderwijd destijds sterk onderbezet was. De Driehoeksmossel heeft de afgelopen twee jaar sterk weten te profiteren van dit substraat.

In de kranswiervelden was de dichtheid van de Driehoeksmossel vergelijkbaar met de dichtheid buiten de kranswiervelden, maar erbuiten waren de Driehoeksmosselen aanzienlijk groter. In het Wolderwijd ontbreekt *Dreissena polymorpha* volledig in dichte kranswiervelden; dit kan een gevolg zijn van de ondiepe locaties waar de kranswiervelden zich bevinden. Van het Drontermeer naar het Nulderneau nam de beschikbaarheid van Zuiderzee-schelpen aan het sedimentoppervlak toe. Naast Zuiderzeeschelpen waren Unioniden van belang

als ondergrond voor Driehoeksmosselen. De aanwezigheid van deze substraten verklaart grotendeels het voorkomen van *Dreissena polymorpha*.

Tabel 4. Gem. dichtheden van Driehoeksmosselen in de Veluwerandmeren, 1996-1998 (uit: Meijer et al., 1999).

Aantal (n) per substraattype	jaar, maand	Nuldernauw	Wolderwijd	Veluwemeer	Drontermeer
oevers ³ , n/5 stenen	1996, sept	15	124	1500	550
oevers ³ , n/5 stenen	1997, sept	55	220	153	17
oevers ³ , n/5 stenen	1998, sept	158	250	175	69
bodem ⁴ , n/m ²	1996, juli	16	71	231	
bodem ⁵ , n/m ²	1998, sept	79	369	164	34

Uit berekeningen van het aantal Driehoeksmosselen per m², buiten de kranswiervelden, volgt dat vanaf 1996 de norm uit de 'Stabiliteitsstudie' van 300 exempl./m² is gehaald (de berekeningen zijn uitgevoerd door R. Noordhuis).

6.2.2 Overige macrofauna⁶

Over de rest van de macrofauna is de beschikbare informatie nogal fragmentarisch. Uit de geringe hoeveelheid bemonsteringen die van bodemfauna beschikbaar zijn lijkt naar voren te komen dat deze in de jaren zeventig en tachtig sterk verarmd was, maar dat met de komst van de kranswieren de soortenrijkdom en de dichtheden op de bodems begin jaren negentig zijn toegenomen. Van de mollusken kwamen vooral het Jenkin's brakwaterhorentje *Potamopyrgus antipodarum* en de Vijverpluimdrager *Valvata piscinalis* sterk op, in het laatste geval sterk gebonden aan de opkomst van kranswier.

Een jaarlijkse bemonstering is sinds 1993 alleen uitgevoerd op de basalten beschoeiingen langs de polderoevers van de randmeren. Uit deze bemonsteringen blijkt dat zich in 1998 enkele drastische veranderingen hebben voorgedaan. Veel van de normaal gesproken algemene bewoners van de stenen oeverbeschoeiingen in de randmeren waren in september 1998 uitzonderlijk schaars. Platwormen en bloedzuigers werden nauwelijks gevonden en ook een aantal slakkensoorten was weinig talrijk, evenals de Tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus*. Hoewel een oorzakelijk verband moeilijker is aan te tonen dan het op het eerste gezicht lijkt, gaat dit samen met de komst van twee exoten; de Kaspische slijkgarnaal *Corophium curvispinum* en de vlokreeft *Dikerogammarus villosus*. De Kaspische Slijkgarnaal heeft vanaf 1994 zowel vanuit het zuiden als het noorden de Veluwerandmeren gekoloniseerd om in 1998 het Wolderwijd te bevolken. De vlokreeft *Dikerogammarus* is aanzienlijk sneller te werk gegaan. Hoewel hij pas in 1995 voor het eerst in Nederland werd opgemerkt, was hij in 1997 in één klap in alle randmeren present. De Tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus*, zelf een exoot (vanaf 1960) die mogelijk op zijn beurt de inheemse *Gammarus pulex* uit de randmeren heeft verdrongen, is tegelijkertijd sterk in dichtheid afgenomen. In het Wolderwijd/Nuldernauw werd hij in 1998 zelfs niet meer gevonden, evenmin als in het Eemmeer en het IJmeer, waar de dichtheden van *Dikerogammarus* extreem hoog waren. De zoetwaterpissebedden *Asellus aquaticus* en *Proasellus* spp. werden in 1998 helemaal niet meer aangetroffen (bijlage 3).

6.3 Conclusies

De norm uit de 'Stabiliteitsstudie' voor de Driehoeksmossel van 300 exempl./m² op een kranswievrije bodem wordt vanaf 1996 in alle meren gehaald. In het Wolderwijd heeft de Driehoeksmossel de afgelopen 2 jaar sterk weten te profiteren van het substraat in de vorm van schelpen.

Voor de rest van de macrofauna zijn met de komst van de kranswieren de soortenrijkdom en de dichtheden begin jaren negentig toegenomen.

³ Gegevens zijn afkomstig van R. Noordhuis, RIZA

⁴ Van Moorsel (1996), 13 locaties Veluwemeer, 10 Wolderwijd, 4 Nuldernauw

⁵ Van Moorsel (1999), 10 locaties Drontermeer, 28 Veluwemeer, 24 Wolderwijd, 8 Nuldernauw

⁶ Bijdrage van R. Noordhuis, oorspronkelijk voor Meijer et al., 1999

7 Vissen

7.1 Uitgangssituatie en doelstelling

In de jaren zeventig domineerden Snoekbaars en Brasem in het Veluwemeer en Wolderwijd. In de jaren tachtig is de Snoekbaars daar nagenoeg verdwenen (Noordhuis, 1997). Van 1990 tot 1994 is de ontwikkeling van de visstand in het Wolderwijd intensief gevolgd. Vanaf 1992 is de visstand van alle Veluwerandmeren jaarlijks in beeld gebracht.

In 1995 is de visstand niet bemonsterd. De ontwikkeling van de visstand in het Veluwemeer en Drontermeer diende als referentie voor de ontwikkelingen in het uitgedunde Wolderwijd. In het kader van Actief Biologisch Beheer (Reeders *et al.*, 1996) is daar van 1990 tot 1994 visstandbeheer toegepast als onderdeel van een complex van maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen zijn genomen met als doel de overmatige algengroei tegen te gaan. Gedurende vier jaar is hiertoe de visstand in het Wolderwijd uitgedund. In die periode is in totaal meer dan 800 ton vis verwijderd.

Teneinde de ontwikkeling van de visstand en de mogelijke effecten van vis op de waterkwaliteit te volgen is het gewenst de visstand te monitoren.

