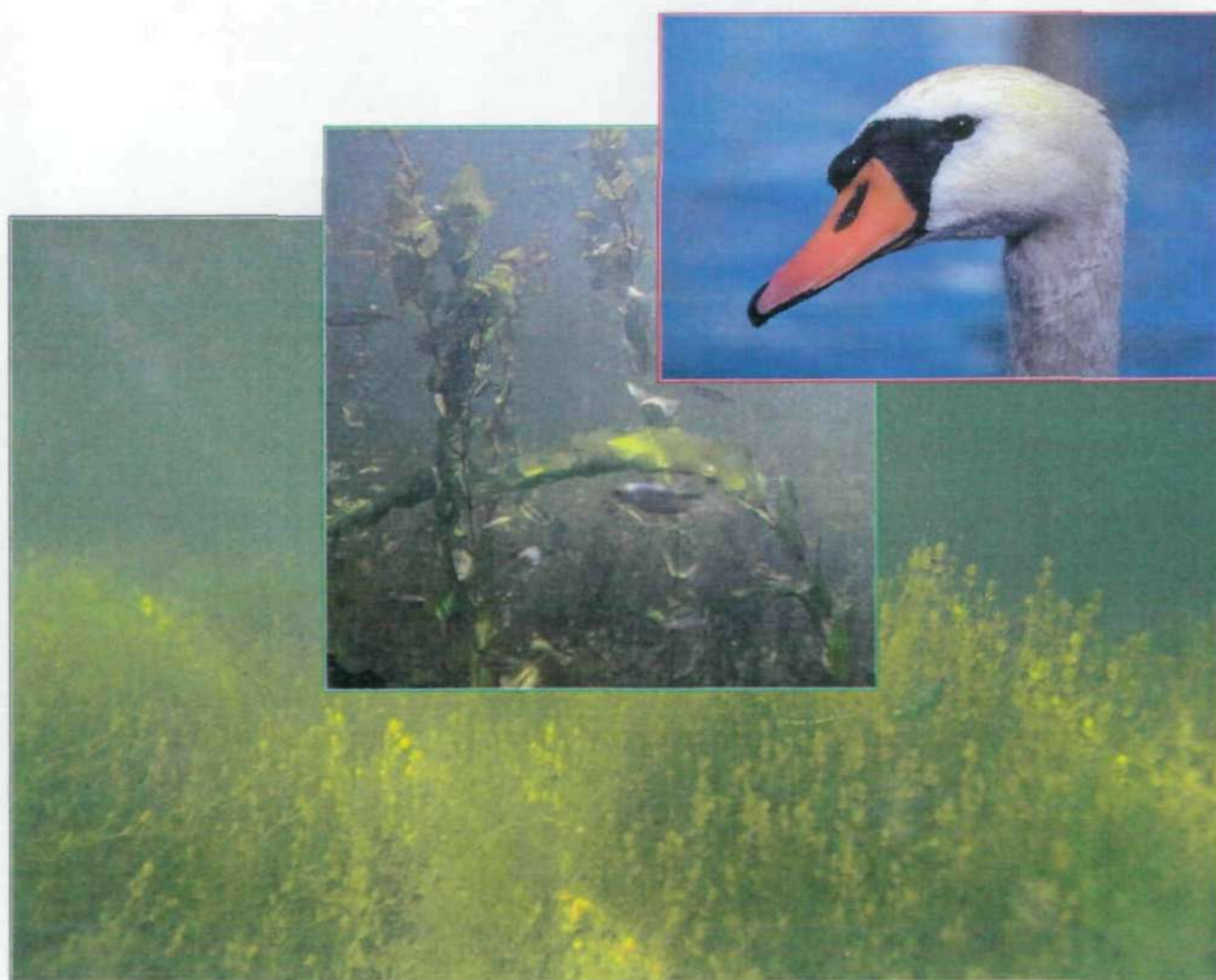




Voortgangsrapportage ecologie en waterkwaliteit Veluwerandmeren 2001

met een doorkijkje naar 2002

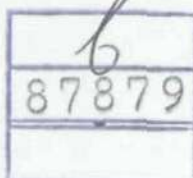
28 augustus 2003



Voortgangsrapportage ecologie en waterkwaliteit Veluwerandmeren 2001

met een doorkijkje naar 2002

28 augustus 2003



Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Opsteller	W.H. Hulsege		28-8-'03
Toetser PAM	K.D. Oostinga		28-08-'03
Opdrachtgever	S.G. Lauwaars		29-08-'03
Opdrachtnemer	W.J. van de Geer		28-8-'03
Status	Definitief		

Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad

Informatie: S.G. Lauwaars / K.D. Oostinga
Telefoon: 0320-297470 / 0320-297682
Fax: 0320-297086 / 0320-297319
Email: s.g.lauwaars@rdij.rws.minvenw.nl /
k.d.oostinga@rdij.rws.minvenw.nl

Uitgevoerd door: W.H.Hulsegge, S.G. Lauwaars, G. Bongertman, K.D. Oostinga

Opmaak: RWS Huisstijl
Foto's omslag: Matthijs Rutten (Waterplanten)
John van Schie (Knobbelzwaan)

Datum: 28 augustus 2003

Status: Definitief

Inhoudsopgave

Voorwoord	8
1 Inleiding	10
1.1 Kader	10
1.2 Doelstelling	10
1.3 Opbouw rapport	10
2 Fysisch en chemische waterkwaliteit	12
2.1 Inleiding	12
2.2 Locaties meetpunten	12
2.3 Doorzicht	12
2.3.1 Reciproque doorzicht	12
2.3.2 Niet reciproque doorzicht	13
2.3.3 Doorzicht meetpunten in het kranswierveld	15
2.4 Bodemzicht	15
2.5 Nutriënten	17
2.5.1 Totaal-fosfaat	17
2.5.2 Vergelijking totaal-fosfaat kranswierveld en vaargeul	18
2.5.3 Totaal-stikstof	18
2.5.4 Vergelijking totaal-stikstof kranswierveld en vaargeul	18
2.5.5 Ortho-fosfaat	19
2.5.6 Vergelijking ortho-fosfaat kranswierveld en vaargeul	19
2.5.7 Ammonium	19
2.5.8 Vergelijking ammonium kranswierveld en vaargeul	19
2.5.9 Nitriet-nitraat	19
2.5.10 Vergelijking nitriet-nitraat kranswierveld en vaargeul	19
2.5.11 Nutriënten kranswierveld Veluwemeer en Wolderwijd	21
2.5.12 Instroom fosfaat bij Gemaal Lovink (R. Portielje, RIZA)	23
2.6 Chlorofyl-a	24
2.6.1 Vergelijking chlorofyl-a kranswierveld en vaargeul	26
2.7 Nutriëntenbeperking van de algengroei	26
2.8 Zwevend stof en gloeirest	27
2.9 Conclusies	28
2.9.1 Doorzicht en chlorofyl-a	28
2.9.2 Totaal-fosfaat en totaal-stikstof	28
2.9.3 Zwevend stof en gloeirest	28
2.9.4 Fosfaat bij Gemaal Lovink	28
3 Fytoplankton en Zoöplankton in het Wolderwijd en Veluwemeer	30
3.1 Inleiding	30
3.2 Fytoplankton	30
3.2.1 Dichtheid fytoplankton in Veluwemeer (geul)	30
3.2.2 Dichtheid fytoplankton in Wolderwijd (geul)	31
3.2.3 Biovolume fytoplankton hoofdgroepen in Veluwemeer	31
3.2.4 Biovolume fytoplanktonhoofdgroepen in Wolderwijd	31
3.2.5 Biovolume per blauwalggroep in Veluwemeer (geul)	31

3.2.6	Biovolume per blauwalggroep in Wolderwijd (geul)	31
3.3	Zoöplankton	38
3.3.1	Dichtheid zoöplankton in Veluwemeer (geul)	38
3.3.2	Dichtheid zoöplankton in Wolderwijd (geul)	38
3.4	Relatie fytoplankton met nutriënten en zoöplankton (K. Wolfstein, RIZA)	41
3.4.1	Inleiding	41
3.4.2	Fytoplankton en nutriënten	41
3.4.3	Seizoensontwikkeling fyto- en zoöplankton Veluwemeer	42
3.4.4	Relatie predator – prooi Veluwemeer	44
3.4.5	Seizoensontwikkeling Fyto- en zoöplankton Wolderwijd	44
3.4.6	Relatie predator– prooi Wolderwijd	46
3.5	Conclusie	47
4	Waterplanten	48
4.1	Inleiding	48
4.2	Functie watervegetatie	48
4.3	Methoden	48
4.4	Ontwikkeling watervegetatie 2001	48
4.5	Tengerfonteinkruid en Kranswier in het Drontermeer	50
4.6	Discussie	50
4.7	Conclusies	51
5	Macrofauna	52
5.1	Inleiding	52
5.2	Doelstelling macrofauna (R. Noordhuis (RIZA))	52
5.3	Methoden	52
5.4	Ontwikkeling macrofauna 2001	52
5.5	Conclusie	55
6	Vissen	56
6.1	Inleiding	56
6.2	Totaalbestand	56
6.3	Meerzomerige vis	57
6.4	Broed	58
6.5	Conclusie	59
7	Watervogels	60
7.1	Inleiding	60
7.2	Methoden	60
7.3	Ontwikkelingen watervogels seizoen 2001/2002	60
7.3.1	Viseters	61
7.3.2	Mosseleeters en omnivoren	62
7.3.3	Planteneters	63
7.4	Doorkijk ontwikkelingen watervogels 2002/2003	65
7.5	Conclusies	65
8	Synthese	66
8.1	Inleiding	66
8.1.1	Fysisch-chemische waterkwaliteit	66
	Situatie 2001	66
	Situatie 2002	66



Geadresseerde

Contactpersoon

mw. ir. S.G. Lauwaars

Datum

10 september 2003

Ons kenmerk

PAW 21539

Onderwerp

Toezening 'Voortgangsrapportage ecologie en waterkwaliteit Veluwerandmeren 2001 met een doorkijkje naar 2002'

Doorkiesnummer

0320-297470

Bijlage(n)

1

Uw kenmerk

-

Geachte mevrouw, heer,

Hierbij stuur ik u toe de 'Voortgangsrapportage Veluwerandmeren 2001 met een doorkijkje naar 2002'. De rapportage is uitgevoerd door Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied afdeling Meet- en Informatiedienst, in opdracht van de toenmalige afdeling Planvorming en Aanleg Natte Infrastructuur. Onderwerp van de rapportage was de toestand van het ecosysteem in de Veluwerandmeren in 2001. Op 24 oktober 2002 is een **BEWIJS**¹ workshop gehouden waarvoor specialisten zijn uitgenodigd en waarin de toestand van de Veluwerandmeren in 2001 is besproken. Aan 2002 is ook aandacht besteed gezien de slechte ontwikkelingen in dat jaar. Toen werd opeens na jaren van positieve ontwikkelingen een verslechtering van de watervegetatie en waterkwaliteit in het Veluwemeer waargenomen. Gelukkig zijn de ontwikkelingen in het voorjaar van 2003 weer positief!

Enkele waarnemingen uit de rapportage zijn de volgende. Het doorzicht is in het Veluwemeer in 2001 toegenomen naar 1 meter. Het uitslagwater dat van het Gemaal Lovink (in de Flevopolder) uitkomt in het Veluwemeer, toont de laatste jaren een stijging in het fosfaatgehalte tot 0,13 mg/l in 2001. Hiermee wordt de berekende maximaal acceptabele concentratie van 0,15 mg/l fosfaat in 2030 (nodig voor een stabiel Veluwemeer), in 2001 al zeer dicht benaderd (Meijer et al., 1999).

¹ BEWIJS = Beheer Ecologie Wateren IJsselmeergebied

Directie IJsselmeergebied

Postadres Postbus 600, 8200 AP Lelystad

Bezoekadres Zuiderwagenveld 2 ("Smedinghuis")

Telefoon 0320 29 91 11

Fax 0320 23 43 00

E-mail s.g.lauwaars@rdj.rws.minvenw.nl



Door afname van de Kranswierbedekking in 2002 is er meer totaal-fosfaat in het water (er is minder verbruik van voedingsstoffen). In 2001 vertoont het broed van vissen een opvallende toename; dit komt mogelijk door een toename van voedingsstoffen in het water. In het seizoen 2001 / 2002 heeft de Aalscholver zich na drie slechte jaren weer hersteld. De zeldzame Krooneend (in sterke mate) en de Wintertaling, namen in aantal toe en lijken op natuurontwikkeling te hebben gereageerd. Voor de Krooneend heeft het ontstaan van nieuwe broedplaatsen achter de Polsmatendam in het Veluwemeer een rol gespeeld bij de toename van de Nederlandse broedpopulatie. De Wintertaling heeft als zaadeter kunnen profiteren van de aanleg van de Abbert II (eilandjes) in het Drontermeer; er was meer pioniervegetatie en ook meer ruigte op de oevers en in de ondiepten.

De bespreking van de resultaten van de verschillende ecologische onderwerpen (hoofdstukken) met een groep specialisten in de **BEWIJS** workshop is ervaren als een geslaagd experiment. In hoofdstuk 8, de synthese, zijn de resultaten van deze workshop uitgewerkt weergegeven.

Voor vragen kunt u contact opnemen met Sophie Lauwaars (0320-297470) projectleider binnen de afdeling Watersystemen.

Hoogachtend,

DE MINISTER VAN VERKEER EN WATERSTAAT
namens deze,
de hoofdingenieur-directeur,
namens deze,
het hoofd van de afdeling Watersystemen

drs. P.M. Licht

8.1.2	Fyto- zoöplankton	68
	Situatie 2001	68
	Relatie fytoplankton - nutriënten - zoöplankton	68
	Situatie 2002	69
8.1.3	Vissen	69
	Situatie 2001	69
	Situatie 2002	69
8.1.4	Waterplanten	70
	Situatie 2001	70
	Situatie 2002	70
8.1.5	Macrofauna	70
	Situatie 2001	70
8.1.6	Watervogels	71
	Situatie 2001	71
	Situatie 2002	71
8.1.7	Aanbevelingen voor nader onderzoek	72
	Literatuur	74
	Bijlage 1 Kaart locaties meetpunten waterkwaliteit RKM/MWTL en in de kranswiergebieden in de Veluwerandmeren	76

Voorwoord

De voor u liggende rapportage is uitgevoerd door Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied afdeling Meet- en Informatiedienst (RDIJ-PAM) en opdracht van de afdeling Planvorming en Aanleg Natte Infrastructuur (PAI). Onderwerp van de rapportage was de toestand van het ecosysteem in de Veluwerandmeren in 2001. De jaarlijkse reeks rapportages wordt vanaf 2002 onderbroken en zal dan over gaan in een 3-jaarlijkse reeks, gelijktijdig te verschijnen met de evaluatie van het project IIVR (Integrale Inrichting Veluwerandmeren).

Op 24 oktober 2002 is een BEWIJS* workshop gehouden waarvoor specialisten zijn uitgenodigd en waarin de toestand van de Veluwerandmeren in 2001 is besproken. Aan 2002 is ook aandacht besteed gezien de slechte ontwikkelingen in dat jaar. In 2002 werd opeens na jaren van positieve ontwikkelingen een verslechtering van de watervegetatie en waterkwaliteit in het Veluwemeer waargenomen. De hoofdstukken van deze rapportage beschrijven de toestand van het ecosysteem in 2001 waarbij in enkele gevallen ook 2002 aan de orde komt. Bij de BEWIJS workshop gaven de verhalen van de specialisten samen een basis voor de synthese die het laatste hoofdstuk vormt van dit rapport. De workshop is ervaren als een geslaagd experiment; de discussie van de specialisten is verwerkt in de synthese en levert zeker een meerwaarde aan deze rapportage.

De projectleiding bij de opdrachtgever was in handen van Sophie Lauwaars, van de afdeling PAI. De gegevens in de hoofdstukken zijn door verschillende personen aangeleverd en/of bewerkt. De volgende personen worden bedankt voor de bijdrage die ze hebben geleverd: R. Portielje (RIZA) (bijdrage hoofdstuk fysisch-chemische waterkwaliteit; notitie over toename van de lozing van fosfaat bij Gemaal Lovink), K. Wolfstein (RIZA) (hoofdstuk 'relatie fytoplankton met nutriënten en zoöplankton'), R. Noordhuis (RIZA) (hoofdstuk macrofauna en hoofdstuk watervogels), R. Maasdam (Waterschap Zuiderzeeland) (informatie over Gemaal Lovink), R. Bijkerk (Koeman en Bijkerk B.V.) (uitwerking fyto- en zoöplankton gegevens), J. Kampen (Aqua Terra Water en Bodem B.V.) (bijdrage informatie over vissen) en Has Willet (mede organiseren en verslag van de BEWIJS workshop van 24 oktober 2002) (RDIJ). De deelnemers aan de BEWIJS workshop worden bedankt voor hun constructieve bijdrage: Jouke Kampen (Aquaterra Water en Bodem B.V.), Kirsten Wolfstein, Ruurd Noordhuis, Rob Portielje, Bart Reeze (allen RIZA), Gert Butijn, Roel Doef, Sacha Tensen, Has Willet, Sophie Lauwaars, Karen Oostinga en Wijnanda Hulsegge (allen RDIJ).

*BEWIJS = Beheer Ecologie Wateren IJsselmeergebied

1 Inleiding

1.1 Kader

De waterkwaliteit van de Veluwerandmeren is in de negentiger jaren sterk verbeterd. De verbetering is ingezet door fosfaatreducerende maatregelen die vanaf 1979 zijn genomen. Uit metingen bij Gemaal Lovink (dat uitkomt in het Veluwemeer) blijkt dat de fosfaatbelasting over de periode 1994-2000 met 30% is toegenomen (Portieltje, 2002). In de jaren tachtig nam het doorzicht slechts in geringe mate toe. Vanaf 1990 werd het water helder boven de kranswervelden. De kranswieren hebben zich de laatste jaren sterk uitgebreid, waardoor ook het areaal met helder water steeds groter is geworden. Vanaf 1995 werd ook buiten de kranswieren de streefwaarde van een doorzicht van 1 m regelmatig bereikt. In 1999 is in opdracht van de projectgroep BOVAR (Bestrijding Overmatige Algenbloei in de Randmeren) van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied een studie uitgevoerd naar de stabiliteit van de heldere toestand (Meijer *et al.*, 1999). In deze studie zijn de ontwikkelingen in de Veluwerandmeren tot en met 1998 beschreven en is een prognose gemaakt voor de toekomst.

1.2 Doelstelling

In de voorliggende voortgangsrapportage is de toestand van de Veluwerandmeren in 2001 beschreven op basis van het monitoringsprogramma van dat jaar. De gegevens worden vergeleken met voorgaande jaren. In een workshop over dit onderwerp is behalve op de toestand van 2001 ook kort ingegaan op de toestand van 2002. Dit is in onderdelen terug te vinden in het rapport.

1.3 Opbouw rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de fysische en chemische waterkwaliteit, waarbij de paragraaf over gemaal Lovink (2.5.12) door R. Portielje (RIZA) is geschreven. In het derde hoofdstuk wordt ingegaan op het fyto- en zoöplankton, met bijdragen van R. Bijkerk (Koeman en Bijkerk B.V.) (3.2 en 3.3) en K. Wolfstein (RIZA) (3.4). Hoofdstuk 4 betreft de waterplanten. Hoofdstuk 5 gaat in op de macrofauna en is geschreven door R. Noordhuis (RIZA). In hoofdstuk 6 wordt de visstand besproken, met een bijdrage van AquaTerra Water en Bodem B.V.. De watervogels zijn het onderwerp van hoofdstuk 7 (bijdrage R. Noordhuis, RIZA). In het laatste hoofdstuk worden alle onderdelen gecombineerd in de synthese, welke is ontstaan uit een op 24 oktober 2002 gehouden workshop over de toestand van het ecosysteem van de Veluwerandmeren in 2001 (en kort in 2002). De synthese is vervolgens geschreven door S.G. Lauwaars (RDIJ) en Has Willet (RDIJ) (verslag van de workshop).

2 Fysisch en chemische waterkwaliteit

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de fysisch en chemische waterkwaliteit. Het omvat de onderdelen doorzicht, bodemzicht en nutriënten. Ook is de situatie bij gemaal Lovink beschreven en is aandacht besteed aan chlorofyl-a. Tevens wordt ingegaan op de nutriëntenbeperking van de algengroei, zwevend stof en gloeirest. Als slot van dit hoofdstuk volgt een conclusie.

2.2 Locaties meetpunten

In bijlage 1 is een kaart te zien met meetpunten van de waterkwaliteit in de Veluwerandmeren van het Regionale Kwaliteits Meetnet (RKM) en van het landelijke meetnet van het RIZA (MWTL) in de Veluwerandmeren. Deze punten liggen allen in de vaargeul. Ook is de locatie van de meetpunten boven de kranswiervelden in het Veluwemeer en Wolderwijd zichtbaar gemaakt (DOORNSKWVMDN en KRANSWVODLZD). De punten boven de kranswiervelden zijn sinds 2003 onderdeel van het Regionaal Meetnet, echter al vanaf 1992 wordt bij deze punten de waterkwaliteit bepaald.

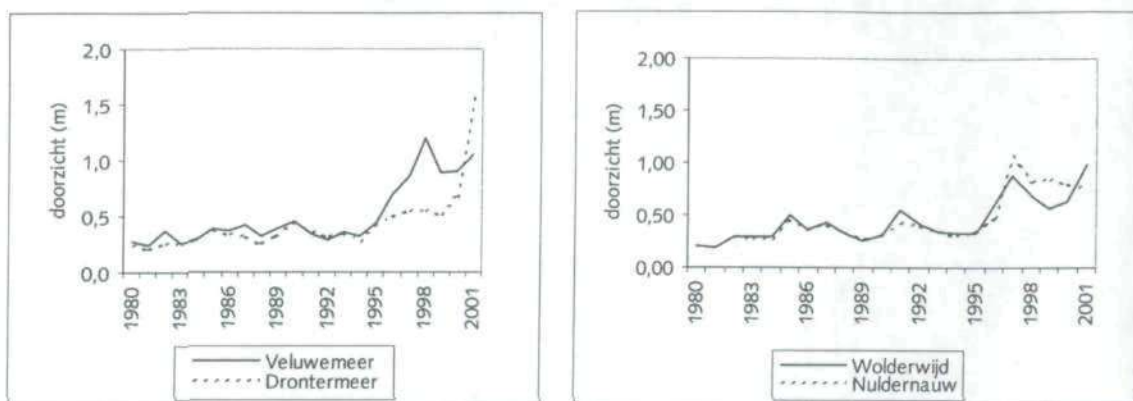
2.3 Doorzicht

In deze paragraaf wordt naast het reciproque doorzicht ook het niet-reciproque doorzicht besproken. Tevens wordt er aandacht besteed aan het doorzicht op de kranswierpunten in het Veluwemeer en Wolderwijd.