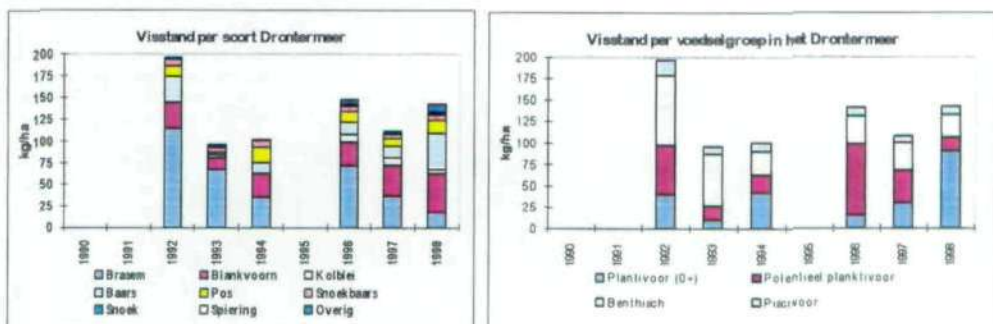
Voor vis is de uiteindelijke streefwaarde een zodanige verhouding van piscivore en planktivore vis dat de piscivore vis de planktivore vis kan controleren. In de literatuur wordt hiervoor een ratio van 1 aangehouden (Klinge *et al.*, 1995).

7.2 Resultaten

Sinds begin jaren negentig wordt visbemonstering van de Veluwerandmeren uitgevoerd door Witteveen en Bos. De resultaten hiervan (bijlage 2) zijn weergegeven in figuur 7.1 t/m 7.4 waarbij onderscheid wordt gemaakt in de biomassa visstand per soort (kg/ha) en de visstand per voedselgroep (kg/ha), exclusief aal.

Aan de gegevens van 1998 ontbreken de vangstgegevens van de havens in het Wolderwijd/Nuldernauw.

Figuur 7.1 Visstand per soort en voedselgroep in het Drontermeer 1990-1998



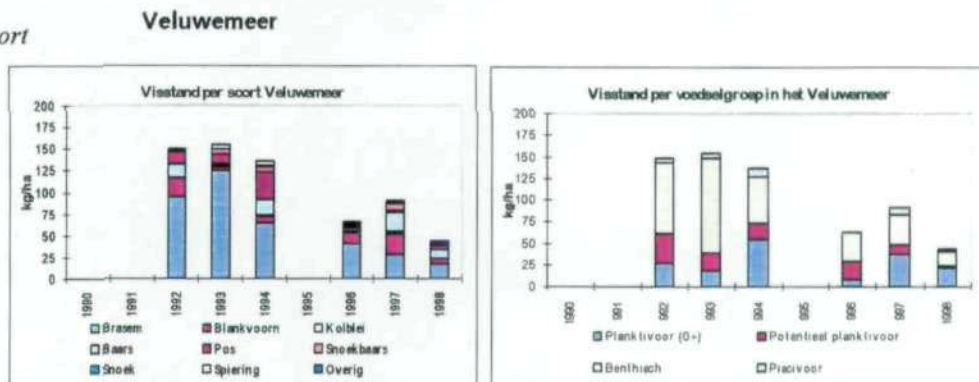
De omvang van het bestand wordt in 1998 geschat op 140 kg/ha. Vergelijken met 1997 is er een toename van de biomassa te constateren.

Opvallend is echter de verdergaande afname van Brasem vanaf 1996 met meer dan 75%. Deze afname verloopt ten gunste van vooral Baars en in mindere mate van Blankvoorn. De biomassa Baars verdriedubbelde zich in 1998 ten opzichte

van 1996. In 1998 herstelde Pos zich in vergelijking tot voorgaande jaren tot het niveau van 1994.

In de verdeling per voedselgroep is in 1998 een duidelijke toename van planktivore vissen ten nadele van de potentieel planktivore en benthische groep. Voor de potentieel planktivore groep is deze tendens al vanaf 1996 zichtbaar. De piscivore groep blijft nagenoeg constant over de afgelopen 3 jaar.

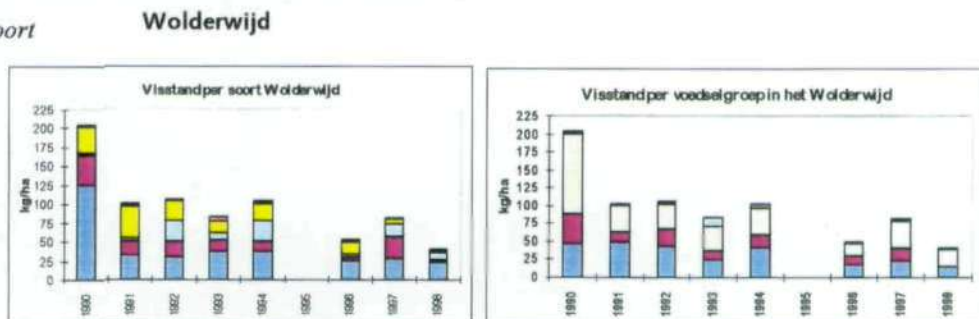
Figuur 7.2 Visstand per soort en voedselgroep in het Veluwemeer 1990-1998



De omvang van het visbestand bedraagt in 1998 ruim 40 kg/ha, hetgeen een halvering is in vergelijking tot 1997. De daling komt op rekening van Brasem (40%), Blankvoorn (72%) en Baars (55%). Vanaf 1994 daalt de hoeveelheid Brasem en is de Blankvoorn, na een opleving in 1996 en 1997, weer terug op het niveau van 1994.

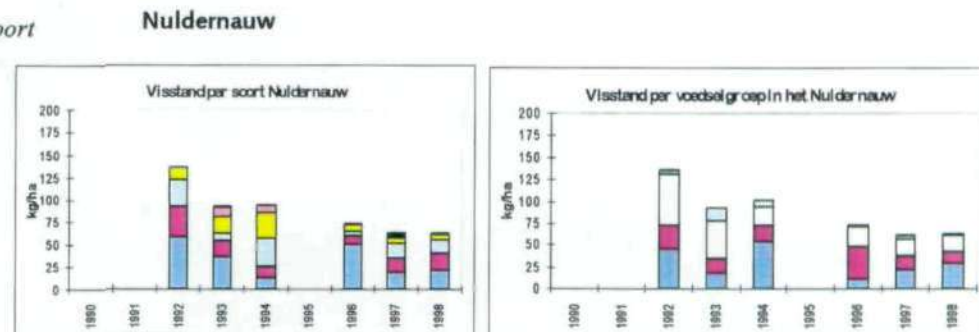
De visstand per voedselgroep vertoont in 1998 nagenoeg dezelfde verhouding als in 1997. Procentueel gezien is er een stijging van zowel planktivore als benthische groepen en een daling van potentieel planktivoor en piscivoor.

Figuur 7.3. Visstand per soort en voedselgroep in het Wolderwijd 1990-1998



De biomassa is in 1998 gehalveerd in vergelijking tot 1997. Alle soorten zijn in biomassa achteruit gegaan, maar de afname is vooral te wijten aan Blankvoorn (90%) en Baars (45%). Vertaald naar voedselgroep is een duidelijke afname te constateren van de potentieel planktivore groep ten gunste van met name de benthische voedselgroep.