2.3.1 Reciproque doorzicht

In figuur 2.1 is het zomerhalfjaargemiddelde doorzicht in de verschillende meren voor de periode 1980 t/m 2001 gepresenteerd. Dit zijn de reciproque waarden van het gemiddelde doorzicht in de periode april tot en met september op de meetpunten in de vaargeul. Figuur 2.1 (reciproque doorzicht) is gemaakt met behulp van de basisgegevens van figuur 2.2 (niet reciproque doorzicht). Het is opvallend dat in het Drontermeer het zomergemiddelde reciproque doorzicht in 2001 ten opzichte van voorgaande jaren aanzienlijk is toegenomen, met ongeveer 1 meter. In het Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw is het zomergemiddelde reciproque doorzicht eveneens toegenomen. Er is dus voor alle meren een duidelijke toename van het reciproque doorzicht in 2001 ten opzichte van het voorgaande jaar. In 2002 is het doorzicht in het Veluwemeer aanzienlijk gedaald tot ongeveer 50 cm.

Figuur 2.1
Zomerhalfjaargemiddelde
(april t/m sept.) doorzicht
in het Veluwemeer,
Drontermeer, Wolderwijd
en Nuldernauw vanaf
1980 t/m 2001 (op basis
van het reciproque
doorzicht) locaties MWTL/
RKM.



2.3.2 Niet reciproque doorzicht

In figuur 2.2 zijn de doorzichtgegevens over het gehele gemeten jaar weergegeven. Dit zijn géén reciproque waarden. Figuur 2.2 is de basis voor de waarden die in figuur 2.1 zijn gebruikt. Het verloop van het doorzicht in het Wolderwijd over het jaar 2001 kent in juni een piek van 1,8 meter waarna het geleidelijk afloopt in augustus tot een waarde van 1,1 meter doorzicht (zie figuur 2.2). In de periode september tot en met mei zijn de doorzichtwaarden lager dan 1 meter. De piek in juni 2001 is de hoogste van de periode 1998 t/m 2001 en is hoog vergeleken met de waarden die normaal in deze maand in de voorgaande jaren werden gevonden (0,3 tot 0,9 meter).

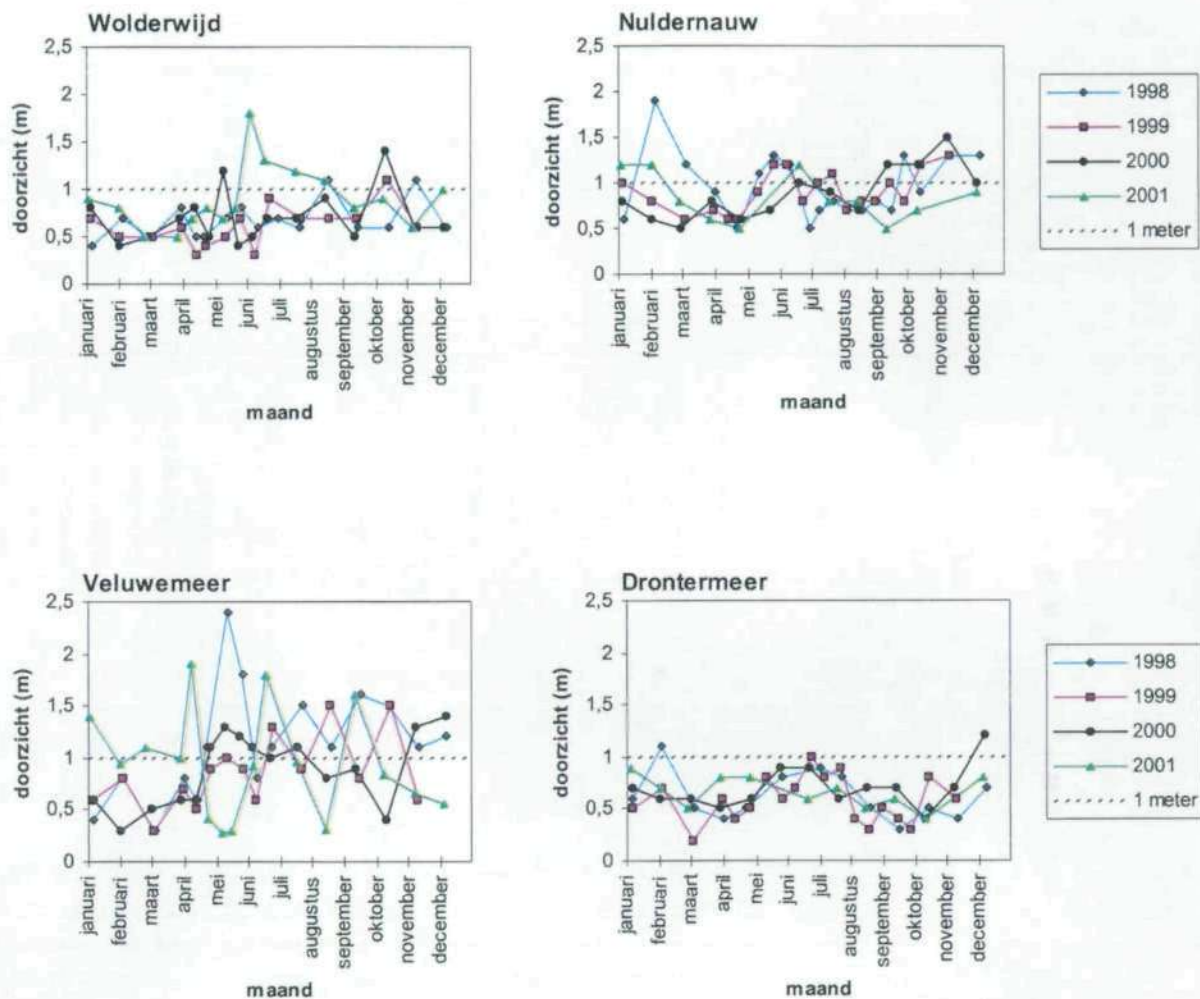
In het Nuldernauw wordt alleen in januari, februari en juni 2001 de grens van 1 meter doorzicht overschreden (met een waarde van 1,2 m). Het verloop is gelijkmatig met een piek in januari en een dal in april/mei, waarna weer een piek komt in juni en een dal in augustus/september.

Het verloop van het doorzicht in het Veluwemeer 2001 heeft een grillig patroon met grote pieken in januari, april, juni en september variërend van 1,4 tot 1,9 meter. De grootste dalen bevinden zich in mei, augustus en december (0,28 – 0,56 m). Opvallend is dat het pieken- en dalenpatroon van 2001 in het Veluwemeer zeer variabel is.

Het verloop van het doorzicht van het Drontermeer heeft geen extreme uitschieters boven 1 meter. De hoogste waarden zijn in december/januari en maart/april (0,8 – 0,9 m). De dalen bevinden zich in februari en oktober (0,4 en 0,5 m).

Figuur 2.2

Verloop van het (niet reciproque) doorzicht in 1998 t/m 2001 in het Wolderwijd, Nuldernauw, Veluwemeer en Drontermeer.

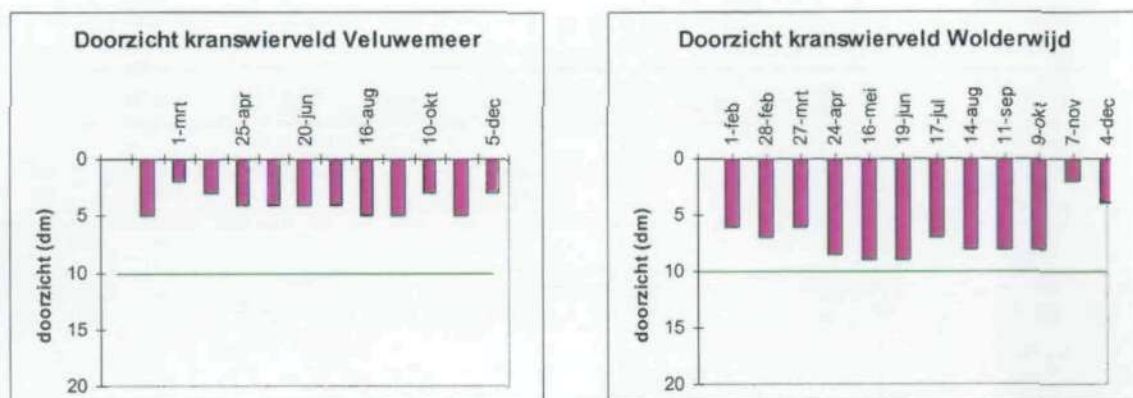


2.3.3 Doorzicht meetpunten in het kranswielveld

In onderstaande figuur 2.3 zijn van de (variabele) meetpunten in het kranswielveld in het Veluwemeer en Wolderwijd de doorzichtgegevens over het jaar 2001 weergegeven. Alle doorzichtgegevens van deze 2 grafieken zijn tevens bodemzicht, behalve de waarde van 10 oktober en 7 november in het Veluwemeer.

Figuur 2.3

Doorzicht (dm) kranswielveldpunt in het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het jaar 2001. Alle doorzichtgegevens van deze 2 grafieken zijn tevens bodemzicht, behalve de waarde van 10 oktober in het Veluwemeer. De rode lijn is het maximale toelaatbare doorzicht van zwemwater.

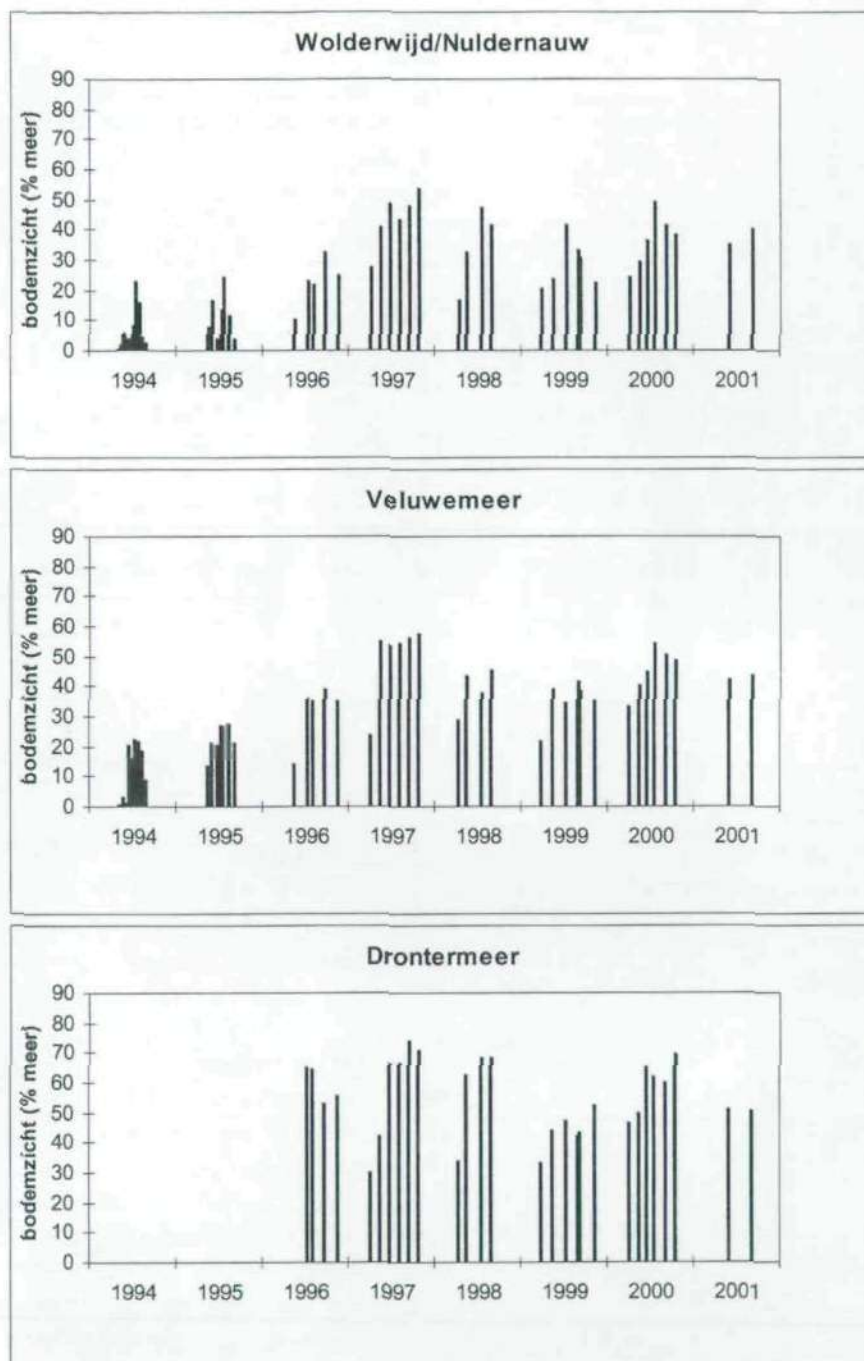


2.4 Bodemzicht

Er zijn in 2001 twee eutrofiëringvluchten geweest (zie figuur 2.4). Deze waarnemingen sloten redelijk aan bij de resultaten van 2000, de waarnemingen waren bij de vluchten niet erg verschillend. Als de vluchten vergeleken worden met dezelfde vluchten (in dezelfde periode) in de jaren daarvoor blijkt dat vooral het oppervlak bodemzicht in het Drontermeer iets tegenvalt ten opzichte van optimale waarnemingen in 1997 en september 1998. Maar slecht was het resultaat zeker niet. Het gemeten oppervlak bodemzicht in het Nuldernauw/Wolderwijd was vrij groot ten opzichte van de waarnemingen van de drie vooraf gaande jaren, maar minder dan in 1997 en september 1998. Het Veluwemeer had een gemiddeld oppervlak aan bodemzicht ten opzichte van de voorafgaande 4 jaren.

Figuur 2.4

Percentage van het meeroppervlak met bodemzicht in de Veluwerandmeren van 1994-2001 gezien vanuit een vliegtuig.



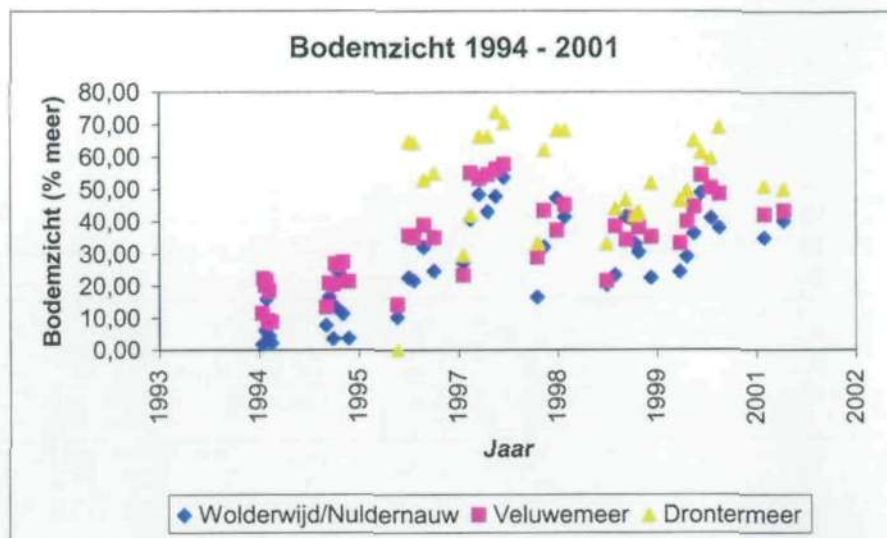
In de onderstaande figuur 2.5 zijn de drie grafieken uit figuur 2.4 samengevoegd tot één grafiek. Hier is het verloop van bodemzicht over de verschillende jaren voor Wolderwijd/Nulderauw, Veluwemeer en Drontermeer te zien. Er moet echter wel rekening mee worden gehouden dat er in het jaar 2001 voor alle meren maar twee eutrofiëringvluchten zijn uitgevoerd. Hierdoor zijn de resultaten minder goed met voorgaande jaren te vergelijken. Er is geen duidelijk verband te zien tussen de inwendige kranswierbedekking en het bodemzicht van 2001. De kranswierbedekking (inwendige bedekking) in het

Veluwemeer is met ongeveer 3% toegenomen t.o.v. 2000 (2000; 37,1% en 2001; 40%), terwijl het bodemzicht ongeveer gemiddeld is t.o.v. voorgaande jaren.

In het Drontermeer (2001; 20%) is geen vergelijking te maken met kranswierbedekking en bodemzicht omdat deze waarden pas in 2001 beginnen. In het Wolderwijd is de kranswierbedekking ongeveer gelijk gebleven (2000; 24,1% en 2001; 24,5%), met gemiddelde waarden voor het bodemzicht.

Figuur 2.5

Percentage van het meeroppervlak met bodemzicht van Wolderwijd/Nuldernauw, Veluwemeer en Drontermeer in 1994-2001.



2.5 Nutriënten

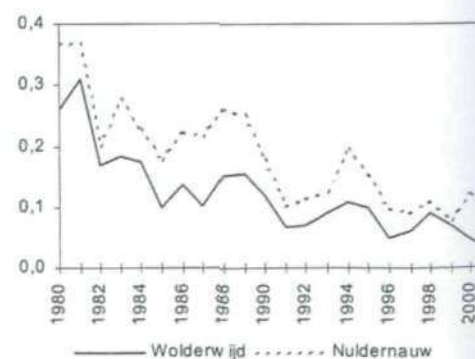
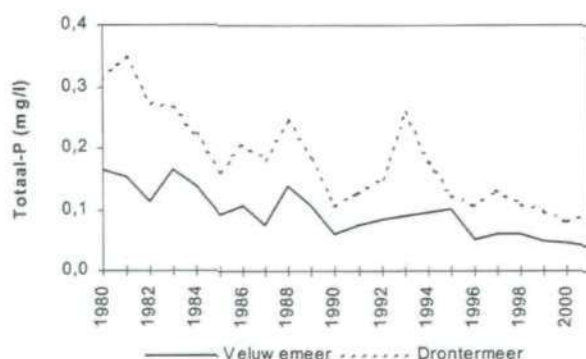
In deze paragraaf worden per nutriënt de grafieken van de vaargeulgegevens besproken. Tevens wordt een vergelijking gemaakt van de gegevens van de vaargeul en gegevens van het kranswieveld.

2.5.1 Totaal-fosfaat

Het zomerhalfjaargemiddelde totaal-fosfaatgehalte van het Drontermeer is iets gestegen van 0,081 mg P/l in 2000 naar 0,096 mg P/l in 2001 (zie figuur 2.6). Dit is tevens het meer met het hoogste totaal-fosfaat gehalte in 2001. Van de overige meren Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw zijn de totaal-fosfaat concentraties van 2001 lager dan in 2000. Van het Drontermeer en Nuldernauw ontbreken de totaal-fosfaat gegevens van april 2001. Door de jaren heen is er voor alle meren globaal een dalende lijn te zien voor de totaal-fosfaat concentratie. De gebiedsgerichte streefwaarde voor totaal-fosfaat (0,06 mg/l) wordt alleen in 2001 voor het Veluwemeer gehaald.

Figuur 2.6

Zomerhalfjaargemiddelde (april t/m sept.) totaal-fosfaat concentratie in de Veluwerandmeren vanaf 1980-2001.



De dalende trend van totaal-fosfaat wordt na 2000 nog voortgezet. De totaal-fosfaat concentraties voor 2001 zijn de laagste gemeten waarden ten opzichte van de jaren daarvoor, m.u.v. het Drontermeer, hier is een stijging zichtbaar van totaal-fosfaat in 2001 t.o.v. 2000. Als gemiddelde voor het zomerhalfjaar was totaal fosfaat gehalte in het Veluwemeer in 2002 0,08 mg P/l tegenover 0,04 mg/l in 2000 en 2001. Dat is een verdubbeling ten opzichte van het jaar daarvoor. Met name in het Veluwemeer is de totaal-fosfaat verhoging in 2002 waargenomen. Ook in sommige andere meren, met name het Wolderwijd en Eemmeer, waren de concentraties in 2002 veel hoger dan in 2001.

2.5.2 Vergelijking totaal-fosfaat kranswierveld en vaargeul

Vergelijking van totaal-fosfaat in de vaargeul en het kranswierveld verschilt voor het Wolderwijd en Veluwemeer nauwelijks (tabel 2.1).

Tabel 2.1

Vergelijking waarden nutriënten in de vaargeul en in het kranswierveld in 2001 in het Wolderwijd en Veluwemeer.

Gegevens nutriënten 2001

(mg/l)	Wolderwijd vaargeul	Wolderwijd kranswierveld	Veluwemeer vaargeul	Veluwemeer kranswierveld
Totaal-P	0,03	0,03	0,04	0,05
Totaal-N	1,4	0,97	1,86	1,94
PO ₄ -P	0,01	0,005	0,01	0,01
NH ₄ -N	0,07	0,06	0,08	0,05
NO ₂ NO ₃ -N	0,64	0,23	0,66	0,2

2.5.3 Totaal-stikstof

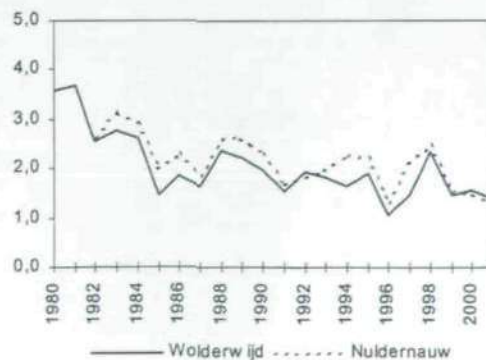
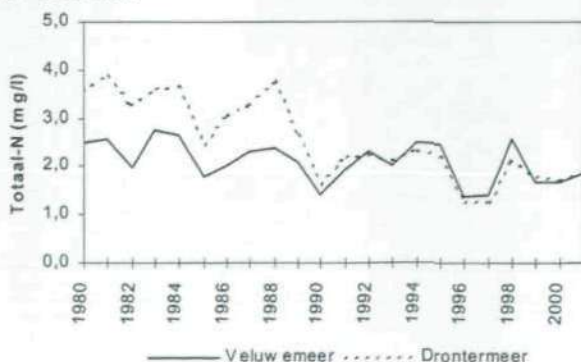
De totaal-stikstof gehalten van 2001 zijn voor het Veluwemeer en Drontermeer toegenomen ten opzichte van 2000 (zie figuur 2.7). Voor het Wolderwijd en Nulder Nauw is het totaal-stikstof juist iets afgenomen. De totaal-stikstof concentratie ligt voor alle meren onder de MTR-waarde (Maximaal Toelaatbaar Risico) van 2,2 mg N/l. Door de jaren heen is voor het totaal-stikstof gehalte van alle meren een iets dalende lijn te zien.

2.5.4 Vergelijking totaal-stikstof kranswierveld en vaargeul

De totaal-stikstof concentratie in het Wolderwijd is in de vaargeul hoger (1,4 mg N/l) dan in het kranswierveld (0,97 mg N/l). Terwijl in het Veluwemeer in het kranswierveld een hogere concentratie (1,94 mg N/l) totaal-stikstof is dan in de vaargeul (1,86 mg N/l) (tabel 2.1).

Figuur 2.7

Zomerhalfjaargemiddelde (april t/m sept.) totaal-stikstof concentraties in de Veluwerandmeren vanaf 1980-2001.



2.5.5 Ortho-fosfaat

De zomergemiddelde ortho-fosfaat concentratie is in 2001 ten opzichte van 2000 in het Wolderwijd toegenomen, in het Nulderneauw en Drontermeer iets afgenomen en in het Veluwemeer gelijk gebleven (figuur 2.8).

2.5.6 Vergelijking ortho-fosfaat kranswierveld en vaargeul

Vergelijking van de gehalten bij de meetpunten in het kranswierveld en in de vaargeul, laat voor de meetpunten in het Veluwemeer gelijke waarden zien. Terwijl in het Wolderwijd in het kranswierveld een lager gehalte aan ortho-fosfaat is te zien (tabel 2.1 zie blz. 15).

2.5.7 Ammonium

De zomergemiddelde ammoniumconcentratie in het Veluwemeer, Wolderwijd is ten opzichte van 2000 toegenomen (figuur 2.8). In het Nulderneauw is een forse stijging te zien. In het Drontermeer is het zomergemiddelde ammoniumgehalte nagenoeg gelijk gebleven.

2.5.8 Vergelijking ammonium kranswierveld en vaargeul

Vergelijking van de gehalten bij de meetpunten in de vaargeul en kranswierveld, laat voor Veluwemeer en Wolderwijd een lager ammoniumgehalte in het kranswierveld zien (tabel 2.1 zie blz. 15).

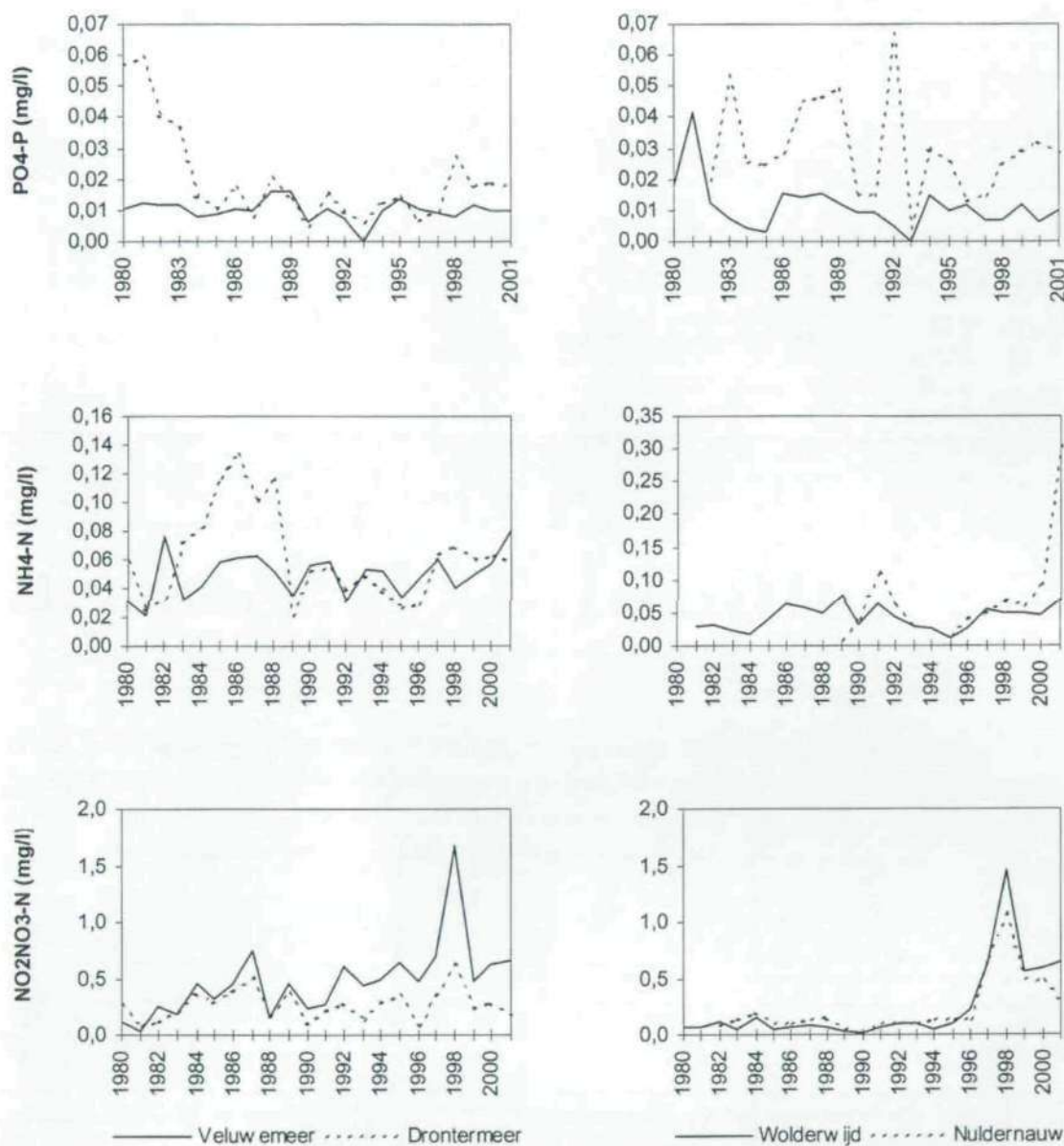
2.5.9 Nitriet-nitraat

De zomergemiddelde nitriet-nitraatconcentraties zijn in het Nulderneauw en Drontermeer afgenomen, terwijl deze in het Veluwemeer en Wolderwijd zijn toegenomen (figuur 2.8).

2.5.10 Vergelijking nitriet-nitraat kranswierveld en vaargeul

De vergelijking van nitriet-nitraatconcentraties in het kranswierveld en vaargeul geeft lagere concentraties in het kranswierveld (tabel 2.1 zie blz. 15).

Figuur 2.8
Zomerhalfjaargemiddelden (april t/m sept.)
opgelost-fosfaat en -stikstof concentraties
in de Veluwerandmeren vanaf 1980-2001.

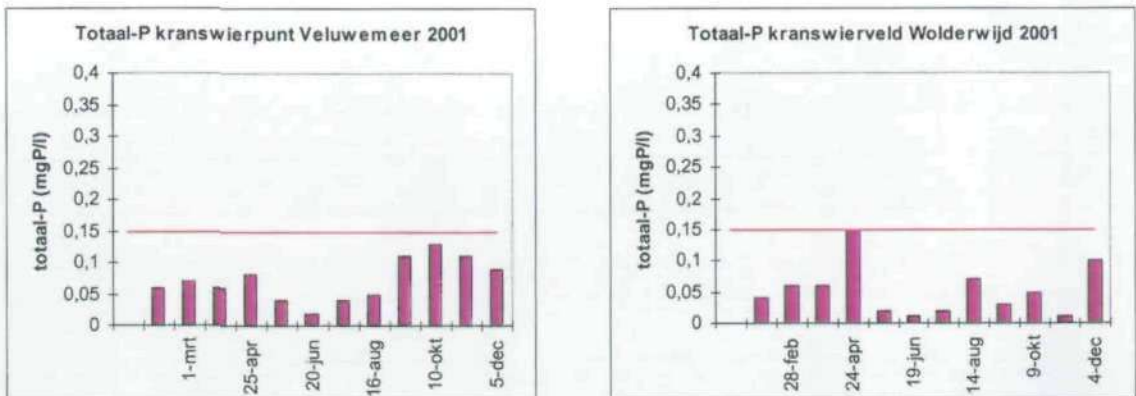


2.5.11 Nutriënten kranswerveld Veluwemeer en Wolderwijd

In figuur 2.9 zijn de totaal-fosfaat gehalten van de kranswerveld punten in het Veluwemeer en Wolderwijd in het jaar 2001 weergegeven. De totaal-P concentraties in het kranswerveld in het Veluwemeer zijn meestal hoger dan in het Wolderwijd. Met name in de maanden september tot en met november. In januari zijn er geen totaal-P metingen uitgevoerd.

Figuur 2.9

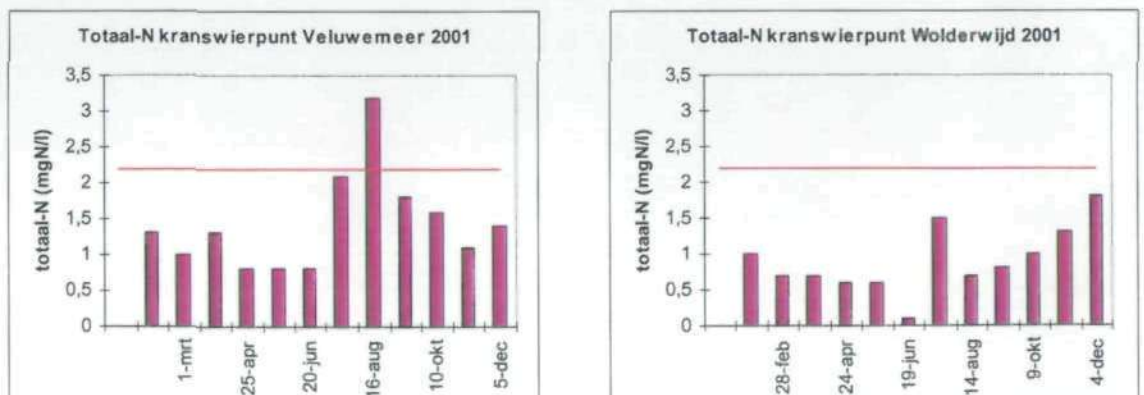
Totaal-P van kranswerveldpunt in het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het jaar 2001. De rode lijn is de Maximaal Toelaatbare Waarde (MTR).



In figuur 2.10 zijn de totaal-stikstof gehalten van de kranswerveld punten het Veluwemeer en Wolderwijd in 2001 weergegeven. In augustus is in het Veluwemeer een overschrijding van de MTR te zien. In januari zijn er geen totaal-N metingen uitgevoerd.

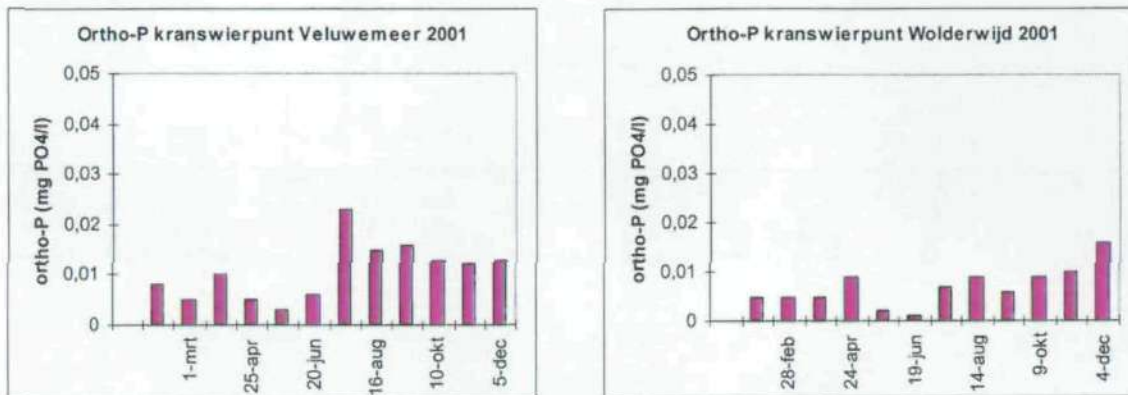
Figuur 2.10

Totaal-N van kranswerveldpunt in het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het jaar 2001. De rode lijn is de Maximaal Toelaatbare Waarde (MTR).



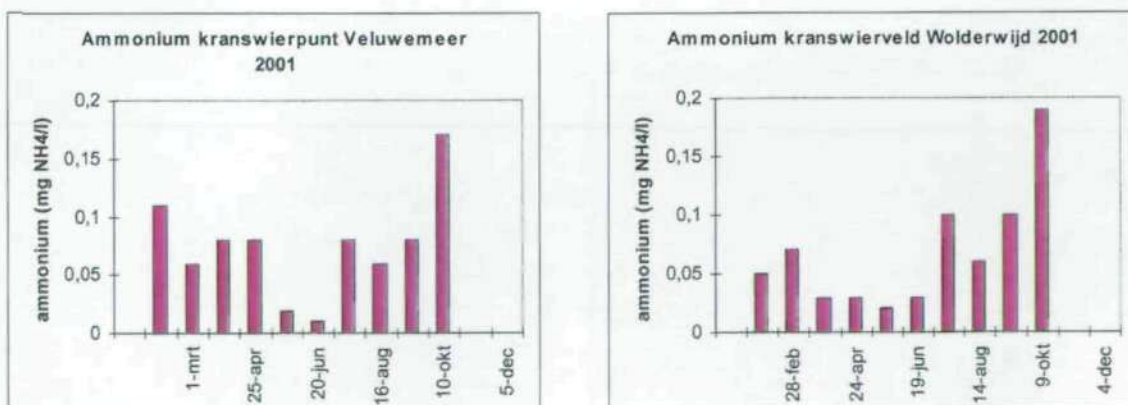
In figuur 2.11 zijn de ortho-fosfaatgehalten van de kranswieveld punten in het Veluwemeer en Wolderwijd in 2001 weergegeven. De concentraties ortho-P van de kranswievelden in het Veluwemeer zijn hoger dan in het Wolderwijd. Er is geen MTR van ortho-fosfaat in de 4^e nota waterhuishouding (Ministerie van Verkeer & Waterstaat *et al.*, 1998) voor oppervlaktewater beschreven. In januari zijn geen ortho-fosfaat metingen uitgevoerd.

Figuur 2.11
Ortho-fosfaat van kranswieveldpunt in het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het jaar 2001.



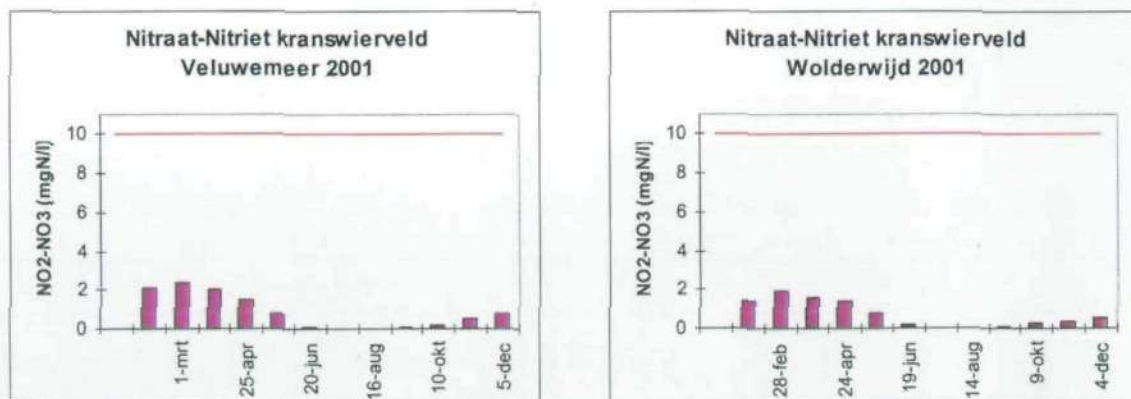
In figuur 2.12 zijn de ammoniumgehalten van de kranswieveldpunten in het Veluwemeer en Wolderwijd in 2001 weergegeven. Er is voor beide meren een piek te zien in oktober en een dal in mei/juni. Ook van ammonium is in de 4^e nota waterhuishouding geen norm beschreven voor oppervlaktewater. Er zijn in januari geen ammonium metingen uitgevoerd.

Figuur 2.12
Ammonium van kranswieveldpunt in het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het jaar 2001.



In figuur 2.13 zijn de nitraat-nitriet concentraties van de kranswerveld punten in het Veluwemeer en Wolderwijd in 2001 weergegeven. Deze gehalten zijn vooral in het begin van het jaar hoger dan in de rest van het jaar. Er zijn in januari geen nitraat-nitriet metingen uitgevoerd. De andere waarden die niet in de grafiek zichtbaar zijn, zijn zo laag dat ze in de grafiek wegvallen.

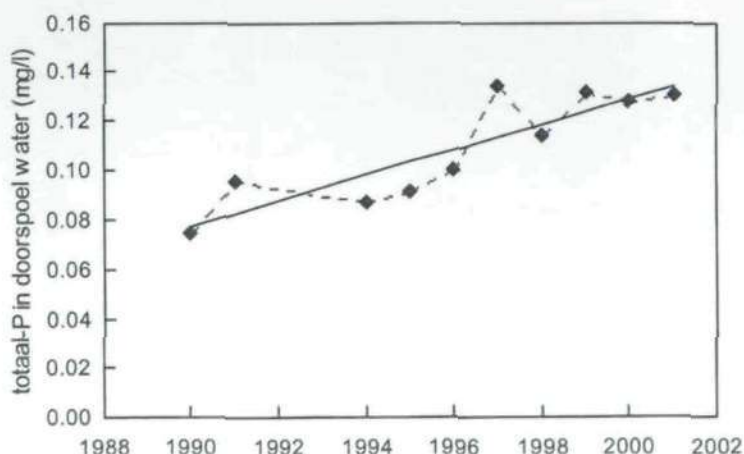
Figuur 2.13
Nitraat-Nitriet van kranswerveldpunt in
het Veluwemeer (DOORNSKWVMDN) en
het Wolderwijd (KRANSWVODLZD) in het
jaar 2001.



2.5.12 Instroom fosfaat bij Gemaal Lovink (R. Portielje, RIZA)

Het herstel van de Veluwerandmeren is mede mogelijk gemaakt door de beschikbaarheid van voldoende polderwater met lage totaal-fosfaat concentraties waarmee de meren doorgespoeld konden worden. In de stabiliteitsstudie is uitgegaan van een fosfaatconcentratie van 0,08 mg P/l (Meijer *et al.*, 1999). Door het hoge debiet (70% van de waterbalans van het Veluwemeer) neemt Lovink daardoor 40% van de fosfaatbelasting van het Veluwemeer voor zijn rekening. Echter, de meetgegevens van Lovink duiden erop dat de fosfaatconcentraties van het polderwater aan het stijgen zijn en niet zo gering ook. De trendlijn over 1990-2000 laat een stijging zien van 0,074 naar 0,138 mg P/l, ofwel een toename met ruim 80% (zie figuur 2.14).

Figuur 2.14
Jaargemiddelde totaal-fosfaat (mg/l) in de
jaren 1990 t/m 2000 in het Veluwemeer.



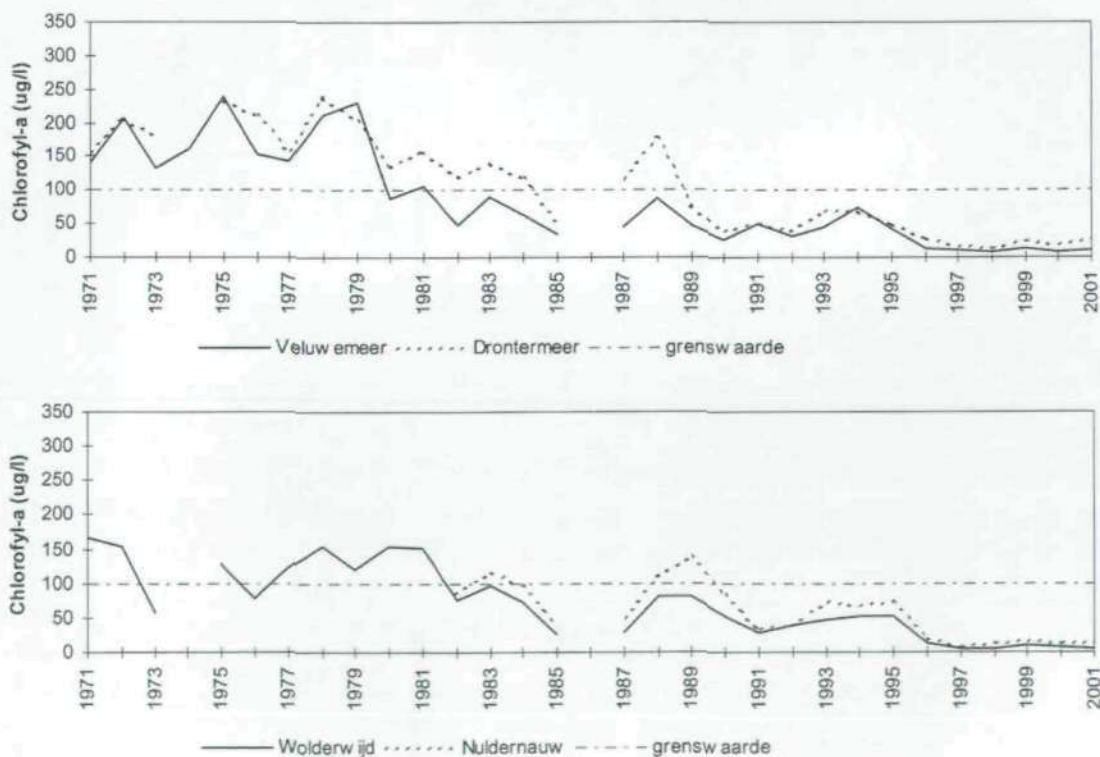
Doorgerekend naar de fosfaatbalans van het Veluwemeer komt dit, bij een gelijkblijvend doorspoeldebiet, neer op een toename van de fosfaatbelasting van het Veluwemeer met ruim 30%, met name over de periode 1994-2000. Ter vergelijking: in de stabiliteitsstudie is uitgegaan van een toename van de fosfaatbelasting met 30% tot 2030, veroorzaakt door een toename van het effluentdebiet van de RWZI Harderwijk en een toename van de belasting vanuit de beken, maar niet vanuit Lovink (Meijer *et al.*, 1999).