Figuur 7.4 Visstand per soort en voedselgroep in het Nuldernaauw 1990-1998



De visstand in het Nuldernauw is in 1998 nagenoeg hetzelfde als het voorgaande jaar. Brasem en Blankvoorn zijn iets toegenomen, Pos en Snoekbaars iets afgenomen. Opvallend is dat de Snoek bijna is verdwenen (0,1%).

Wat betreft de samenstelling van de voedselgroepen is er een duidelijke toename van de planktivore groepen (13%) en een afname van de piscivore groepen (7%).

7.3 Conclusies

Het Veluwemeer en het Wolderwijd geven een daling te zien van de biomassa aan vis, het Drontermeer een stijging. De biomassa vis van het Nuldernauw blijft nagenoeg hetzelfde.

In het Veluwemeer en Wolderwijd nemen Brasem, maar vooral Blankvoorn en Baars af. De toename van de biomassa in het Drontermeer is vooral te danken aan de Baars en in mindere mate aan Blankvoorn en Pos. Opvallend hier is ook de sterke afname van Brasem en het herstel van de Snoek. Het Nuldernauw kent nauwelijks uitschieters in vergelijking tot vorig jaar, al is de reductie van de Snoek tot 0,1% vermeldenswaard. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de monstermethode.

Overall is de verhouding piscivore/planktivore vis verslechterd, omdat het aandeel planktivore groepen toeneemt en het aandeel piscivore groepen afneemt. Dit betekent dat de richtwaarde, die is vastgesteld op 1 (Meijer *et al.*, 1999), nergens wordt gehaald. M.m. alle meren raken in dit opzicht verder van hun doel verwijderd. Indien daarentegen terugdringing van de dominantie van Brasem als richtwaarde wordt gehanteerd, dan zijn alle meren behalve het Nuldernauw op de goede weg.

8 Watervogels

De inhoud van dit hoofdstuk is ontleend aan bijdragen van R. Noordhuis in Meijer *et al.*, 1999.

8.1 Uitgangssituatie en doelstelling

Begin jaren zestig kwamen grote groepen watervogels in de winterperiode naar de randmeren. Dat kwam vanwege de gunstige voedselsituatie die daar toen bestond. Halverwege de jaren zestig veranderde dit rigoreus met het instorten van de vegetatie en het verdwijnen van de mosselpopulatie uit de meren.

Echter, de verbetering van de waterkwaliteit in de jaren negentig ging gepaard met een verbetering van het voedselaanbod. Kranswieren, vis en Driehoeksmosselen keerden terug. Dit bracht tevens een ommekeer teweeg in de aantallen vogels, die het gebied in de winter aandeden.

In november 1998 zijn voor het eerst weer 100.000 watervogels geteld (Meijer *et al.*, 1999). Het aantal Knobbelzwanen *Cygnus olor*, Meerkoeten *Fulicra atra* en Kuifeenden *Anthya fuligula* groeide verder, maar veel opvallender waren de toenames bij de Brilduiker *Bucephala clangula*, Nonnetje *Mergus albellus* en Tafeleenden *Anthya ferina*. De helft van het totale aantal watervogels bestond uit Tafeleenden.

De vogels die in de wintermaanden van de Veluwerandmeren gebruik maken zijn afkomstig van een zeer uitgestrekt gebied. De betekenis van een watersysteem (wetland) voor watervogels kan dan ook het best worden bepaald door de getelde aantallen in internationaal perspectief te plaatsen. Op een conferentie die in 1971 in Ramsar heeft plaatsgevonden zijn normen vastgesteld voor het bepalen van de internationale betekenis van wetlands (conventie van Ramsar). De twee belangrijkste normen zijn:

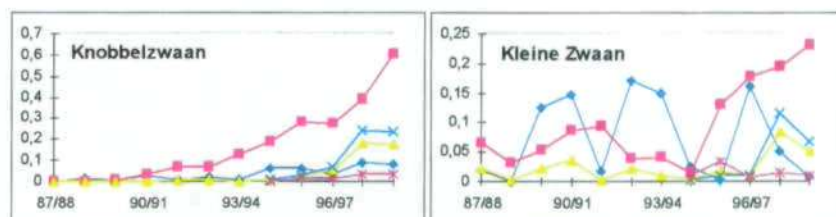
- er verblijven geregeld meer dan 20.000 vogels in het gebied;
- er is regelmatig meer dan 1% van de geografische populatie van een soort in het gebied aanwezig : de zogenaamde 1% norm.

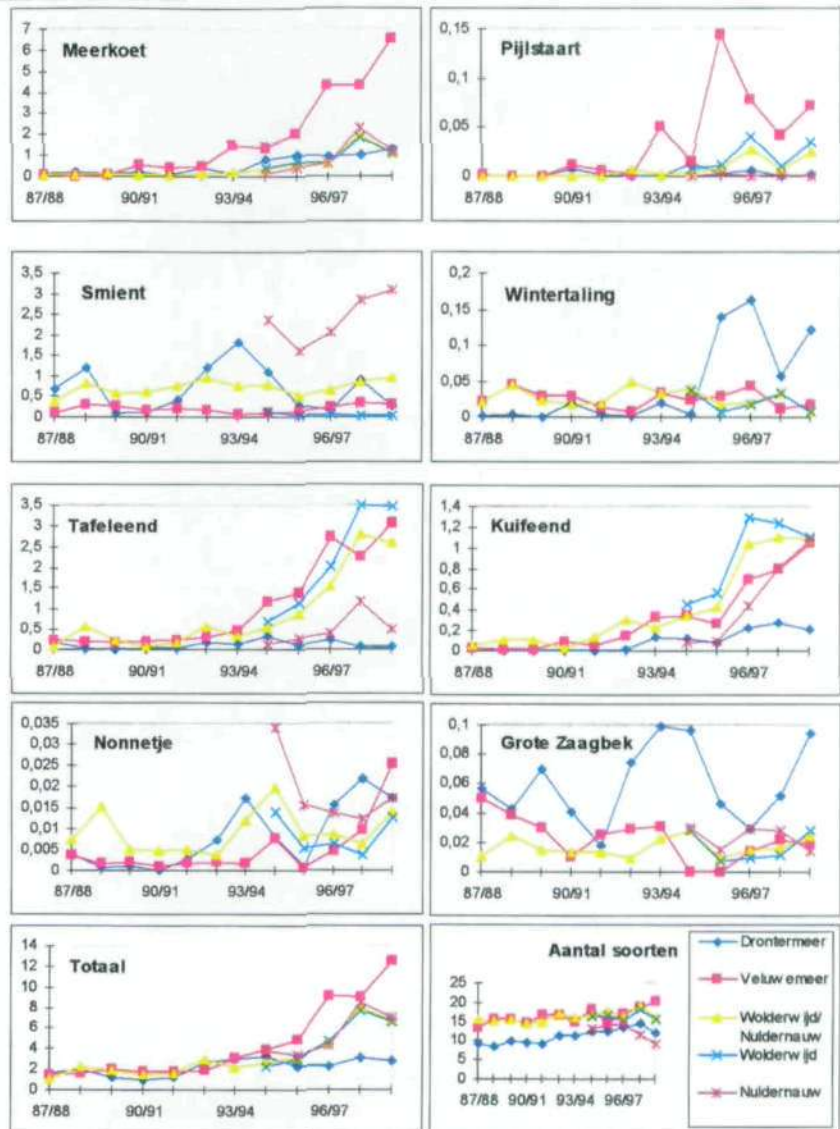
Bij de bespreking van de watervogels zijn de resultaten van het winterseizoen geïnterpreteerd.

8.2 Resultaten

Vanaf 1957 worden in het Veluwemeer en in het Drontermeer maandelijks vogeltellingen uitgevoerd en in het Wolderwijd vanaf 1964. In figuur 8.1 zijn de resultaten weergegeven van de tellingen van enkele soorten watervogels uitgedrukt in gemiddeld aantal per hectare (met uitzondering van het overzicht 'totaal' waarin gerefereerd wordt aan het totale oppervlak). Vanaf 95/96 worden ook afzonderlijke tellingen verricht op het Nuldernauw en Wolderwijd.

figuur 8.1 gemiddeld aantal vogels per ha in de Veluwerandmeren (september-februari). Uit: Meijer *et al.*, 1999.





Veluwemeer

In het Veluwemeer is in 1998 met 64434 exemplaren een nieuw record vastgesteld, hoewel het maximum niet zoveel hoger was dan in 1996 en 1997. Het aantal vogeldagen was echter bijna 40% hoger door het langdurige verblijf van de vogels. Zowel herbivore als benthivore watervogels waren met grote aantallen aanwezig. De periode waarin de Knobbelzwaan, Meerkoet en Tafeleend aanwezig waren nam toe. De Kleine Zwaan moest in het najaar uitwijken door het hoge water maar kwam in januari 1999 weer terug en bereikte daardoor toch nog een hoog aantal. Bij de minder talrijke soorten zijn sterke toenames van Brilduiker, Nonnetje, Kuifeend en Krakeend *Anas strepera* opvallend.

Wolderwijd

Ook in het Wolderwijd haalde het aantal watervogels een recordhoogte; in november 1998 werden 28064 watervogels geteld, ongeveer 9% meer dan het maximum van het vorige seizoen. Het aantal vogeldagen was echter 14% lager omdat de aantallen in januari en februari 1999 aanzienlijk lager waren dan een jaar eerder. Terwijl de dichtheid van de vogels (aantal vogels per ha) in het najaar van 1997 die van het Veluwemeer naderde was die nu aanzienlijk lager. In het algemeen zijn vooral de dichtheden van de belangrijkste herbivoren in het Wolderwijd veel lager dan in het Veluwemeer (Knobbelzwaan, Kleine Zwaan, Meerkoet en Pijlstaart *Anas acuta*). Alleen de dichtheden van de Kuifeenden waren de afgelopen vijf jaar in het Wolderwijd meestal hoger, maar daarbij zijn

er aanwijzingen dat ten minste een deel van de Kuifeenden op het Veluwemeer foerageerde.

Nuldernauw

In het Nuldernauw bedroeg het maximum aantal vogels 8564 (december), aanzienlijk minder dan in het vorige vogelseizoen. Het verloop van de totale dichtheden is nagenoeg gelijk aan dat van het Wolderwijd, maar de soortensamenstelling is zeer verschillend. De Smient *Anas penelope* is de meest talrijke soort, met dichtheden die vele malen hoger liggen dan in het Wolderwijd. In mindere mate geldt dit ook voor de Wilde Eend *Anas platyrhynchos* en twee viseters: de Fuut *Podiceps cristatus* en het Nonnetje. De waterplantenetters en de benthivoren zijn daarentegen in het Nuldernauw aanzienlijk minder talrijk dan in het Wolderwijd.

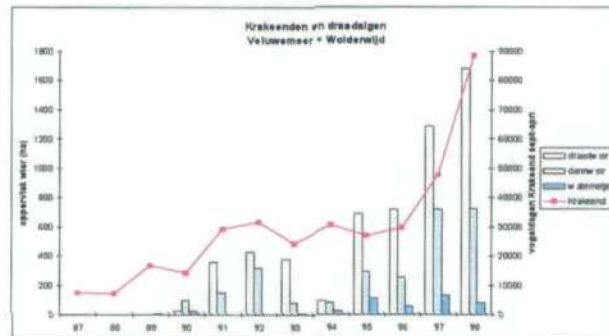
Drontermeer

In het Drontermeer was sprake van een vrij plotselinge toename van herbivoren in 1994. De kranswiereters Knobbelzwaan en Meerkoet kwamen sinds dat jaar in beperkte aantallen fourageren, maar deze ontwikkeling heeft zich tot nu toe nauwelijks doorgezet. Enkele minder talrijke soorten doen het relatief goed in het Drontermeer, zoals Grote Zaagbek, Bergeend en tot voor kort de Kleine Zwaan. Ook de Wintertaling is sinds 1995 in veel hogere dichtheden aanwezig dan in de andere meren.

Relatie vogelpopulatie en voedselaanbod

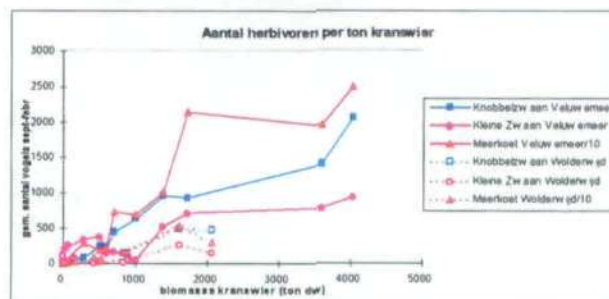
Krakeenden kwamen in 1998 op zowel het Veluwemeer als Wolderwijd ruim twee keer zoveel voor dan in 1997. Dit staat mogelijk in verband met een verhoogd aanbod aan draadwieren.

Figuur 8.2 Relatie Kraakeend en voedselaanbod 1987-1998. Uit: Meijer et al., 1999.



Voor de belangrijkste herbivoren is op basis van gegevens over 1987-1998 in figuur 8.3 de hoeveelheid kranswier in het Veluwemeer en het Wolderwijd uitgezet tegen het aantal vogels.