Verder redenerend: uit de stabiliteitsstudie bleek dat bij toenemende Chara bedekking de ratio $P_{\text{meer}}/P_{\text{in}}$ afnam tot ca. 0,3-0,4 bij een inwendige bedekking van 30%. Ofwel voor een meerconcentratie van 0,05 mg P/l mag P_{in} maximaal 0,15 mg P/l bedragen, mits deze retentiecapaciteit stabiel blijft. Deze concentratie is nu al zeer dicht benaderd door Lovink, zodat het verdunnend effect t.o.v. de overige bronnen om deze P_{in} niet te verschrijden gering is.

2.6 Chlorofyl-a

De zomerhalfjaargemiddelde chlorofyl-a concentratie is in 2001 in het Veluwemeer, Drontemeer en Nuldernauw gestegen ten opzichte van 2000. Terwijl in het Wolderwijd de concentratie in 2001 is gedaald t.o.v. het voorgaande jaar (zie figuur 2.15). Het Veluwemeer geeft een stijging van 8,9 ug/l naar 11,8 ug/l, het Drontemeer een stijging van 18,6 naar 26 ug/l en het Nuldernauw een stijging van 11,9 naar 12,8 ug/l. Het Wolderwijd heeft een chlorofyl-a concentratie daling van 6,8 naar 4,3 ug/l.

Figuur 2.15
Zomerhalfjaar-
gemiddelde (april t/m
sept.) chlorofyl-a
concentraties in de
Veluwerandmeren
vanaf 1971-2001.



Het verloop van de chlorofyl-a concentraties in het Wolderwijd, Nuldernauw, Veluwemeer en Drontermeer door het jaar heen is als volgt (figuur 2.16). In het Wolderwijd is vanaf januari 2001 een stijging tot maximaal 19 $\mu\text{g/l}$ (in februari), waarna het chlorofyl-a gehalte daalt tot een minimum van 2 $\mu\text{g/l}$ in half juni. Hierna stijgt het langzaam tot een waarde van 6 $\mu\text{g/l}$ in december van 2001.

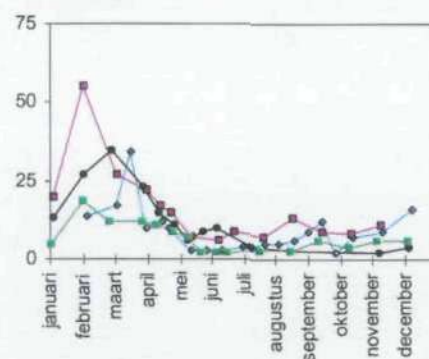
In het Nuldernauw zijn chlorofyl-a gehalten gemeten van de periode eind maart t/m half september 2001. Eind maart begint de maximumwaarde van 28 $\mu\text{g/l}$ waarna er een forse daling tot half mei volgt met een minimum van 1 $\mu\text{g/l}$. Hierna stijgt het gehalte weer tot een waarde van 15 $\mu\text{g/l}$, half augustus, en daalt vervolgens iets tot 13 $\mu\text{g/l}$, half september.

In het Veluwemeer begint er in 2001 vanaf januari tot februari een stijging van 9 $\mu\text{g/l}$ naar 38 $\mu\text{g/l}$. Hierna daalt het chlorofyl-a gehalte na een paar fluctuaties naar een minimum waarde van 2 $\mu\text{g/l}$, half mei. Daarna stijgt het gehalte eerst geleidelijk, maar in september zeer fors tot een maximum waarde van 54 $\mu\text{g/l}$ begin oktober. Daarna is weer een forse daling naar een waarde van 14 $\mu\text{g/l}$ in december.

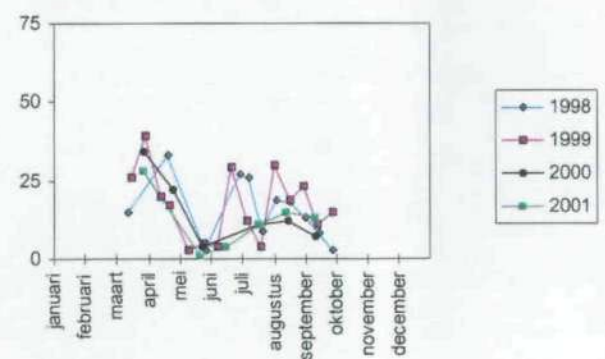
In het Drontermeer zijn in 2001 chlorofyl-a gehalten van de periode eind maart tot half september gemeten. Eind maart is het gehalte 24 $\mu\text{g/l}$, dit blijft stabiel tot half juni (24 $\mu\text{g/l}$). Hierna daalt het gehalte tot een minimum waarde van 13 $\mu\text{g/l}$ half juli, waarna het stijgt tot een maximum chlorofyl-a gehalte van 35 $\mu\text{g/l}$, half september.

Figuur 2.16
Verloop van de
chlorofyl-a concentratie
($\mu\text{g/l}$) in de
Veluwerandmeren in
1998 t/m 2001.

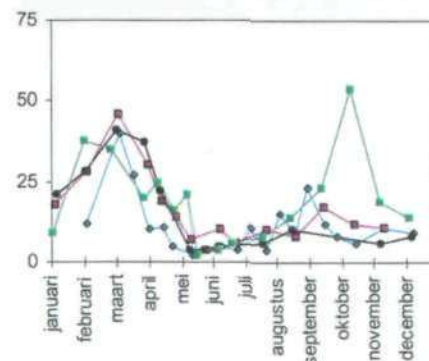
Wolderwijd



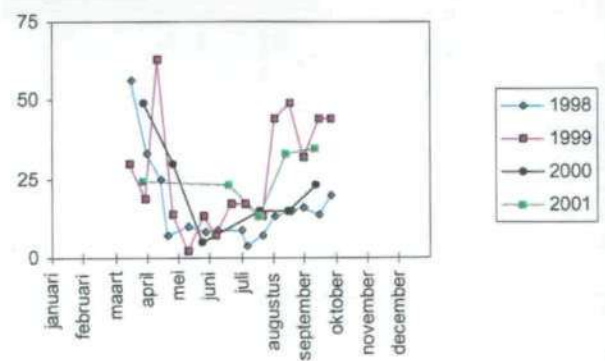
Nuldernauw



Veluwemeer



Drontermeer



2.6.1 Vergelijking chlorofyl-a kranswerveld en vaargeul

Vergelijking van de chlorofyl-a gehalten in de meetpunten boven de kranswervelden en bij de meetpunten in de vaargeul laat zien, dat in de vaargeul van het Wolderwijd het chlorofyl-a gehalte hoger is dan in het kranswerveld. Terwijl in de vaargeul van het Veluwemeer het gehalte lager is dan in het kranswerveld (tabel 2.2).

Tabel 2.2

Vergelijking zomergemiddelde waarden chlorofyl-a in de vaargeul en in het kranswerveld in 2001.

Gegevens 2001

	Wolderwijd	Wolderwijd	Veluwemeer	Veluwemeer
(µg/l)	vaargeul	kranswerveld	vaargeul	kranswerveld
chl-a	4,25	2	11,8	15,8

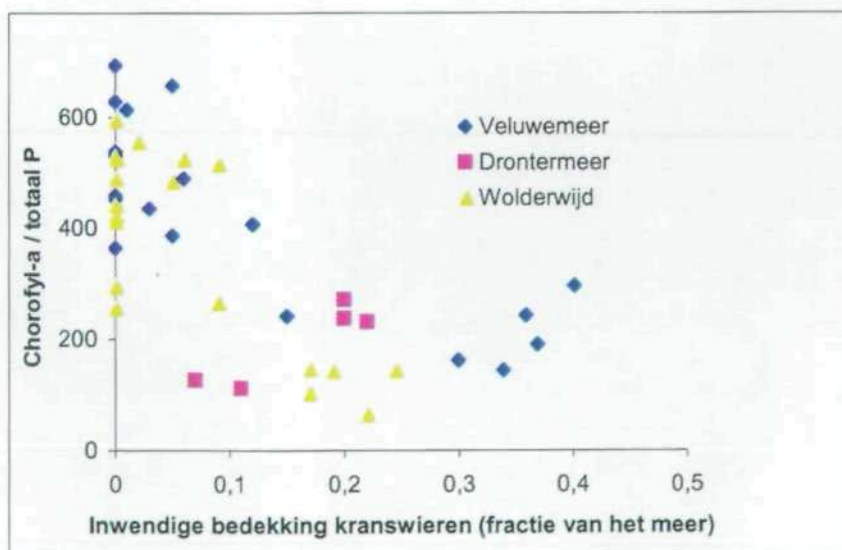
2.7 Nutriëntenbeperking van de algengroei

Figuur 2.17 geeft de verhouding chlorofyl-a gehalte (in µg/l) en totaal-fosfaat, tegen de inwendige kranswierbedekking in % weer in het Veluwemeer, Drontermeer en Wolderwijd. Door de komst van de kranswieren is de mate van nutriëntenbeperking voor de groei van algen (de verhouding tussen de hoeveelheid chlorofyl-a en fosfaat) afgenomen. Daarnaast kan concurrentie tussen algen en waterplanten de oorzaak zijn voor de afname van de hoeveelheid chlorofyl-a (algen). De situatie in 2000 en 2001 in het Veluwemeer wijkt enigszins af van de algemene relatie. Bij hoge kranswierbedekking was er relatief veel chlorofyl-a.

De punten van het Drontermeer passen niet in de verwachte relatie omdat de jaren met de laagste chlorofylgehalten ook de laagste kranswierbedekking hadden. Volgens dhr. Kampen (werkzaam bij AquaTerra Water en Bodem B.V.) kan dit verklaard worden door de hoge draadalgenbedekking in het Drontermeer, met name in het najaar. Deze is niet gemeten. Een probleem is dat de draadalgen moeilijk te meten zijn omdat ze in een korte periode een hoge verspreiding hebben. Volgens dhr. Kampen is de trend van draadalgen stijgend.

Figuur 2.17

Chlorofyl-a / totaal P verhouding in relatie tot de inwendige bedekking van kranswieren in het Veluwemeer, Wolderwijd-Nuldernauw en het Drontermeer. Opmerking bij grafiek: Inwendige bedekking Kranswieren voor 2001 zijn berekend met de waarden uit rapport 'Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2001'. Opmerking bij grafiek: Inwendige bedekking Kranswieren voor 2001 zijn berekend met de waarden uit rapport 'Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2001'.



Uitkomsten van de BEWIJS Workshop (van 24 oktober 2002):

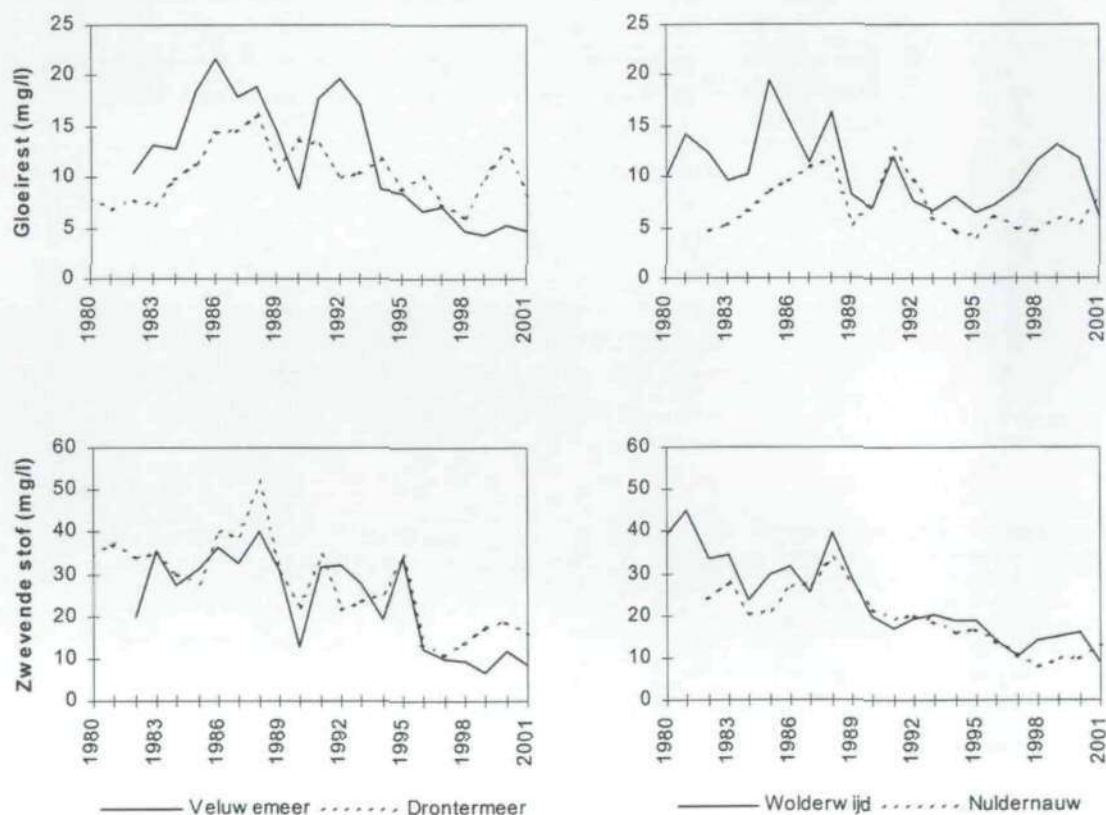
In 2000 en 2001 wijkt de verhouding inwendige bedekking van kranswieren en chlorofylgehalte af van de algemene relatie. Bij hoge kranswierbedekking was er relatief veel chlorofyl in het systeem. Nu het vervolg bekend is, namelijk de terugval in kranswierbedekking in 2002, kunnen we ons afvragen of de afwijkende relatie chlorofyl-a kranswierbedekking in 2000 en 2001 als voorbode beschouwd kan worden.

2.8 zwevend stof en gloeirest

Het gloeirest gehalte in 2001 is in het Veluwemeer, Drontermeer en Wolderwijd lager dan in 2000. In het Nuldernauw is het gloeirest gehalte juist hoger dan in 2000 (zie figuur 2.18).

Tevens is het zwevend stof gehalte in 2001 in het Veluwemeer, Drontermeer en Wolderwijd lager dan in 2000. In het Nuldernauw is het zwevend stof gehalte juist hoger dan in 2000 (zie figuur 2.18).

Figuur 2.18
Zomerhalfjaargemiddelde (april t/m sept.)
zwevend stof en gloeirest concentraties in
de Veluwerandmeren in de periode 1980-
2001.



2.9 Conclusies

2.9.1 Doorzicht en chlorofyl-a

Op een aantal parameters is een lichte achteruitgang in de waterkwaliteit van de veluwerandmeren te constateren. Dit betreft vooral het doorzicht en chlorofyl-a. Meestal is de periode half april t/m juni in het Veluwemeer een heldere periode terwijl dit in 2001 niet het geval is. Dit duidt op een instabiel verloop van doorzicht. Echter als dit vergeleken wordt met chlorofyl-a concentraties in dezelfde periode (figuur 2.2 en 2.10), is het lage doorzicht niet te wijten aan algen maar aan zwevend stof. De chlorofylgehalten in 2001 zijn niet zo laag, als op grond van de hoge inwendige kranswierbedekking van 40% had mogen worden verwacht.

2.9.2 Totaal-fosfaat en totaal-stikstof

De totaal-fosfaat en totaal-stikstof gehalten zijn iets afgenomen in het Wolderwijd/Nuldernauw, maar iets toegenomen in het Veluwemeer/Drontermeer. In 2001 is er ook relatief veel gebiedsvreemd water naar het Veluwemeer gegaan door intensievere regenval. Hierdoor kan ook meer nutriëntenbelasting zijn geweest (uitspraak in BEWIJS Workshop van 24 oktober 2002).

2.9.3 Zwevend stof en gloeirest

Zwevend stof en gloeirest zijn over het algemeen afgenomen. Deze parameters geven nog geen directe indicatie dat de waterkwaliteit trendmatig afneemt, al lijken de ontwikkelingen in 2002 betreffende met name het doorzicht wel in deze richting te wijzen. In 2002 is het doorzicht in het Veluwemeer aanzienlijk gedaald tot ongeveer 50 cm, dit zou te maken kunnen hebben met de werkzaamheden bij het Aquaduct. De combinatie chlorofyl-a en kranswieren geeft mogelijk wel een indicatie over de veranderende situatie – bij een hoge kranswierbedekking was eveneens sprake van relatief veel chlorofyl-a.

2.9.4 Fosfaat bij Gemaal Lovink

De toename van fosfaatgehalte van het uitslagwater van gemaal Lovink is per jaar gemiddeld 8% van 1990-2000. Deze stijging heeft vermoedelijk te maken met het bereiken van een verzadigingspunt van de bodem in de Flevopolders na 30 jaar bemesten. Na overleg met het Waterschap Zuiderzeeland blijkt het waterhuishoudingregiem in de polder te zijn veranderd waardoor minder schoon water in Gemaal Lovink wordt afgevoerd. De effecten van de verhoogde fosfaatconcentratie raken als eerste het Veluwemeer. In de stabiliteitsstudie is met zo'n snelle stijging geen rekening gehouden (Meijer *et al.*, 1999). Bij gelijkblijvend kranswierareaal zou de stabiliteit van de watersystemen nog juist gewaarborgd zijn. Nu echter dit areaal afneemt is een terugval naar de troebele toestand een reëel gevaar. Het water van gemaal Lovink verspreidt zich ongeveer voor de helft naar het noorden en voor de helft naar het zuiden. Het totaal-fosfaat gehalte van het uitslagwater is nu 0,15 mg/l. Dit is de waarde die in eerdere scenario's pas in 2030 zou optreden. Het uitslagwater is tevens rijk aan ijzer en aan kalk. Daardoor slaat ijzer neer en komt P vrij.

Met huidige informatie kan worden overwogen de gewenste doorspoeling vanuit gemaal Lovink opnieuw te berekenen.

3 Fytoplankton en Zoöplankton in het Wolderwijd en Veluwemeer

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkelingen van fyto- en zoöplankton uit het meetjaar 2001. De aan deze gegevens ten grondslag liggende analyses van fyto- en zoöplanktonmonsters zijn uitgevoerd door de afdeling IMLB van het RIZA, in het kader van het biologisch programma van de MWTL. Het betreft de tijdreeksen voor de hoofdpunten in het Veluwemeer (VELWMDN) en het Wolderwijd (WOLDWMDN). Zie literatuur Bijkerk 2002.

Begonnen wordt met een bespreking van fytoplankton waarbij ingegaan wordt op de dichtheden en ontwikkelingen van biomassa in de meren. Daarna wordt ingegaan op de ontwikkelingen van zoöplankton. Om het ecologisch functioneren van het systeem te beoordelen wordt hierna ingegaan op de relatie tussen fytoplankton en nutriënten en zoöplankton (Wolfstein, 2003). Tot slot wordt een conclusie getrokken.

3.2 Fytoplankton

De fytoplanktongegevens betreffen de jaren 1975 tot en met 2001 van de punten VELWMDN en WOLDWMDN en worden afgebeeld in de figuren 3.1 tot en met 3.6 (Bijkerk, 2002).

3.2.1 Dichtheid fytoplankton in Veluwemeer (geul)

De totale fytoplanktondichtheid was in 2001 gemiddeld weer 85% hoger dan het vorige jaar (figuur 3.1). In 2000 werd eveneens een sterke stijging (100%) ten opzichte van 1999 vastgesteld. In 2000 vertoonde de groep kleine chroococcale blauwalgen de sterkste stijging, in 2001 is dat de groep overige algen, met name de groep 'µ-algen' (niet gedetermineerde kleine, ronde of ovale bolletjes), ofschoon ook binnen andere algengroepen een stijging is waargenomen. De dichtheid van de groep overige is gemiddeld een factor 4,1 hoger dan in 2000, de dichtheid van kleine blauwalgen een factor 2,4 en de dichtheid van groenwieren een factor 1,4. Alleen van de groep kiezelalgen is de gemiddelde dichtheid over 2001 licht afgenomen ten opzichte van 2000.

Evenals in het vorige jaar werd in 2001 een kortstondige voorjaarspiek van de diatomee *Diatoma tenuis* waargenomen, met een maximum van 8477 cellen per ml op 27 februari. In de periode 1995-1999 bleef deze voorjaarspiek achterwege. Talrijker in het vroege voorjaar dan eerder in het recente verleden, waren kleine niet verder gedetermineerde groenwieren uit de orde Chlorococcales. Evenals in de voorgaande vier jaren is *Planktothrix agardhii* in 2001 in geen van de tellingen aangetroffen evenmin als de soort *Aphanizomenon flos-aquae*. De

dichtheid van blauwalgen uit de orde Chroococcales was gemiddeld wat hoger dan in 2001. Opvallend hoog in 2001 was de dichtheid van zogenaamde μ -algen.

3.2.2 Dichtheid fytoplankton in Wolderwijd (geul)

De totale fytoplanktendichtheid was in 2001 gemiddeld 65% hoger dan in 2000 en daarmee, evenals vorig jaar, minder sterk verhoogd dan in het Veluwemeer (figuur 3.2). Vooral van de groep kleine chroococcale blauwalgen was de dichtheid in het Wolderwijd in 2001 veel lager dan in het Veluwemeer. Overeenkomstig aan de ontwikkeling in het Veluwemeer was de afname van de gemiddelde dichtheid van kiezelalgen (halvering) en de toename van de gemiddelde dichtheid van μ -algen (factor 3,0) en blauw- en groenalgen (factor 1,5 à 1,7).