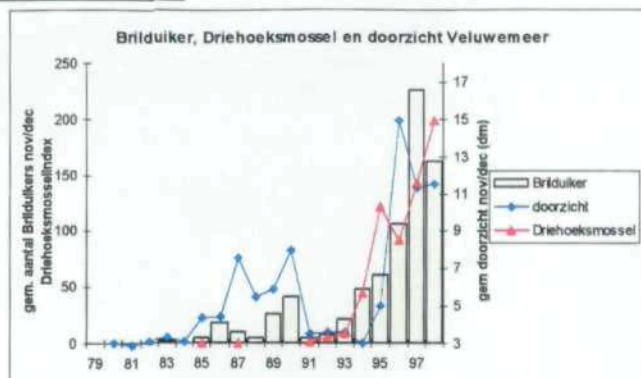
Figuur 8.3 Relatie aantal herbivoren per ton kranswier 1987-1998. Uit: Meijer et al., 1999.



Hieruit komt een lineaire relatie naar voren tussen de hoeveelheid kranswier en het gemiddeld aantal Knobbelzwanen, Kleine Zwanen en Meerkoeten.

Omdat het aantal Brilduikers maar ook Nonnetjes de laatste twee jaar sterk is toegenomen, is gekeken naar de beschikbaarheid van bodemdieren, waaronder de Driehoeksmossel, en veranderingen in het doorzicht.

Figuur 8.4 Relatie Brilduiker, Driehoeksmossel en doorzicht 1979-1998. Uit: Meijer et al., 1999.



Het verloop van het aantal Brilduikers in het Veluwemeer vertoont een duidelijke relatie met het sterk verbeterde doorzicht in het Veluwemeer en in mindere mate met de Driehoeksmossel.

8.3 Conclusies

Voor niet-duikende herbivoren was eind 1998 het kranswier grotendeels onbereikbaar door de extreem hoge waterstand. De aantallen van kleine grondelaars zoals de Pijlstaart bleven daarom laag, net als het aantal Kleine Zwanen. Een beperkt aantal Kleine Zwanen werd geteld in oktober, maar deze vogels vertrokken na korte tijd en in november, de maand waarin ze de voorgaande jaren massaal op het meer foerageerden, waren ze vrijwel afwezig. Toen in december het water zakte kwamen ze opnieuw. Mede dankzij een relatief lage graasdruk was in januari 1999 nog een grote hoeveelheid kranswieren beschikbaar. De aantallen Kleine Zwanen namen verder toe en voor het eerst waren er in januari, en in mindere mate in februari, aantallen van (internationale) betekenis aanwezig.

Duikende watervogels ondervinden vanzelfsprekend de minste hinder van hoge waterstanden, hoewel een grote duikdiepte het rendement verlaagt. Ook bij de verhoogde waterstanden in het najaar van 1998 was het rendement echter nog hoog genoeg, want Meerkoeten en vooral Tafeleenden bereikten record aantallen. Volgens de meest recente populatieschattingen overtrof het populatie-aandeel van de Tafeleend dat aanwezig was (14%) zelfs dat van de Kleine Zwaan (9%), waarvan de populatie de laatste jaren aanzienlijk is gegroeid.

Vooraf in het Veluwemeer nemen de aantallen watervogels niet meer zo sterk toe. Er is echter nog wel sprake van een verlenging van de verblijfsduur, waardoor het aantal vogeldagen nog steeds sterk stijgt.

In het seizoen 1998/1999 is de soortensamenstelling van de watervogelbevolking sterk beïnvloed door de extreem hoge waterstand eind 1998. Vooral grondeleenden en Kleine Zwanen werden hierdoor benadeeld, terwijl bij Knobbelzwanen en duikende watervogels de aantallen extra hoog waren.

Nonnetjes maar ook Brilduikers zijn de laatste twee jaar sterk toegenomen, waarschijnlijk in relatie tot het sterk verbeterde doorzicht. Krakeenden waren in 1998 ruim twee keer zo talrijk als in 1997, mogelijk in verband met een verhoogd aanbod aan draadwieren.

Indien de resultaten van de waarnemingen over het winterseizoen 1998/1999 worden getoetst aan de 1% norm van de Conventie van Ramsar (1971), dan blijkt dat met uitzondering van de Smient alle soorten (figuur 8.1) aan die norm voldoen.

Met een aandeel van 14% van de internationale populatie was de Tafeleend *Anthya ferina* ruimer vertegenwoordigd dan de Kleine Zwaan *Cygnus colombianus*. Deze maakte door de hoge waterstanden in de randmeren een slecht jaar door.

Het behalen van de 1% norm door een groot aantal watervogels (Meijer *et al.*, 1999) duidt er op dat de Veluwerandmeren voor watervogels belangrijk zijn om daar gedurende het winterseizoen te fourageren. De waterkwaliteit verbetert zich hetgeen tot uiting komt in uitbreiding van de kranswiervelden en toename van de Driehoeksmossel en de hoeveelheid vis. Vergroting van het voedselaanbod en een verbeterd doorzicht van de Veluwerandmeren (helderheid) maakt het voor herbivoren, als de Knobbelzwaan, Kleine Zwaan en Meerkoet, en benthivoren, als Kuifeend en Tafeleend aantrekkelijk om er te overwinteren. Dit wordt bevestigd door het feit dat het gemiddeld aantal herbivore watervogels over het winterhalfjaar lineair verloopt met de aanwezige hoeveelheid kranswier. Tevens is er een relatie aangetoond tussen de toename van duikeenden als Brilduiker en Nonnetje en de aanwezigheid van de Driehoeksmossel en de toegenomen helderheid van het water

9 Totaalbeeld en perspectief

9.1 Stand van zaken 1998

De resultaten van deze rapportage zijn samengevat in tabel 5. Per onderscheiden parameter is aangegeven in hoeverre het Veluwemeer (VM), het Drontermeer (DM), het Wolderwijd (WW) en het Nuldernauw (NN) in 1998 voldoen aan de opgestelde streefbeeld. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen wel gerealiseerd en (nog) niet gerealiseerd. Indien de randmeren over de afgelopen periode een verbetering van de waterkwaliteit laten zien in de richting van het opgestelde streefbeeld, zijn ze in de kolom 'tussenfase' geplaatst.

Tabel 5: Overzicht waterkwaliteit Veluwerandmeren 1998

Parameter waterkwaliteit	Streefbeeld	Wel gerealiseerde fase	Tussenfase	(Nog) niet gerealiseerde fase
Fysisch-chemische indicatoren				
Totaal-P (mg P/l)	0,04 - 0,06		VM, WW	DM, NN
Totaal-N (mg N/l)	< 2,2	DM	VM, WW, NN	
Chlorofyl-a ($\mu\text{g/l}$)	< 100	VM, DM, WW, NN		
Doorzicht (m)	> 1,0	VM	WW, NN, DM	
Biologische indicatoren				
Algensoorten	<i>Planktothrix</i> afwezig	VM, DM, WW, NN		
Zoöplankton	Potentiële graasdruk in hele zomer > 0,4/d	WW	VM, DM, NN	
Driehoeksmosselen	> 300 exempl./m ² op een kranswievrije bodem	VM, WW, DM, NN		
Waterplanten	> 30% kranswieren	VM		WW, NN, DM
Vis	Piscivore / planktivore vis = 1	NN	VM, WW, DM	
Vogels	Maximale draagkracht van het systeem	8 van de 10 soorten voldoen aan de 1% norm		

Het totaal-N gehalte in het Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw haalde in 1996 en 1997 wel de norm en in 1998 niet. Dit is de reden dat deze meren voor het totaal-N gehalte zijn geplaatst in de intermediaire, gele positie. Om soortgelijke reden geldt dit ook voor het Veluwemeer en Wolderwijd met betrekking tot het totaal-P gehalte.

Uit het overzicht komt naar voren dat het Drontermeer en Nuldernauw in 1998 wat betreft de fysisch-chemische indicatoren nog niet aan het streefbeeld met betrekking tot totaal-P voldoen. Alle meren voldoen in 1998 wel aan de chlorofyl-a norm.

Met betrekking tot het doorzicht moet het directe of indirecte positieve effect van kranswieren op de helderheid van de meren in beschouwing worden genomen (Meijer *et al.*, 1999). In het Veluwemeer is in 1998 de inwendige bedekking van de kranswieren >30% en wordt de richtwaarde uit de 'Stabiliteitsstudie' gehaald. Het streefbeeld van het doorzicht is in 1998 in het Veluwemeer gehaald en toont in de periode 1994 tot en met 1998 een stijgende lijn voor het Veluwemeer en het

Drontermeer, in het Wolderwijd en Nulder nauw is na de stijging vanaf 1994 in 1998 sprake van een daling. Toch kan uit de stijgende lijn vanaf 1994 worden afgeleid dat de meren zich in een 'tussenfase' bevinden.

Wat betreft de biologische indicatoren voldoen de Veluwerandmeren in 1998 grotendeels aan de richtwaarden die daarvoor zijn opgesteld in het kader van de draagkrachtbepaling van het systeem (Meijer *et al.*, 1999). Het al of niet realiseren van de richtwaarden op de korte termijn hangt mede af van externe 'randverschijnselen', zoals grote schommelingen in temperatuur of neerslag, die het biologische systeem 'tijdelijk' kunnen ontregelen.

Samengevat komt het er op neer dat in 1998 de doelstelling voor totaal-P in het Nulder nauw en Drontermeer nog niet is gehaald en dat de streefwaarde voor chlorofyl-a in alle vier de meren is gehaald. Wat betreft totaal-P, totaal-N en doorzicht verkeert een wisselende samenstelling van meren in de 'tussenfase'.

Wat betreft de biologische parameters worden de streefwaarden voor de algensoorten en Driehoeksmosselen in alle vier de meren gehaald. Over de waterplanten kan worden gezegd dat in drie van de vier meren de streefwaarde niet is gehaald. Wat betreft zoöplankton en vis verkeert nog een aantal meren in de 'tussenfase'.

9.2 1998 ten opzichte van voorgaande jaren

Worden de resultaten van 1998 tegen het licht gehouden van voorgaande jaren, dan valt een aantal zaken op.

In het Wolderwijd, Nulder nauw en Veluwemeer is een stijging te zien van het totaal-P gehalte ten opzichte van 1997. In alle vier de Veluwerandmeren is het totaal-N gehalte toegenomen sinds 1996.

Het chlorofyl-a gehalte toont vanaf 1993 in het Drontermeer een afname en blijft ten opzichte van 1997 ongeveer gelijk in het Wolderwijd en Veluwemeer. In het Nulder nauw is een lichte stijging waarneembaar. Vanaf 1994 wordt de schadelijke blauwalg *Planktothrix agardhii* niet meer aangetroffen.

In 1998 was de zoöplankton biomassa van alle groepen laag; dit is een bevestiging van het beeld van de laatste jaren. Dag- en nachtbemonsteringen hebben overigens aangetoond dat de hoeveelheid *Daphnia* overdag wordt onderschat (Meijer *et al.*, 1999).

Door de gestage afname van de nutriëntenbelasting en de aanwezigheid van ondiepe zones in de meren, kan de kolonisatie van kranswieren beginnen bij een relatief laag doorzicht. Deze trend doet zich al vanaf begin jaren '90 voor en resulteert in 1998 opnieuw in een nog hogere inwendige bedekkingsgraad van kranswieren.

De uitbreiding van de oppervlakte aan kranswieren heeft een positief effect op de oppervlakte met bodemzicht (Tjeenk Willink, 1999). De resultaten van de vluchten boven de Veluwerandmeren tonen aan dat boven de kranswiervelden het water helder blijft. Het oppervlak bodemzicht was in 1998 minder dan in 1997. Ook buiten de kranswiervelden verbetert het doorzicht, mogelijk als gevolg van de terugkeer van de Driehoeksmossel en de afname van benthivore vis (Meijer *et al.*, 1999).

De belangrijkste driehoeksmosselpopulatie van de Veluwerandmeren bevindt zich in 1998 in het Wolderwijd. In het Drontermeer zijn de dichtheden het laagst (van Moorsel *et al.*, 1999). In kranswiervelden ontbreekt *Dreissena polymorpha* veelal, maar de geringe diepte waarop deze velden meestal voorkomen vormt op zich al een goede verklaring voor het ontbreken van Driehoeksmosselen. Tussen

1996 en 1998 geeft het Wolderwijd/Nuldernauw een vervijfvoudiging te zien van de dichtheid van de Driehoeksmossel. In het Veluwemeer loopt de dichtheid wat terug. In het Wolderwijd is de berekende filtercapaciteit door de Driehoeksmossel zo hoog dat er mogelijk sprake is van een effect op de fytoplanktonconcentratie (van Moorsel *et al.*, 1999).

Wat betreft vis vertonen het Veluwemeer en Wolderwijd in 1998 een afname van de biomassa na een toename in 1997. Het Drontermeer laat het tegenovergestelde beeld zien: een toename van de biomassa in 1998 na een daling in 1997 ten opzichte van 1996. Alle meren, met uitzondering van het Nuldernauw, zetten in 1998 de trend voort van een verdere afname van Brasem.

Uitbreiding van de kranswiervelden heeft tot gevolg dat het voedselaanbod voor een groot aantal watervogels, waaronder Knobbelzwaan en Meerkoet, beter wordt. De resultaten over 1998 tonen aan dat vooral de herbivore watervogels hiervan profiteren, hetgeen een voortzetting betekent van de stijgende lijn die begin jaren '90 is ingezet. De toename van deze soorten wordt echter vooral toegeschreven aan de langere verblijfsduur (Meijer *et al.*, 1999). Ook de toename van Tafeleend, Nonnetje, Brilduiker en Krakeend zet zich in 1998 voort. Deze toename wordt in verband gebracht met een verhoogd voedselaanbod en een verbeterd doorzicht.