In het Wolderwijd werd slechts een geringe voorjaarspiek van *Diatoma tenuis* gezien, maar een hoge voorjaarspiek van groenalgen, op 27 maart. Deze piek bestond voor het grootste deel uit niet nader gedetermineerde Chlorococcales en verder uit *Gloeactinium europaeum*, *Dichotomococcus curvatus* en *Monoraphidium contortum*. In de monsters van het Wolderwijd is in 2001 slechts een keer één individu gezien uit de categorie *Planktothrix agardhii* / *Aphanizomenon flos-aquae*.

3.2.3 Biovolume fytoplankton hoofdgroepen in Veluwemeer

Het meest opvallende verschil tussen 2001 en voorgaande jaren was het hoge biovolume van de groep overige algen, voornamelijk door de toename van μ -algen (figuur 3.3). Tenzij de telmethode is veranderd is de dichtheidstoename van μ -algen reëel, maar zou de biovolume-toename overschat kunnen zijn. Immers, voor de biovolumeschatting wordt uitgegaan van een bol met een gemiddelde diameter van 7 μm , omdat niet-determineerbare algen kleiner dan 5 μm volgens de RIZA-voorschriften niet werden geteld. Indien deze tegenwoordig wel worden geteld zou het gemiddelde biovolume een factor drie tot tien lager kunnen zijn. Een vergelijking met het gemeten chlorofyl-a-gehalte zou wat dit betreft een nuttige indicatie kunnen geven.

3.2.4 Biovolume fytoplanktonhoofdgroepen in Wolderwijd

De ontwikkeling van het totale fytoplanktonbiovolume in het Wolderwijd vertoont een zelfde beeld als in het Veluwemeer met een sterke stijging in de groep μ -algen (overige algen) (figuur 3.4).

3.2.5 Biovolume per blauwalggroep in Veluwemeer (geul)

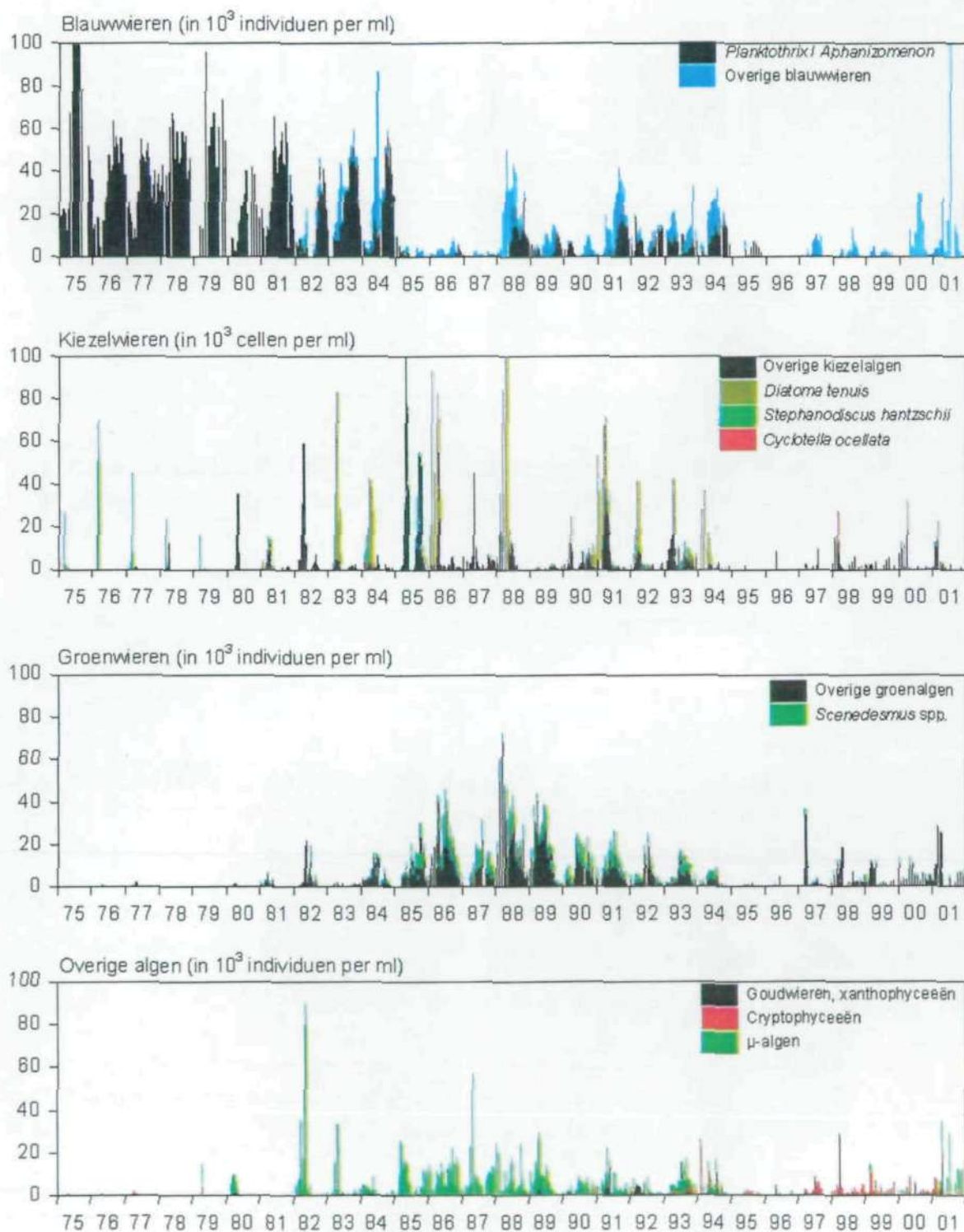
Figuur 3.5 toont een voortzetting van het gereduceerde biovolume van *Planktothrix/Aphanizomenon*. De potentiële drijfvaagvormers *Microcystis* en *Anabaena* werden minder vaak gezien dan in 1997-2000 en de waargenomen maximale hoeveelheid was niet hoog. Het biovolume van overige blauwalgen was in de zomer van 2001 duidelijk hoger dan in 2000.

3.2.6 Biovolume per blauwalggroep in Wolderwijd (geul)

De biovolumebijdrage van *Planktothrix/Aphanizomenon* in het Wolderwijd was ook in het jaar 2001 nihil (figuur 3.6). Het totale

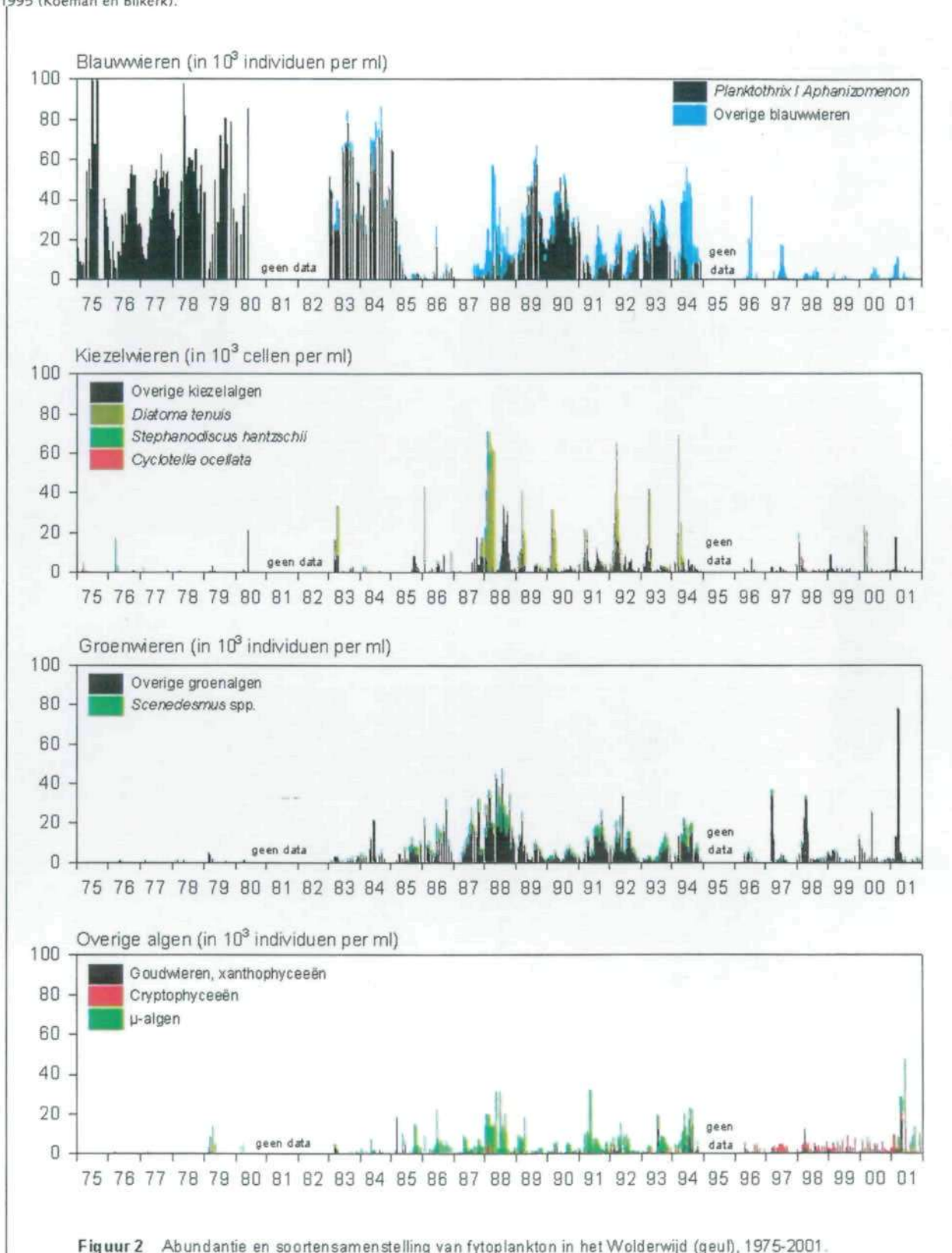
biovolume van de andere drie onderscheiden blauwalggroepen was in 2001 gemiddeld lager dan in 2000, alleen *Microcystis* kwam in grotere hoeveelheden voor dan in 2000. Een omvangrijke *Anabaena*-bloei zoals in het voorjaar van 1999 en de nazomers van 1988-1994, werd in 2001 niet waargenomen.

Figuur 3.1
Abundantie en soortensamenstelling van
fytoplankton in het Veluwemeer
(VELWMMDN) vaargeul van 1975 tot
2001 (Koeman en Bijkerk).

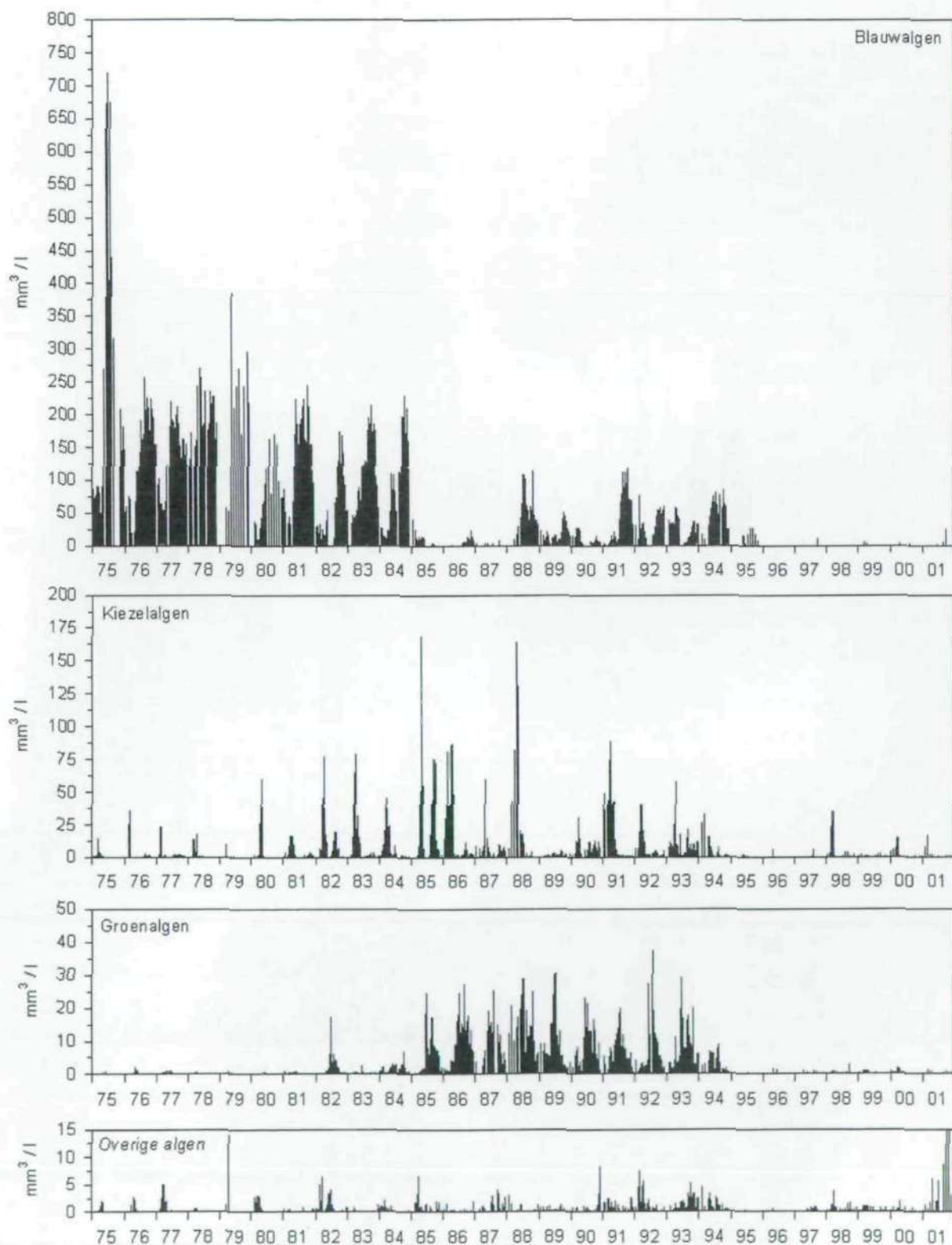


Figuur 1 Abundantie en soortensamenstelling van fytoplankton in het Veluwemeer (geul), 1975-2001.

Figuur 3.2
Abundantie en soortensamenstelling van
fytoplankton in het Wolderwijd
(WOLDWMDN) vaargeul van 1975 tot
2001. Geen data uit tweede helft 1980-
1982 en uit 1995 (Koeman en Biikerk).



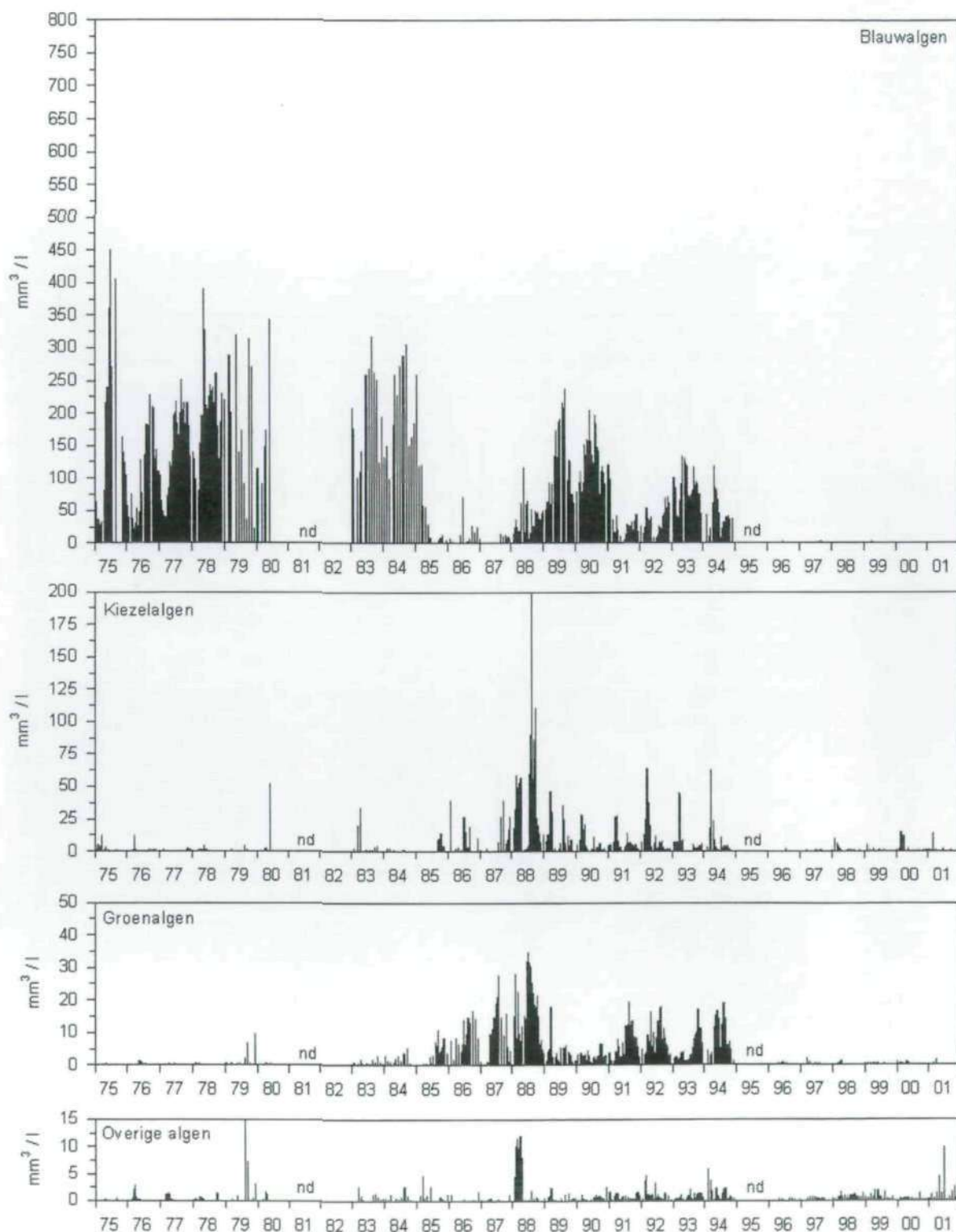
Figuur 3.3
 Biovolume per hoofdgroep van
 fytoplankton in het Veluwemeer
 (VELWMDN) vaargeul van 1975-2001
 (Koeman en Bijkerk).



Figuur 7 Biovolume van fytoplankton per hoofdgroep in het Veluwemeer (geul) in 1975-2001.

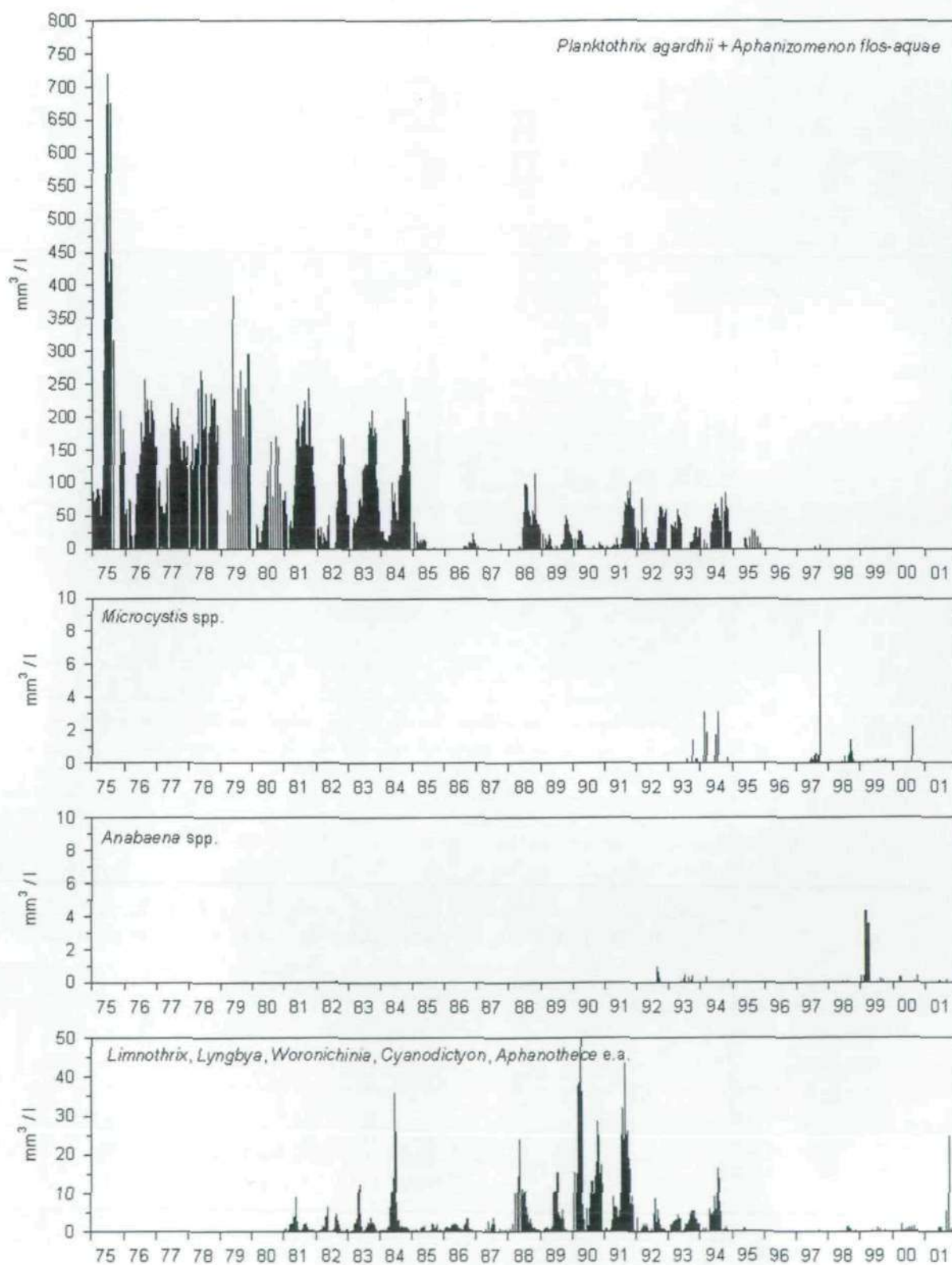
Figuur 3.4

Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Wolderwijd (WOLDWMDN) vaargeul van 1975-2001. Geen data uit tweede helft 1980-1982 en uit 1995 (Koeman en Bijkerk).