De Driehoeksmossel kan in zoete wateren een belangrijke ecologische rol vervullen. Ze vormt een voedselbron voor vis en vooral voor duikeenden en Meerkoeten en kan in voldoende hoge dichtheden bovendien de helderheid van het water verhogen. Het aantal Kuifeenden, een belangrijke consument van de Driehoeksmossel, neemt in 1998 met uitzondering van het Wolderwijd verder toe. Dit betekent een voortzetting van de trend die zich begin jaren '90 heeft ingezet. Meerkoeten en Kuifeenden blijken deze voedselbron in het Veluwemeer ook daadwerkelijk te benutten (van der Winden *et al.*, 1997).

9.3 Hoe nu verder met monitoring?

Gedurende de laatste decennia heeft monitoring van de Veluwerandmeren beleidsmakers, onderzoekers en beheerders waardevolle informatie verschaft over de ontwikkeling van de waterkwaliteit ervan.

Het is nu al zo dat door jarenlange monitoring mechanismen aan het licht komen waarmee voorspellingen gedaan kunnen worden over de draagkracht van het systeem. Zo blijkt dat bij een P-concentratie van 0,05 mg/l geen terugkeer verwacht wordt van de schadelijke *Planktothrix* (Meijer *et al.*, 1999).

Het watersysteem is echter nog niet stabiel genoeg om het geheel op eigen kracht verder te laten gaan. Monitoring van de Veluwerandmeren blijft noodzakelijk.

Eveneens blijft het noodzakelijk om zowel de onderzochte parameters als het monitoringsprogramma kritisch te blijven volgen en evalueren.

Zo kan de norm voor chlorofyl-a naar beneden worden bijgesteld om de informatieve waarde ervan te herstellen. Ook zou door verder onderzoek naar de ecologische samenhang van het ecosysteem de aandacht zich meer kunnen richten op een aantal kernindicatoren waarmee de waterkwaliteit en het functioneren van het ecosysteem in de toekomst nauwkeurig gevolgd kunnen worden. Dat zou gepaard moeten gaan met het streven om ook de frequentie (o.a. fytoplankton) en wijze van bemonsteren (vis) aan een nauwkeurig onderzoek te onderwerpen.

En tot slot zou aanvulling van het programma met nieuw onderzoek, bijvoorbeeld naar de invloed van perifyten op de watervegetatie en de mogelijkheid van aanwas/intrek van grote Brasem in de randmeren (Lauwaars *et al.*, 1999), overwogen kunnen worden om monitoring ook in het toekomstig beheer van de Veluwerandmeren als waardevol instrument te blijven inzetten.

10 Literatuur

Berg, M.S. van den, H. Coops, M-L. Meijer, M. Scheffer and J. Simons, 1998. Clear water associated with a dense Chara vegetation in the shallow and turbid lake Veluwemeer, The Netherlands.

BOVAR, 1986. Algemene projectinformatie.

Klinge, M., M.P. Grimm & S.H. Hosper, 1995. Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes. Explanation and prediction by a new conceptual framework. Wat. Sci. Techn. 31 : 207 - 218.

Koeman en Bijkerk BV, 1999. Verwerking en presentatie planktongegevens Veluwerandmeren tot en met 1998, RIZA, rapportnr. 99-32.

Lauwaars, S., E. Rijdsdijk en W. Laane, 1999. Presentatie "De waterkwaliteit en ecologie van de Veluwerandmeren in 1999. Is monitoren in 2000 nog nodig?"

Meijer, M-L., R. Portielje, R. Noordhuis, W. Joose, M. van den Berg, B. Ibelings, E. Lammens, H. Coops en D. van der Molen, 1999. Stabiliteit van de Veluwerandmeren. RIZA rapport nr. 99.054.

Ministerie van V&W, 1998. Vierde Nota Waterhuishouding.

Moorsel, G.W.N.M. van, A. Bak, R. Munts, 1999. Status van de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) in de randmeren in 1998. Bureau Waardenburg bv.

Noordhuis, R., 1997. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage Randmeren. RIZA rapport 95.003, ISBN 9036904641.

PER, 1982. Eutrofiëringsonderzoek Wolderwijd- Nuldernauw. Eindrapport, Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, Lelystad.

PER, 1986. Bestrijding van de eutrofiëring in het Veluwemeer-Drontermeer. Projectgroep Eutrofiëringsonderzoek Randmeren, Lelystad.

Reeders, H.H., T.H. Helmerhorst, 1996. BOVAR 'Op weg naar helderheid, een heroriëntatie van BOVAR gericht op 2000'. Rapport nr. 96.01. Directie IJsselmeergebied.

Tjeenk Willink, W.J.A.. Vluchten boven Wolderwijd, Nuldernauw, Veluwemeer en Drontermeer 1998. Heldere plekken in relatie tot aanwezigheid van waterplanten en kleuren van het water. RDIJ-werkdocument 99-1.

Voslamber, B. & C. van Turnhout, 1998. Aantalsontwikkeling van Kuifeend *Athya fuligula* en Tafeleend *A. ferina* op enkele Nederlandse zoetwatermeren en rivieren in de periode 1996 t/m 1997. RIZA-werdoc. 98.107X / SOVON rapp. 1998/08.

Voslamber B., E. van Winden & M. van Roomen 1997. Midwintertelling van watervogels in Nederland, januari 1996. SOVON monitoringrapport 97/04, Beck

/RIZA rapport BM96/19, Lelystad.

Winden, J. van der., M.J.M. Poot, M.S. van den Berg, T. Boudewijn S. Dirksen, 1997. Kranswieren: voedsel voor grote aantallen watervogels. De Levende Natuur 98: 34-42.

Witte, B.J. de, M.L. Streekstra, C.H.M. Koenjer en A.D. Grul, 1997. Monitoring van waterplanten in het IJsselmeergebied 1996. RDIJ-rapport 97-4.

Witte, B.J. de, M.L. Streekstra, C.H.M. Koenjer en A.D. Grul, 1997. Monitoring van waterplanten in het IJsselmeergebied 1997. RDIJ-rapport 97-5.

Witte, B.J. de, C.H.M. Koenjer en J. Postema, 1999. Monitoring van waterplanten in het IJsselmeergebied 1998. RDIJ-rapport 98-6.

Witteveen + Bos, 1999. Bemonstering van de visstand in de Veluwerandmeren in 1998. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.

Bijlage 1. Inwendige bedekking waterplanten (ha) in de Veluwerandmeren 1996 - 1998

	Veluwemeer			Wolderwijd/Nuldernauw			Drontermeer		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
Totale oppervlakte gebied	3058	3059	3000	2331	1833	2311	n.d.	488	489
Geïnterpoleerde oppervlakte	3027	3028	2990	2321	1823	2301	n.d.	478	479
Totale bedekking	606	1107	1372	326	585	805	n.d.	150	153
Schedefonteinkruid	35	29	41	46	48	72	n.d.	11	18
Doorgroeid fonteinkruid	31	35	116	28	51	79	n.d.	14	16
Tenger fonteinkruid	8	23	32	6	42	56	n.d.	39	29
Kranswier	497	999	1122	246	463	576	n.d.	22	57
Draadwier	39	55	141	26	67	75	n.d.	42	52
Darmwier spp.	20	34	28	4	38	55	n.d.	8	17
Aarvederkruid	8	13	19	-	-	-	n.d.	22	18

n.d. = geen data

Bijlage 2. Visstand per soort en per voedselgroep in de Veluwerandmeren 1990-1998

Drontermeer	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Brasem			114,5	65,8	33,8		70,3	35,9	16,5
Blankvoorn			30,3	13,9	27,8		28,3	35,9	46,1
Kolblei			0	0,4	0,9		9,2	7,7	3,2
Baars			28,4	3,7	11,7		14	14,8	43,5
Pos			13,4	2,8	18,2		12,1	7,2	14,7
Snoekbaars			6,6	6,3	6,4		6,1	5,7	6,3
Snoek			2,3	0,5	1		0,4	1	2,7
Spiering			0,01	1,4	0,04		1,4	0	0
Overig			0	0,4	0,3		5,5	2,5	8,8
Totaal			195,50	95,20	100,10		147,30	110,40	141,8
Veluwemeer	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Brasem			93,6	124,6	63,5		40,4	27,2	16,4
Blankvoorn			22,8	3,7	7,7		12,4	23,7	6,4
Kolblei				0,03	1,5		1,6	3,2	0,6
Baars			14,3	3,1	18,6		3,3	21,3	9,6
Pos			14,9	12,3	31,5		3,5	3,4	5,4
Snoekbaars			2,4	5,3	6,1		0,1	6,9	0,4
Snoek				0,1	0,3		0	0,4	0,4
Spiering			0,6	5	5,5		1,1	0,3	0,1
Overig				0,2	0,8		2,1	3,6	2,8
Totaal			148,6	154,3	135,5		64,5	90	42,1
Wolderwijd	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Brasem	125,4	31,3	28,5	36,8	37,1		24	27,9	22,8
Blankvoorn	39,1	19,5	21,3	15,3	13,8		5	28	2,5
Kolblei				0	0		0	0,6	0
Baars	3,2	4,6	27	8	25,9		4,8	16,4	9
Pos	32,8	40,5	26	16,1	22,7		14,8	5,4	3,8
Snoekbaars	1	2	0,4	5,5	2,6		1,9	1	0,5
Snoek				0,1	0,1		0	0,1	0,1
Spiering	1,5	2,1	1,6	0,7	0,6		0,1	0	0
Overig				0,2	0		0,4	0,7	0,6
Totaal	203	100	104,8	82,5	102,8		51	80,1	39,3
Nuldernaauw	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Brasem			57	35,1	12,2		48,7	17,5	19,9
Blankvoorn			35	19	12,1		10,1	16,5	19,8
Kolblei							0,1	0,6	0,4
Baars			30	7	31,6		5,1	15,9	15,3
Pos			13	20,1	28,6		6,8	5,5	4,8
Snoekbaars			0,4	9	8,1		0,2	1,2	0,8
Snoek				0,2	0,2		0,3	2,2	0,1
Spiering			0,4	1,3	0,7		0,5	0	0
Overig				0,3	0,1		0,6	1,6	0,7
Totaal			135,8	91,9	104,6		72,4	61	61,8

Drontermeer	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Plantivoor (0+)			39,1	9,6	42		13,9	28,9	89,8
Potentieel Planktivoor			57,8	16,2	19,6		83,4	38,3	17,0
Benthisch			80,4	61,7	27,7		33,9	32,7	25,5
Piscivoor			18,2	7,5	9,8		9,9	8,2	9,5
Totaal			195,4	95	99,1		141,1	108,1	142
% planktivoor (0+)			20%	40%	42%		10%	27%	63%
% potentieel planktivoor			30%	17%	20%		59%	35%	12%
% benthisch			41%	65%	28%		24%	30%	10%
% piscivoor			9%	8%	10%		7%	8%	7%
Veluwemeer	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Planktivoor (0+)			26,4	17,5	53,1		7	37,3	20,4
Potentieel planktivoor			33,3	20,5	19,2		22	11,3	3,2
Benthisch			83,3	109,8	53,3		32,6	33,4	16,8
Piscivoor			5,6	6,1	9,9		0,2	8,1	1,8
Totaal			148,6	153,9	135,5		61,8	90,1	42,2
% planktivoor (0+)			18%	11%	39%		11%	41%	48%
% potentieel planktivoor			22%	13%	14%		36%	13%	8%
% benthisch			56%	71%	39%		53%	37%	40%
% piscivoor			4%	4%	7%		0%	9%	4%
Wolderwijd	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Planktivoor (0+)	46,2	48,2	42,4	24,2	41,3		16,6	21,6	13,1
Potentieel planktivoor	41,4	13,9	25,1	11,1	16,5		12	18	1,2
Benthisch	111,2	37,8	34,6	35,7	38,4		17,7	38,1	23,8
Piscivoor	4,2	0,7	2,5	11,3	5,4		2,3	2,5	1,1
Totaal	203	100,6	104,6	82,3	101,6		48,6	80,2	39,2
% planktivoor (0+)	23%	48%	41%	29%	41%		34%	27%	33%
% potentieel planktivoor	20%	14%	24%	13%	16%		25%	22%	3%
% benthisch	55%	38%	33%	43%	38%		36%	48%	61%
% piscivoor	2%	1%	2%	14%	5%		5%	3%	3%
Nuldernaauw	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Planktivoor (0+)			44,4	16,8	53,5		10,6	21	28,6
Potentieel planktivoor			27	17,9	18,1		36,9	16,8	13,0
Benthisch			59	42,9	22,2		22,6	18	18,9
Piscivoor			4,2	14,1	7,5		1,4	5,2	1,0
Totaal			134,6	91,7	101,3		71,5	61	61,5
% planktivoor (0+)			33%	18%	53%		15%	34%	47%
% potentieel planktivoor			20%	20%	18%		52%	28%	21%
% benthisch			44%	47%	22%		32%	30%	31%
% piscivoor			3%	15%	7%		2%	9%	2%

Bijlage 3. Dichtheden van crustaceën (aantal/5 stenen) op de oeverbeschoeiing in de randmeren (september-oktober)

	Drontermeer	Veluwemeer	Wolderwijd	Nuldernauw
<i>Corophium curvispinum</i>				
1996	150	0	0	0
1997	250	37	0	0
1998	28	8	500	120
<i>Dikerogammarus villosus</i>				
1996	0	0	0	0
1997 (mei)	55	1	0	0
1997	109	199	1	5
1998	27	85	200	46
<i>Gammarus tigrinus</i>				
1996	40	200	30	10
1997	38	40	75	0
1998	30	3	0	0
<i>Asellus/proasellus</i>				
1996	9	5	0	0
1997	0	0	0	4
1998	0	0	0	0