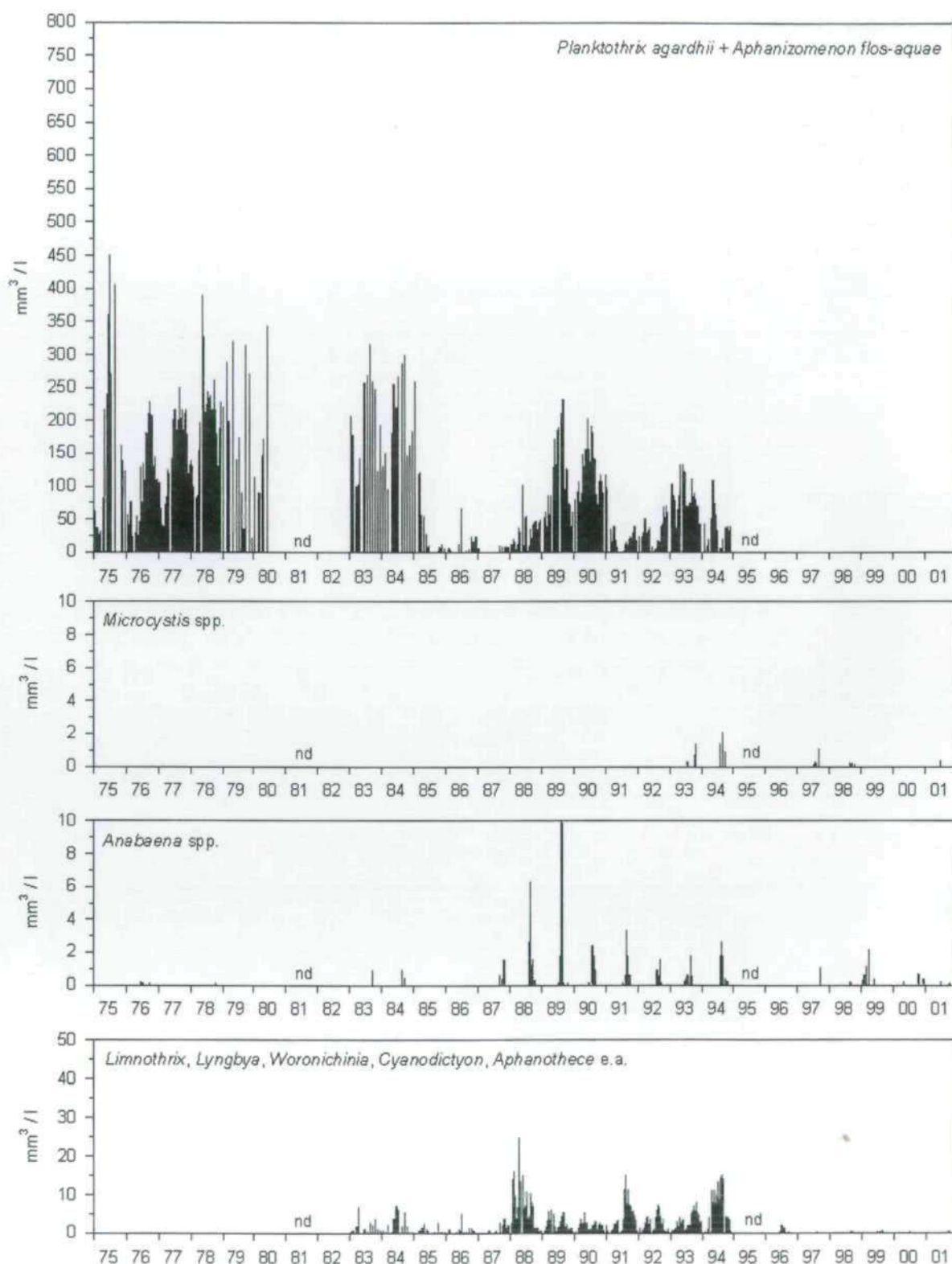
Figuur 10 Biovolume van fytoplankton per hoofdgroep in het Wolderwijd (geul) in 1975-2001.
nd = geen data

Figuur 3.5
Biovolume en soortensamenstelling van
blauwalgen in het Veluwemeer
(VELWMDN) vaargeul van 1975-2001
(Koeman en Bijkerk).



Figuur 8 Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Veluwemeer (geul) in 1975-2001.

Figuur 3.6
 Biovolume en soortensamenstelling van
 blauwalgen in het Wolderwijd
 (WOLDWMDN) vaargeul van 1975-2001.
 Geen data uit tweede helft 1980-1982 en
 1995.



Figuur 11 Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Wolderwijd (geul) in 1975-2001.
 nd = geen data

3.3 Zoöplankton

De gegevens van zoöplankton betreffen de jaren 1989 tot en met 2001 van de punten VELWMDN en WOLDWMDN en zijn afgebeeld in figuur 3.7 en 3.8.

3.3.1 Dichtheid zoöplankton in Veluwemeer (geul)

De voorjaarspiek van watervlooien was in 2001 lager dan in 2000, door de geringe dichtheid van *Bosmina*, maar de voorjaarspiek van *Daphnia* was iets hoger dan het gemiddelde van de afgelopen tien jaar (figuur 3.7). In de tweede helft van 2001 zijn relatief weinig watervlooien aangetroffen. Wat de andere zoöplanktongroepen betreft was de relatief hoge voorjaarspiek van raderdieren in 2001 het meest opvallend.

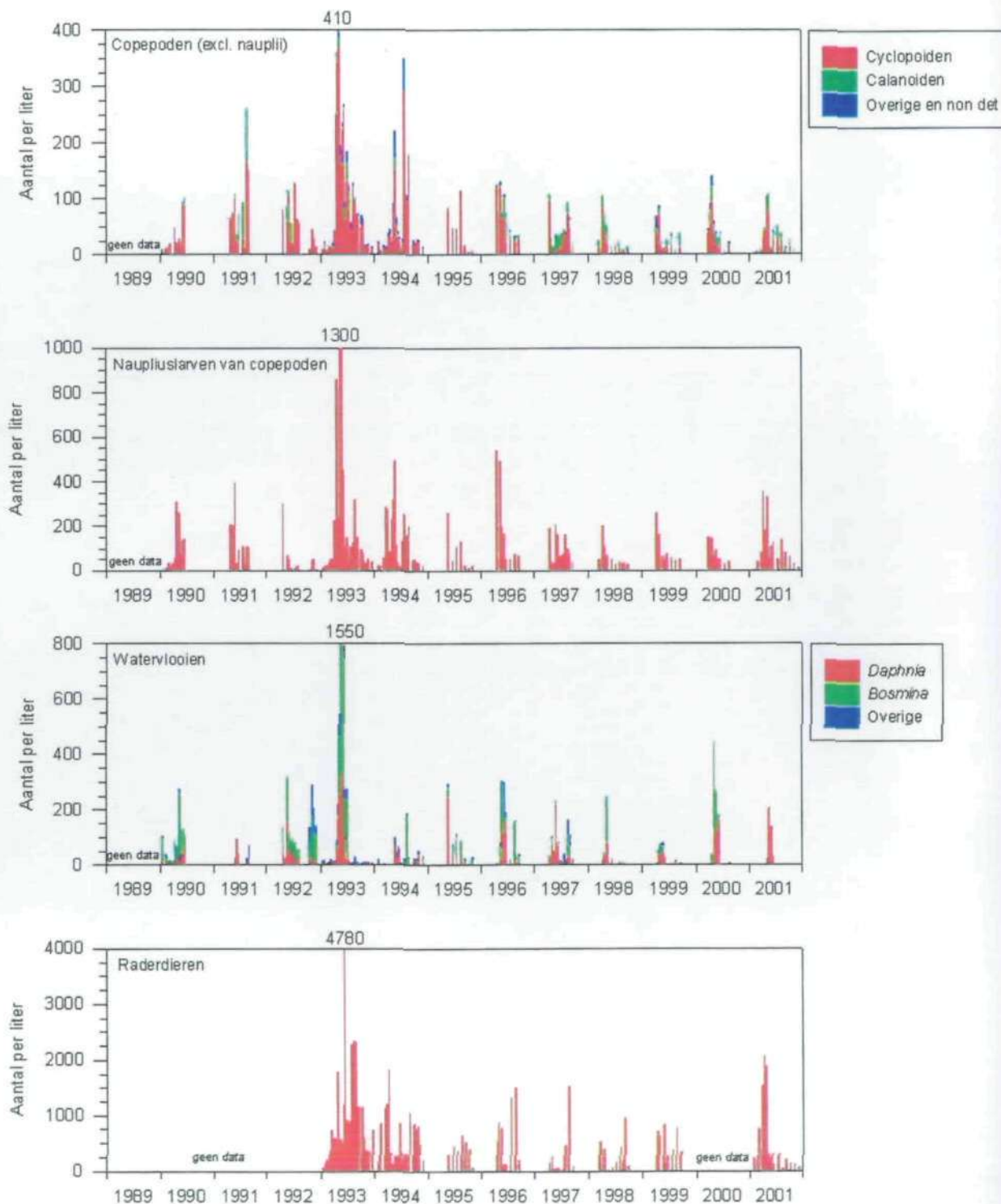
3.3.2 Dichtheid zoöplankton in Wolderwijd (geul)

Evenals in het Veluwemeer was de dichtheid van *Bosmina* in 2001 opvallend laag, in vergelijking met voorgaande jaren (figuur 3.8). Daarentegen was de voorjaarspiek van *Daphnia* weer overeenkomstig hoog als in 1999, in 2000 ontbrak deze groep vrijwel volledig.

Er werden vrijwel geen *Daphnia*'s gezien (maximale 5 per liter tegen 106 per liter in 1999). Het geslacht *Bosmina* toonde wel gebruikelijke dichtheden, echter met een uitschieter van 746 dieren per liter in mei. De dichtheden van copepoden en nauplii waren in 2000 gemiddeld aan de lage kant. Ook in het Wolderwijd trad in 2001 een opvallend hoge voorjaarspiek van raderdieren op.

Figuur 3.7

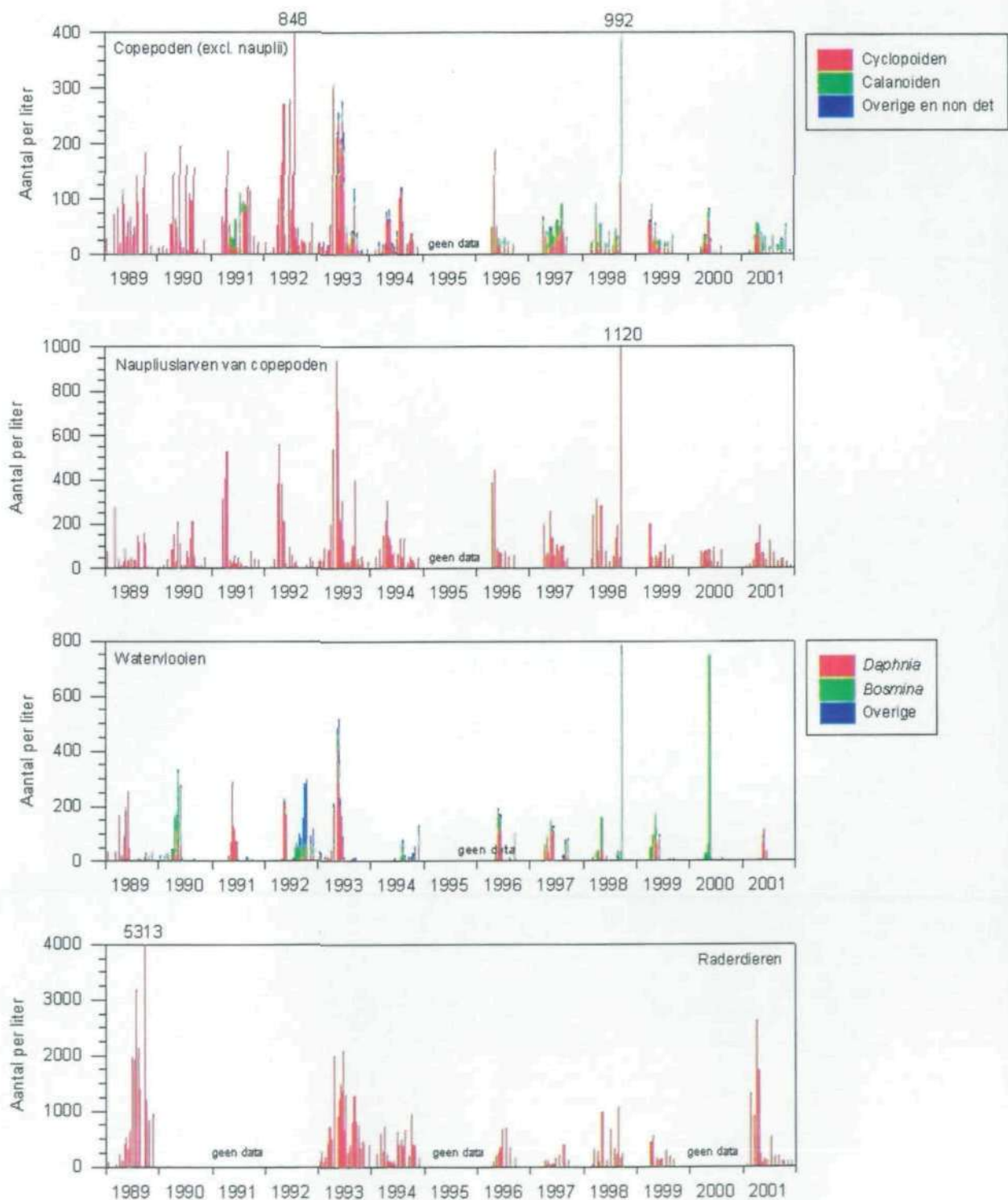
Soortensamenstelling en abundantie van zoöplankton in het Veluwemeer (VELWMDN) vaargeul, 1989-2001. Geen data beschikbaar uit 1989 en voor raderdieren evenmin uit 1990-92 en 2000. Voor de meeste jaren geen data uit de wintermaanden (Koeman en Bijkerk).



Figuur 3 Soortensamenstelling en abundantie van zoöplankton in het Veluwemeer (geul), 1989-2001.

Figuur 3.8

Soortensamenstelling en abundantie van zoöplankton in het Wolderwijd (vaargeul), 1989-2001. Geen data beschikbaar uit 1995 en voor raderdieren evenmin uit 1990-92 en 2000. Voor de meeste jaren geen data uit de wintermaanden.



Figuur 4 Soortensamenstelling en abundantie van zoöplankton in het Wolderwijd (geul), 1989-2001.

3.4 Relatie fytoplankton met nutriënten en zoöplankton (K. Wolfstein, RIZA)

3.4.1 Inleiding

De biomassa en soortensamenstelling van het fytoplankton in watersystemen wordt niet alleen door de hoeveelheid nutriënten gecontroleerd maar ook door de graasdruk van zoöplankton. Omgekeerd is de hoeveelheid zoöplankton ook afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid. Om het ecologisch functioneren van het systeem te kunnen beoordelen, is het belangrijk om, behalve naar de relatie nutriënten - fytoplankton ook naar de relatie tussen fyto- en zoöplankton te kijken.

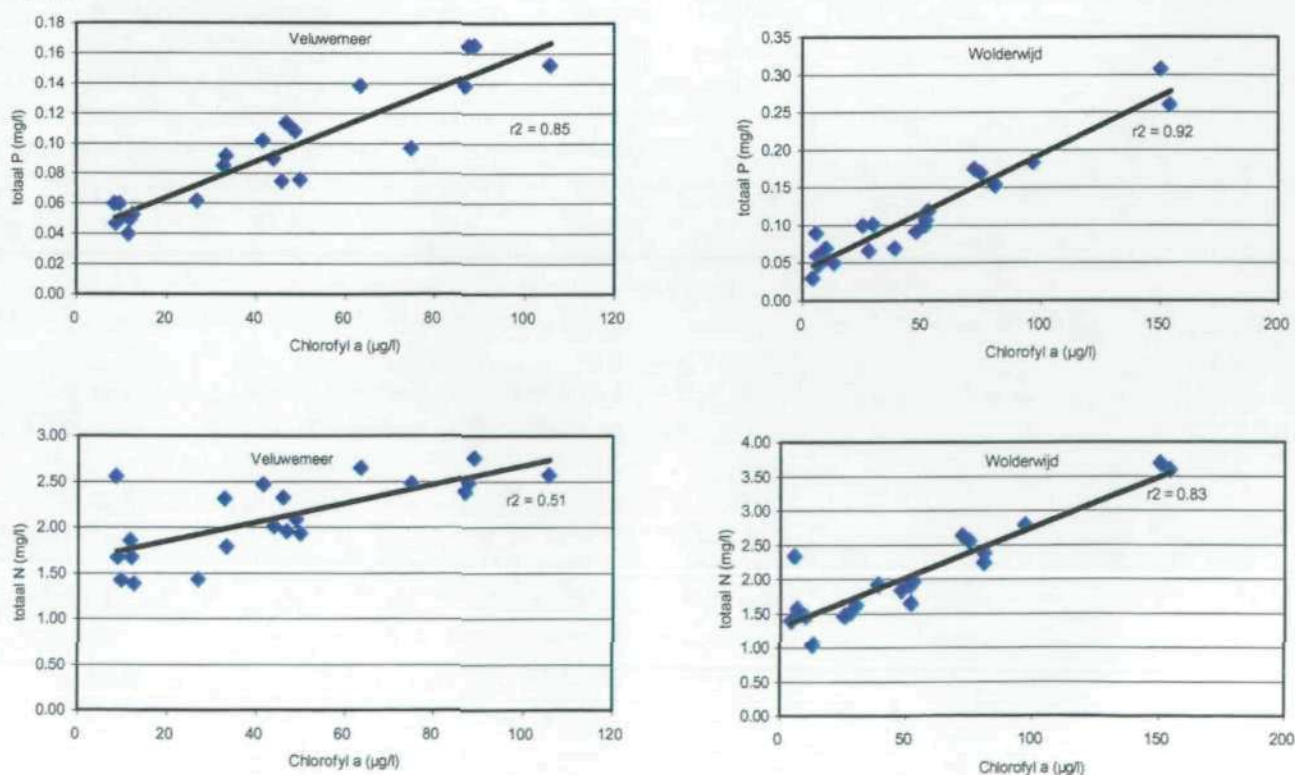
In de volgende paragrafen wordt de relatie fytoplankton (met chlorofyl-a en het biovolume van enkele algengroepen als parameter voor de algenbiomassa) met nutriëntengehaltes met het zoöplankton van het Veluwemeer en het Wolderwijd geanalyseerd. Daarbij worden waarden gebruikt die bij de meetpunten in de vaargeul in de jaren 1989 tot en met 2001 zijn gemeten.

3.4.2 Fytoplankton en nutriënten

In de jaren 1980 tot 1988 waren de nutriëntengehaltes (fosfaat en stikstof) zowel in het Veluwemeer als in het Wolderwijd nog heel hoog, maar vanaf 1989 tot met 2001 gingen de waarden sterk omlaag. Dit was ook het geval voor de algenbiomassa (chlorofyl-a).

In figuur 3.9 is de relatie tussen zomergemiddelde waarden chlorofyl-a en nutriënten van de jaren 1980 tot en met 2001 gepresenteerd. In het Veluwemeer en het Wolderwijd wordt het chlorofyl-a gehalte sterker door het totaal-P gehalte gereguleerd dan door het stikstof gehalte.

Figuur 3.9
Relatie fytoplankton (chlorofyl-a) en nutriënten (stikstof en fosfaat) in het Veluwemeer en het Wolderwijd van 1980 tot en met 2001.



Dit geldt zeker voor het Veluwemeer. De relatie tussen chlorofyl-a en nutriënten (totaal-fosfaat en totaal-stikstof) was sterker in het Wolderwijd. Er bestonden slechts kleine verschillen tussen beide meren, zo toonden bijvoorbeeld in het Veluwemeer zowel het chlorofyl-a als het totaal-fosfaat gehalte een sterke reductie vanaf 1996, terwijl totaal-stikstof al vanaf 1985 achteruit ging. De chlorofyl-a en stikstof gehalten lieten in 2001 een stijging zien.

In het Wolderwijd toonden de chlorofyl-a en totaal-fosfaat gehalten vanaf 1996 een sterke reductie, maar voor totaal-stikstof was dit patroon niet te zien. Het chlorofyl-a gehalte ging, in het Wolderwijd, in 2001 nog verder omlaag.

3.4.3 Seizoensontwikkeling fyto- en zoöplankton Veluwemeer

In het Veluwemeer ging het totaal biovolume fytoplankton van ca. 126 mm³/l in 1991 omlaag tot een waarde van 6 mm³/l in 1999, nam vervolgens weer toe tot 17 mm³/l in 2000 en bereikte in 2001 een waarde van 74 mm³/l, ruim 4 keer hoger dan in 2000.

Om een beeld te schetsen van de algemene en de seizoensontwikkeling van de verschillende groepen (kiezelalgen, groenalgen, blauwalgen en overige algen) zijn in figuur 3.10 de jaren 1991, 1993, 2000 en 2001 in het Veluwemeer als voorbeeld gepresenteerd. Van 1991 zijn er echter weinig gegevens verzameld. De grafieken aan de linkerkant tonen de ontwikkeling van het fytoplankton en aan de rechterkant is ter vergelijking de ontwikkeling van het zoöplankton weergegeven.

Fytoplankton

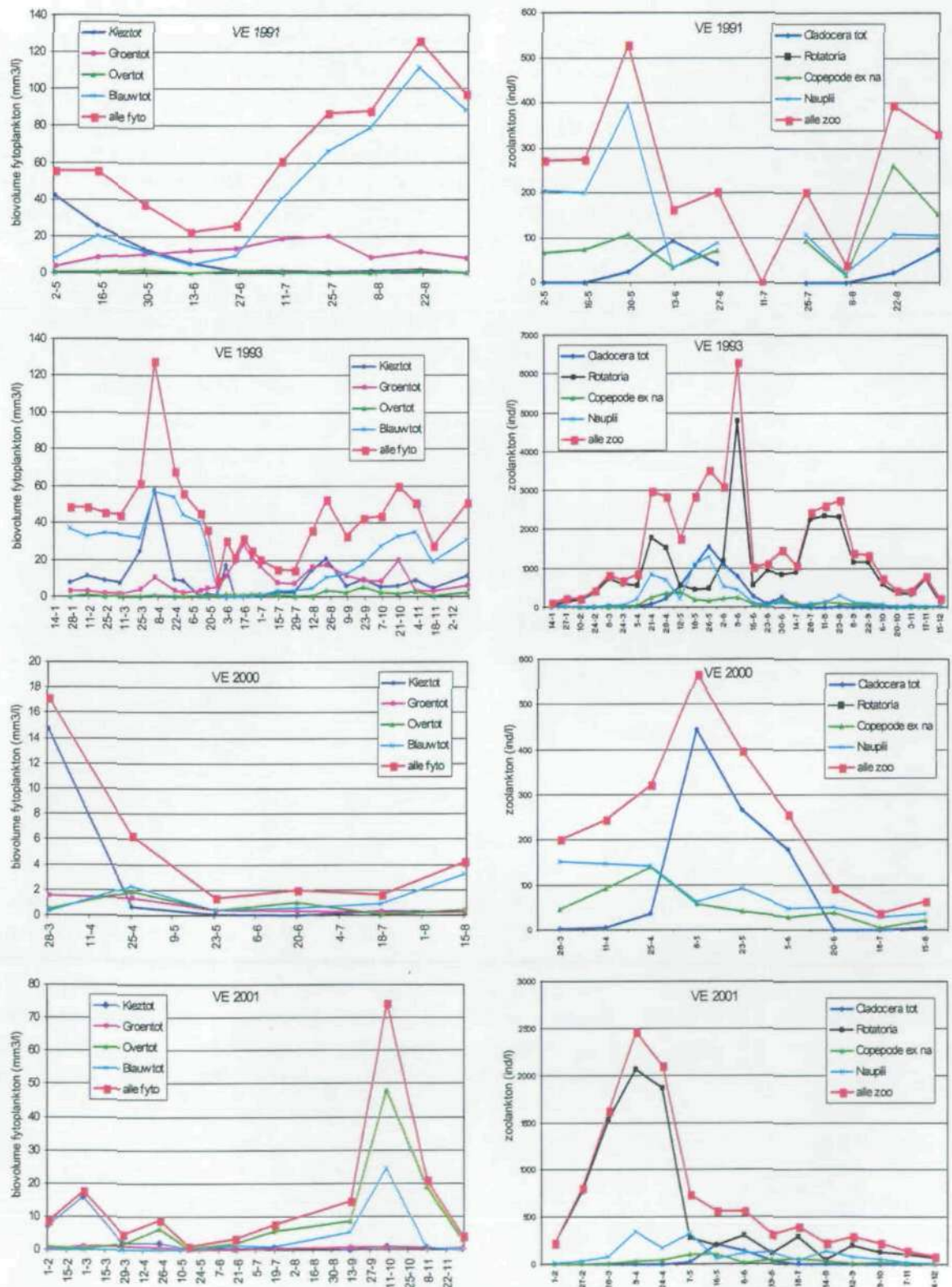
In het algemeen werd de fytoplanktonpopulatie tot en met 1995 door blauwalgen (cyano- bacteriën) gedomineerd met een piek van kiezelalgen (diatomeeën) in het voorjaar (linkerkant figuur 3.10). Van het jaar 1996 zijn er slechts gegevens van 4 meetdagen beschikbaar, wat te weinig is om er een duidelijke conclusie uit te trekken. In de jaren vanaf 1997 vond een verandering in de samenstelling van de fytoplanktonpopulatie plaats. De populatie werd minder door blauwalgen gedomineerd, zo maakte deze groep in 1995 gemiddeld over het jaar nog 93% van de gehele populatie uit en in 1998 slechts 23%. Kiezelalgen waren steeds een belangrijke groep, maar daarnaast maakten de groenalgen in het jaar 1993 een groot aandeel (31% tegenover 46% blauwalgen) van de fytoplanktonpopulatie uit. In 2001 was er een najaarspiek van overige algen (65% van de gehele populatie) te zien. De chlorofyl-a piek in oktober 2001 werd vooral door deze algen en blauwalgen veroorzaakt.

Zoöplankton

Vanaf 1994 tot en met 2001 nam de totale hoeveelheid zoöplankton sterk af (van meer dan 6000 individuen per liter in juni 1993 tot ca. 2500 in april 2001), zoals op de rechterkant van figuur 3.10 te zien. Van de jaren 1990, 1991, 1992 en 2000 zijn er geen gegevens over raderdiertjes (Rotatoria) beschikbaar, maar in de jaren waarvan data beschikbaar zijn, werd het zoöplankton door deze groep gedomineerd. De hoeveelheid Rotatoria varieerde altijd over het jaar, terwijl de watervlooien (Cladocera) meestal een piek in mei hadden, met soms een tweede piek in de zomer of nazomer. De hoeveelheid Cladocera

ging in de periode van 2000 tot 2001 omlaag, die van Copepoda (opgesplitst in nauplii-stadia en volwassen diertjes) bleef in deze jaren min of meer constant (wel op een lager niveau dan 1993), en op grond van de ontbrekende gegevens van Rotatoria in 2000 valt over deze groep niets te zeggen.

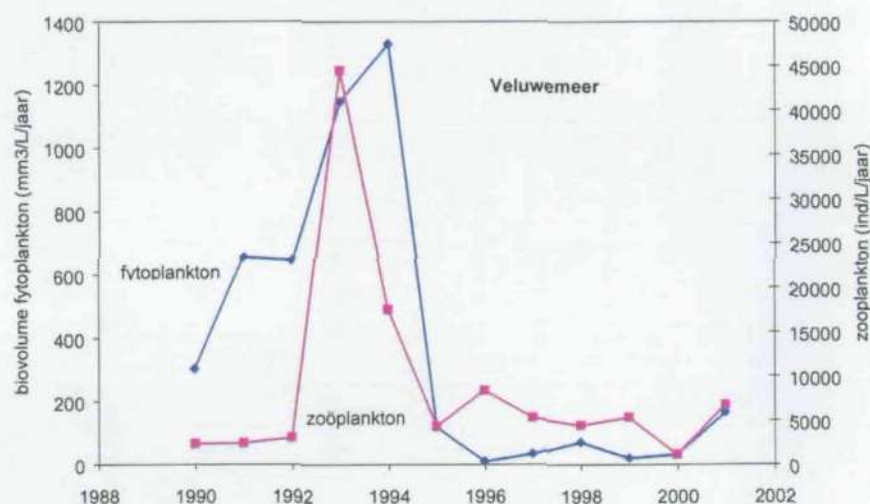
Figuur 3.10
Biovolume
van de
fytoplankton
hoofd-
groepen en
individuele
van de
zoöplankton
hoofdgroepen
in het
Veluwemeer
in de jaren
1991, 1993,
2000 en
2001 (let op:
de waarden
en indeling
van de y-as
verschillen
per jaar)



3.4.4 Relatie predator – prooi Veluwemeer

De effectiefste grazers van het fytoplankton zijn de watervlooien (Cladocera). Raderdiertjes (Rotatoria) eten ook algen, maar meer de kleinere soorten en ze filtreren 100-1000 keer minder water per dag dan Cladocera. Maar als ze in een hoge concentratie aanwezig zijn, kunnen ze een behoorlijk graasdruk op het fytoplankton uitoefenen. Op grond van hiaten in de dataset van fyto- en zoöplankton (dat wil zeggen dat bijvoorbeeld in 1996, 1998 en 2000 op slechts weinige dagen per jaar data van fyto- én zoöplankton beschikbaar zijn, hierdoor is bijvoorbeeld het uitvoeren van een regressieanalyse niet eenvoudig) is de relatie predator - prooi soms echter moeilijk te leggen. De gelijktijdige achteruitgang van de hoeveelheid zoöplankton en fytoplankton in de jaren 1990 tot 2001 echter kan als aanwijzing voor een verminderde voedselbeschikbaarheid worden verklaard (Fig.3.11). Een verdere aanwijzing voor de relatie tussen zoöplankton en fytoplankton is, dat het zoöplanktonmaximum meestal na een voorjaarsmaximum en een erop volgende achteruitgang van het fytoplankton (in het bijzonder van kiezelalgen) verscheen (zie Fig. 3.10, 1991, 1993, 2000).

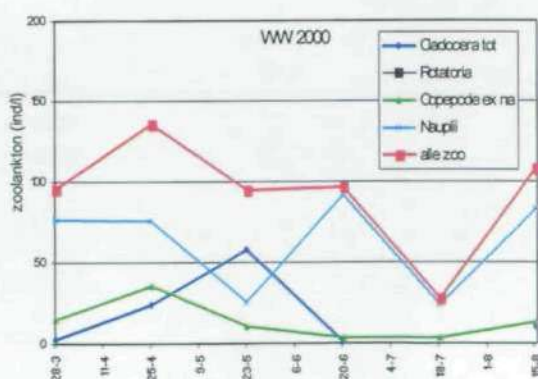
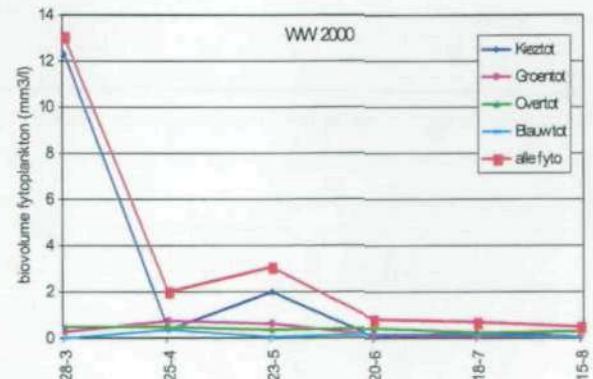
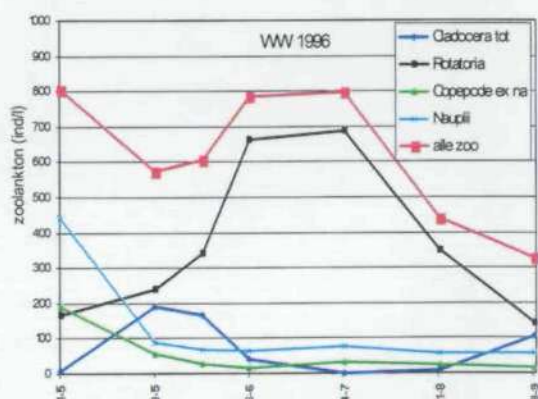
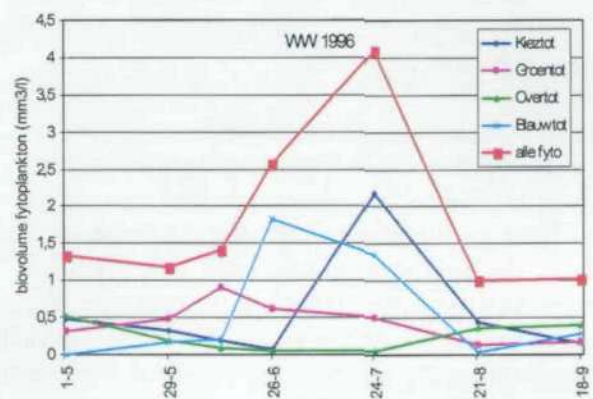
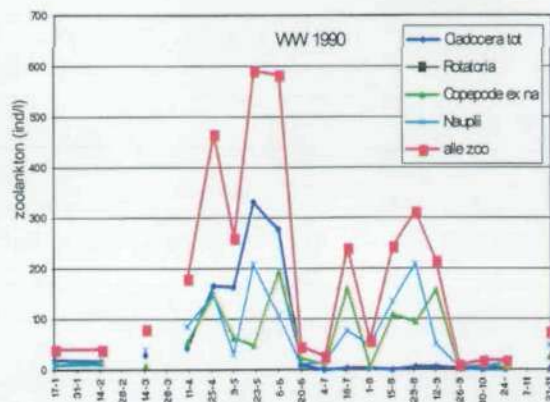
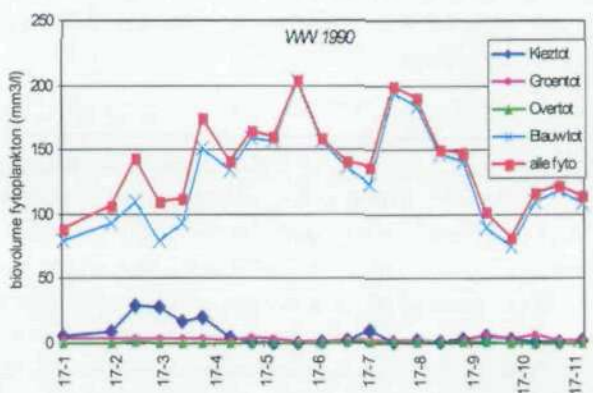
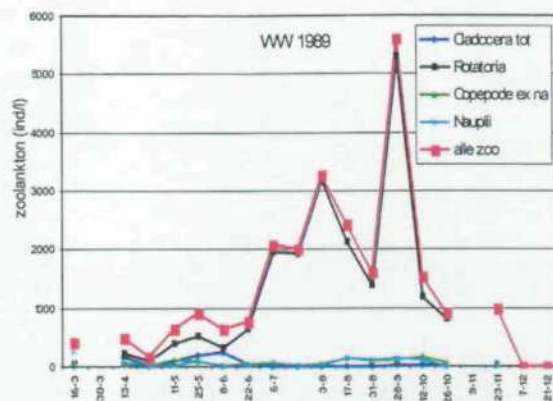
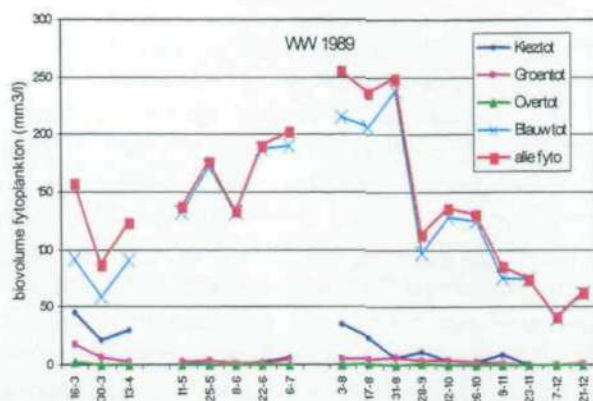
Figuur 3.11
Ontwikkeling van fytoplankton en
zoöplankton in het Veluwemeer vanaf
1990 tot en met 2001.



3.4.5 Seizoensontwikkeling Fyto- en zoöplankton Wolderwijd

In het Wolderwijd ging het totaal biovolume van fytoplankton vanaf 1989 omlaag (ca. 256 mm³/l) tot een waarde van 10 mm³/l in 1998 en steeg daarna weer langzaam tot 13 mm³/l in 2000 en 15 mm³/l in 2001. In figuur 3.12 wordt de seizoensontwikkeling van de verschillende groepen algen (kiezelalgen, groenalgen, blauwalgen en overige algen) exemplarisch van de jaren 1989, 1990, 1996 en 2000 getoond.

Figuur 3.12
Biovolume van de
fytoplanktonho-
ofdgroepen en
individuele van de
zoöplanktonho-
ofdgroepen in
het Wolderwijd
in de jaren
1989, 1990,
1996 en 2000
(let op: (de
waarden en
indeling van de
y-as verschillen
per jaar).



Fytoplankton

Tot en met 1994 werd de fytoplanktonpopulatie in het Wolderwijd gedomineerd door blauwalgen. Deze maakten in het jaar 1994 gemiddeld 71% van de totale populatie uit en kiezelalgen slechts 10%. In 1997 (het jaar 1995 ontbreekt) vond een verschuiving plaats in de samenstelling van het fytoplankton: de blauwalgen maakten over het jaar gerekend slechts 21% van de totale populatie uit, kiezelalgen ook 21% en de overige algen liefst 36%. Het patroon van de jaarlijkse curve van de gehele fytoplanktonpopulatie werd voorheen altijd door een voorjaarspiek van kiezelalgen en daarnaast blauwalgen bepaald, maar vanaf 1997 meer door kiezelalgen, groenalgen en overige algen. Helaas zijn geen data van de winter en van het voorjaar van 1999 bekend om de hoge chlorofyl-a waarde van februari te kunnen verklaren. Ook werd in 1999 even als in 1996 en 1997 de voorjaarspiek van de kiezelalgen gemist.

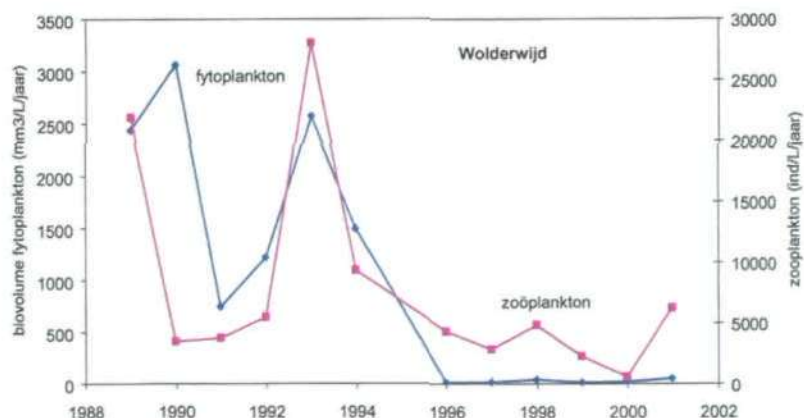
Zoöplankton

Het zoöplankton werd ook in het Wolderwijd in het algemeen door Rotatoria gedomineerd. Deze groep werd echter niet meegenomen in de jaren 1990 t/m 1992 en in 2000. In de jaren, in welke Rotatoria wel werden mee genomen, werd in 1989 een maximum van ruim 5000 diertjes per liter gevonden. Na 1994 werd deze waarde niet meer bereikt, het maximum van zoöplankton totaal lag nu nog bij ca. 3000/l in september 1998. De hoeveelheid watervlooien (Cladocera) ging in 2001 omlaag van 861 tot 257 individuen/l/jaar, die van Copepoda ging licht omhoog (van 210 tot 396 adulte/l/jaar), en van Rotatoria waren in 2000 geen gegevens bekend.

3.4.6 Relatie predator– prooi Wolderwijd

Ook in het Wolderwijd is geen duidelijke relatie zoöplankton/fytoplankton te zien (en door middel van regressieanalyse te berekenen), wat onder meer komt door de hiaten in de dataset en doordat soms de Rotatoria niet werden geanalyseerd. Maar meestal verscheen de piek van de Cladocera in april/mei na het kiezelalgen maximum. Dit patroon (het omlaaggaan van de hoeveelheid algen, in het bijzonder kiezelalgen, met een gelijktijdige stijging van de hoeveelheid zoöplankton) laat zien dat het fytoplankton gecontroleerd wordt door zoöplankton begrazing. Het achteruitgaan van de kiezelalgen kan echter ook een gevolg zijn van een nutriënten limitatie (silicaat). In figuur 3.13 is de gelijktijdige achteruitgang van de hoeveelheid zoöplankton en fytoplankton in de jaren 1989 tot 2001 duidelijk te zien.

Figuur 3.13
Ontwikkeling van fytoplankton en
zoöplankton in het Wolderwijd vanaf 1989
tot en met 2001.



3.5 Conclusie

Concluderend is dat de teruggang van de nutriënten direct verantwoordelijk is voor de achteruitgang van de hoeveelheid fytoplankton en de verschuiving in de soortensamenstelling, maar had deze indirect ook een achteruitgang in de hoeveelheid zoöplankton tot gevolg. Op grond van de data is het momenteel echter moeilijk te zeggen, wat in de meren nu een meer sturende kracht uitoefent – nutriënten of zoöplankton. Er bestaat wel een relatie tussen algenbiomassa en nutriëntengehalte. Het verloop van de seizoensontwikkeling van fytoplankton en zoöplankton duidt bovendien op een hechte relatie tussen deze beide groepen.

4 Waterplanten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen op het gebied van de waterplanten besproken. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de rapportage van de waterplanten kartering van 2001 (Koenjer *et al.*, 2002). De waterplantenbedekking van Veluwemeer, Wolderwijd/Nuldernauw en het Drontermeer komen aan de orde waarna een conclusie wordt getrokken.

4.2 Functie watervegetatie

Waterplanten vervullen vele functies in het aquatisch ecosysteem. Ze dienen als voedsel, als leefgebied, als schuilplaats en/of als voortplantingsgebied voor vele ongewervelde dieren, watervogels en vissen. Waterplanten kunnen op verschillende manieren bijdragen aan het voorkomen van helder water (Prins *et al.*, 1995):

- ze onttrekken voedingsstoffen uit de waterkolom en zijn zo een voedsel concurrent voor algen,
- ze verminderen de opwerveling van de waterbodem door golven en vormen een natuurlijke bescherming tegen erosie,
- ze maken de bodem minder toegankelijk voor bodemomwoelende vissen,
- sommige soorten scheiden chemische stoffen uit welke de groei van algen remmen (allelopathie).

4.3 Methoden

Kartering van de waterplanten gebeurt volgens de methode die beschreven is in De Witte *et al.*, 2000. De dichtheid van karteren is in de kranswervelden van Wolderwijd en Veluwemeer vanaf het jaar 2000 minder geworden, in plaats van om de 100 meter is er om de 200 meter gekarteerd.

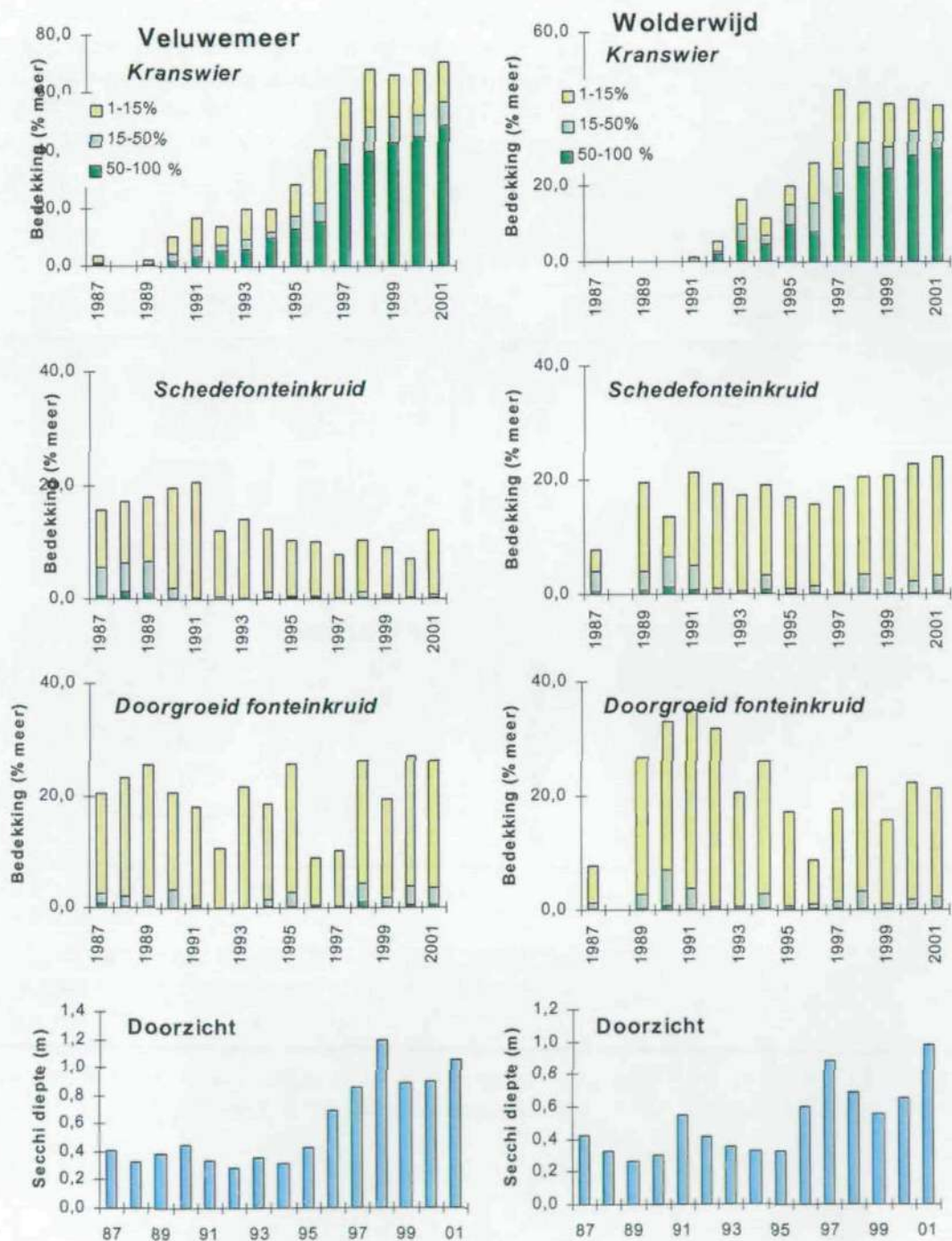
4.4 Ontwikkeling watervegetatie 2001

In de Veluwerandmeren zijn in 2001 geen grote veranderingen te zien in de bedekking van waterplanten. In het Veluwemeer is een toename zichtbaar van kranswieren in de hogere klassen (50-100%) en een kleine afname in de lagere klassen (1-15%). Schedefonteinkruid in het Veluwemeer is vooral in de lagere klassen toegenomen. Doorgroeid fonteinkruid is nagenoeg gelijk gebleven in alle klassen.

In het Wolderwijd is de kranswierbedekking in hogere klassen iets toegenomen en in de lagere klassen afgenomen. Schedefonteinkruid is redelijk gelijk gebleven in alle klassen en Doorgroeid fonteinkruid is iets afgenomen in de lagere klasse (1-15%).

Figuur 4.1

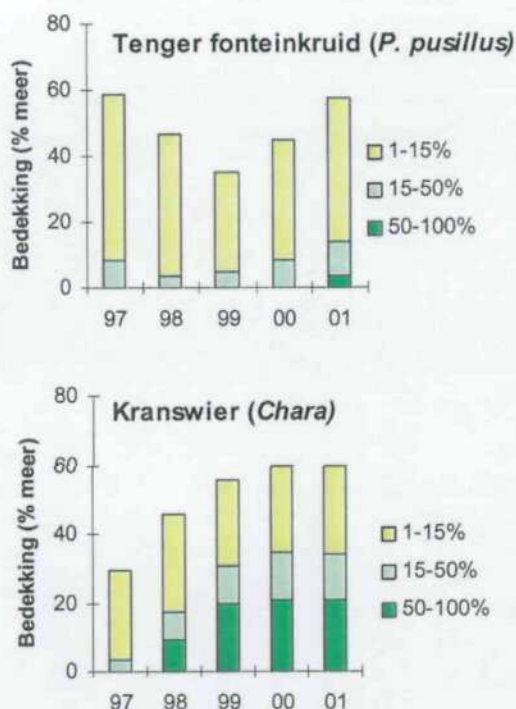
Bedekking van drie dominante waterplanten in het Wolderwijd/Nuldernauw en het Veluwemeer, met hierbij het doorzicht.



4.5 Tengerfonteinkruid en Kranswier in het Drontermeer

In onderstaande figuren wordt de bedekkingspercentage Tengerfonteinkruid en Kranswier in het Drontermeer weergegeven. Vergeleken met het voorgaande jaar is de betrekkingsooppervlakte van Tengerfonteinkruid in 2001 in alle klassesoorten in het Drontermeer toegenomen (figuur 4.2). Vooral in de klasse 1-15% is de grootste toename. Opvallend is dat in het jaar 2001 voor het eerst Tengerfonteinkruid in de hogere klassen 50-100% is aangetroffen. Voor kranswier in het Drontermeer in 2001 geldt dat voor alle bedekkingsklassen geen of weinig verandering is opgetreden ten opzicht van 2000 (figuur 4.2).

Figuur 4.2
Bedekking van Tengerfonteinkruid
(*Potamogeton pusillus*) en kranswieren
(*Chara*) in het Drontermeer.



In 2002 is geen waterplantenkartering in de Veluwerandmeren uitgevoerd. Een korte inventarisatie in het najaar in het Veluwemeer (Noordhuis & Van den Berg, 2002) laat zien dat het waterplanten-areaal in 2002 flink is afgenomen. Wanneer in 2003 opnieuw gekarteerd kan gaan worden kan zichtbaar worden gemaakt of de watervegetatie opnieuw is afgenomen.

4.6 Discussie

Opmerking figuur 4.2: als meeroppervlak is voor 1999 487 ha gebruikt en voor 2000 en 2001 489 ha. Echter volgens het actueel dieptebestand (PAM lodingen) is voor het jaar 2001 de oppervlakte van het Drontermeer 536 ha. In het waterplantenrapport 2001 is ook de oppervlakte 489 ha gebruikt, vandaar dat dit eveneens in figuur 4.2 is gedaan.

4.7 Conclusies

De waterplantenbedekking is in 2001 vrijwel alle meren iets toegenomen. In het Wolderwijd is de Kranswierbedekking en Doorgroeifonteinkruid iets afgenomen. De ontwikkelingen in de waterplanten geven dan ook geen indicatie voor een veranderend systeem. In 2002 is een afname in het areaal en de bedekking van de kranswieren in het Veluwemeer zichtbaar (Noordhuis & Van den Berg, 2002).

5 Macrofauna

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkelingen van de macrofauna en op de methode van bemonstering. De data zijn afkomstig van een 'stenenbemonstering' in alle randmeren van Ketelmeer tot en met IJmeer m.u.v. het Zwarte Meer. De bemonstering is uitgevoerd door R. Noordhuis (RIZA). Dit hoofdstuk is ook geschreven door R. Noordhuis (RIZA). Tot slot wordt uit de gegevens een conclusie getrokken.

5.2 Doelstelling macrofauna (R. Noordhuis (RIZA))

Kennis over macrofauna is om verschillende redenen relevant. Enerzijds heeft de macrofauna een prominente plaats in het voedselweb omdat het een belangrijke voedselbron voor met name vis en watervogels vormt. Anderzijds geeft informatie over bodemfauna aanwijzingen over de chemische bodemkwaliteit en leveren filterfeeders (met name Driehoeksmosselen) een vaak niet onaanzienlijke bijdrage aan de waterkwaliteit. In dit hoofdstuk wordt informatie gegeven over veranderingen in de macrofauna die op stenen voorkomt langs de oevers van de polderdijken. Gezien het grote aandeel kunstmatige oevers en de geringe breedte van de meren is deze gemeenschap in het gebied niet onbelangrijk, hoewel de betekenis ecologisch gezien minder groot is dan die van de bodemfauna. Door de aard van de bemonstering (jaarlijks in alle meren) kunnen echter bepaalde verspreidingspatronen en trends gemakkelijker worden vastgesteld dan met behulp van de MWTL habitatbemonsteringen (ook op de bodem, maar vierjaarlijks en niet in alle meren).

In 2001 zijn de MWTL habitatbemonsteringen uitgevoerd, maar de gegevens waren ten tijde van deze publicatie nog niet beschikbaar. In 2001 zijn geen Driehoeksmosselen karteringen in dit gebied uitgevoerd.

5.3 Methoden

De stenen in de oevers langs de polderdijken worden jaarlijks in het najaar bemonsterd. Per meer wordt de macrofauna op vijf middelgrote stenen verzameld, gedetermineerd en geteld.

5.4 Ontwikkeling macrofauna 2001

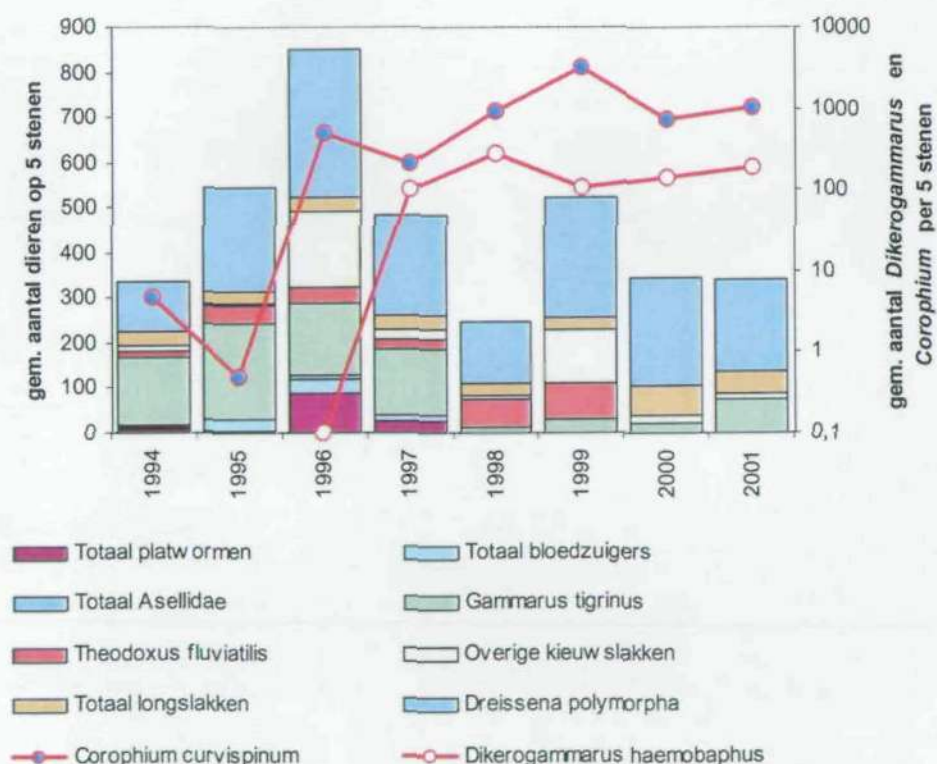
In de twee voorgaande rapportages is beschreven hoe de plotselinge verschijning van de Kaspische Vlokreeft *Dikerogammarus villosus* (in de rapportage over 2000 foutief beschreven als *D. haemobavus*) gepaard ging met een drastische afname van het aantal andere soorten (van den Berg *et al.*, 2001). Platwormen, bloedzuigers, waterpissebedden en de zoetwaterneriet *Theodoxus fluviatilis* verdwenen nagenoeg (de laatste

echter twee jaar later, in 1999). Een soortgelijke combinatie van gebeurtenissen werd op de stenen in de IJssel geconstateerd. Onderzoek aan de universiteit van Nijmegen wijst uit dat de Kaspische Vlokreeft zich, meer dan in zijn oorspronkelijke leefgebied in de Donau, in Nederland gedraagt als een zeer agressieve predator (M. van Riel). Ook onderzoek door de UVA legt verband tussen de komst van *D. villosus* en drastische afname van andere macrofaunasoorten (Dick & Platvoet, 2000).

De situatie in 2001 was vergelijkbaar met die van 2000 (figuur 5.1). Opvallend is wel, dat de dichtheid van de Tiggervlokreeft in een aantal meren weer aanmerkelijk verhoogd was (overigens zonder een afname van de dichtheid van *D. villosus*). In het Ketelmeer, Drontermeer, Eemmeer, Gooimeer en IJmeer waren de dichtheden gemiddeld vijf keer zo hoog als in de jaren 1998-2000. In deze meren lijkt de Tiggervlokreeft zich ondanks aanwezigheid van de Kaspische Vlokreeft redelijk tot goed te kunnen handhaven. In de overige meren waren de aantallen nog steeds laag.

Figuur 5.1
Dichtheid van de Kaspische Slijkgarnaal *Corophium curvispinum* en de Kaspische Vlokreeft *Dikerogammarus villosus* (lijnen; aantal per vijf stenen, gemiddeld over Ketelmeer t/m IJmeer) en van de overige categorieën van de macrofauna (staven; insecten niet inbegrepen).

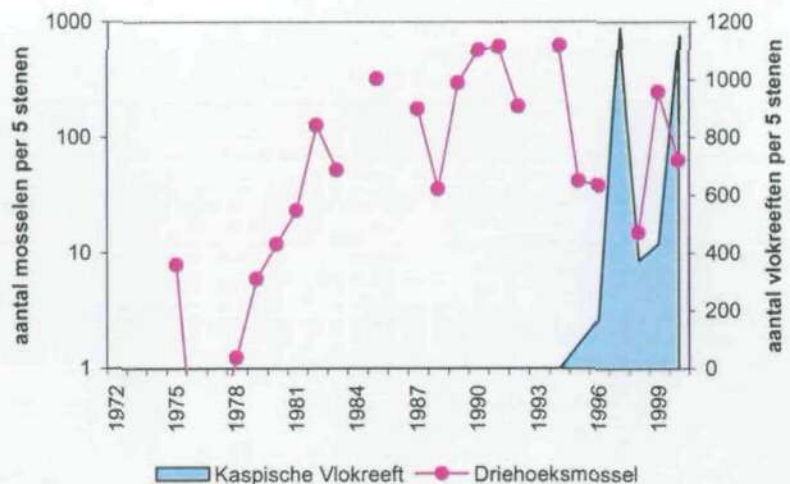
Figuur 5.1



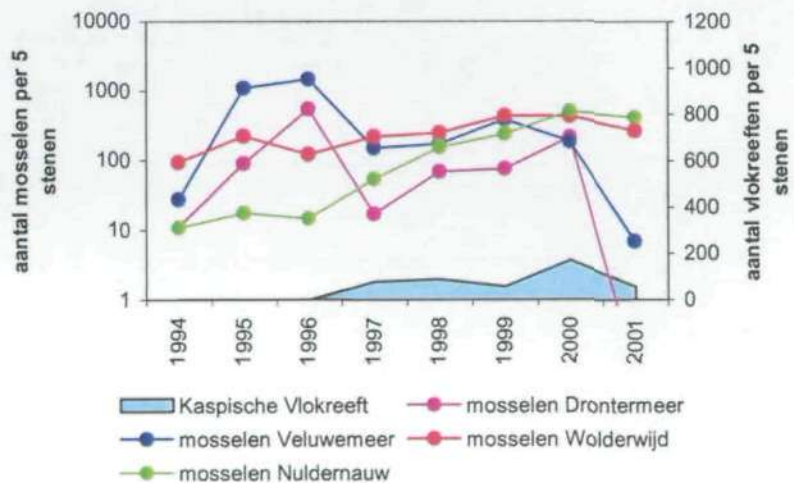
Anders dan in de IJssel zijn de dichtheden van de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* in de Randmeren niet gedaald bij de komst van *D. villosus* (figuur 5.2). Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat de dichtheden van *D. villosus* in de Randmeren aanzienlijk lager zijn dan in de IJssel. In 2001 was in de meeste meren het aantal Driehoeksmosselen vergelijkbaar met 2002. Alleen in het Drontermeer en het Veluwemeer werden opvallenderwijs nauwelijks mosselen gevonden (tabel 5.1). Met slechts vijf soorten was de diversiteit in deze meren (maar ook in het Wolderwijd en het Gooi- en IJmeer) zeer teleurstellend (tabel 5.2).

Figuur 5.2 a en b
Dichtheid van de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* en de Kaspische Vlokreeft *Dikerogammarus villosus* op stenen in de IJssel (a; gemiddelde per vijf stenen van locaties Olst, Wijhe, Velp en Steeg) en in de Randmeren (b; per vijf stenen van Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw).

Figuur 5.2 a



Figuur 5.2 b



.....
Tabel 5.1
Aantal Driehoeksmosselen per vijf stenen
per meer.

Aantal Driehoeksmosselen per vijf stenen per meer.										
	Ketel Meer	Vosse meer	Dronter meer	Veluwe meer	Wolder wijd	Nulder nauw	Nijkerker nauw	Eem meer	Gooi meer	IJmeer
10-okt-93	-	0	4	>1	5	0	1	0	3	-
08-sep-94	100	308	11	28	95	11	133	23	264	-
07-sep-95	3	245	91	1113	225	18	4	15	113	405
17-sep-96	23	40	550	1500	124	15	170	86	124	340
22-sep-97	14	320	17	153	220	55	19	218	790	3
29-sep-98	14	55	69	175	250	158	140	28	225	30
28-sep-99	59	104	76	392	444	245	207	572	110	30
16-nov-00	23	317	215	190	437	520	161	12	85	93
13-sep-01	24	396	0	7	272	428	341	26	164	37

.....
Tabel 5.2
Aantal soorten aangetroffen op vijf stenen
per meer (exclusief insecten en sessiele
groepen zoals poliepen, sponzen en
mosdiertjes).

Aantal soorten aangetroffen op vijf stenen per meer (exclusief insecten en sessiele groepen zoals poliepen, sponzen en mosdiertjes).										
	Ketel Meer	Vosse meer	Dronter meer	Veluwe meer	Wolder wijd	Nulder nauw	Nijkerker nauw	Eem meer	Gooi meer	IJmeer
10-okt-93	-	11	14	13	20	7	13	10	8	
08-sep-94	5	14	12	6	6	10	8	8	12	
07-sep-95	7	10	12	6	9	12	12	14	11	9
17-sep-96	12	19	21	19	10	11	20	11	18	6
22-sep-97	5	13	8	11	10	16	16	14	15	7
29-sep-98	7	11	9	6	7	9	10	7	8	7
28-sep-99	6	10	8	8	9	6	8	11	9	7
16-nov-00	7	7	7	7	6	9	6	7	5	7
13-sep-01	8	7	5	5	5	7	8	7	5	5

5.5 Conclusie

In de afgelopen jaren is een sterke toename van de exoten Kaspische slijkgarnaal en Kaspische vlokreeft geconstateerd. Als gevolg van agressieve predatie van de Kaspische vlokreeft op de overige macrofauna is de macrofauna-diversiteit sterk afgenomen. In tegenstelling tot de IJssel heeft de toename van de Kaspische vlokreeft in de randmeren niet geleid tot een afname van de bezetting met Driehoeksmosselen.

Door de toegenomen eutrofiëring zijn slijkgarnalen en Driehoeksmosselen in aantal toegenomen.

6 Vissen

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de ontwikkelingen en trends van het totale bestand, meerzomerige vis en broed. In voorgaande jaren werd uitgegaan van een gemiddeld bestand van Veluwemeer-Drontermeer en Wolderwijd-Nulderneau. Voor een goede vergelijking met voorgaande jaren wordt er vanaf hier ook uitgegaan van een gemiddeld bestand van de beide meren. De bemonstering is uitgevoerd door AquaTerra Water en Bodem B.V. Water en Bodem B.V. en gedocumenteerd in Rutjes & Kampen, 2001.

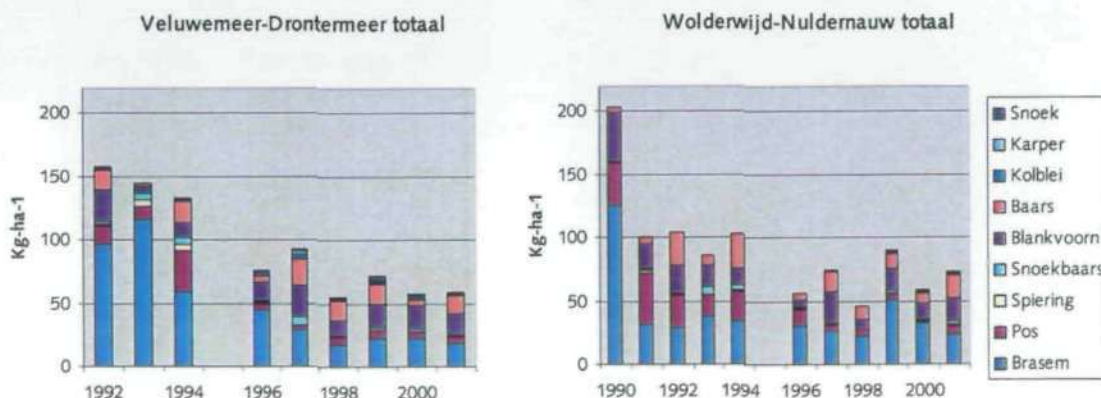
6.2 Totaalbestand

De totale biomassa van het Veluwemeer-Drontermeer is niet noemenswaardig veranderd ten opzichte van vorig jaar. Wel heeft een verschuiving in samenstelling plaats gevonden (figuur 6.1).

Het totaalbestand in het Wolderwijd is dit jaar geraamd op 74,7 kg/ha, dit is ruim 10 kg/ha hoger dan vorig jaar (62,7 kg/ha). Ook in het Nulderneau (125,5 kg/ha) is een hoger bestand geraamd dan het voorgaande jaar (107,6 kg/ha). Het verschil is te verklaren door de hogere biomassa van Blankvoornbroed en Brasem tussen de 25-39 cm en een klein gedeelte door het Pos broed. Het verschil in visbiomassa in het Nulderneau en het Wolderwijd is te verklaren door het verschil in voedselrijkdom tussen deze wateren (Rutjes, 2001).

Figuur 6.1

Verandering in de samenstelling en biomassa van de visstand in het Veluwemeer/ Drontermeer en Wolderwijd/ Nulderneau weergegeven voor de meest dominante soorten.

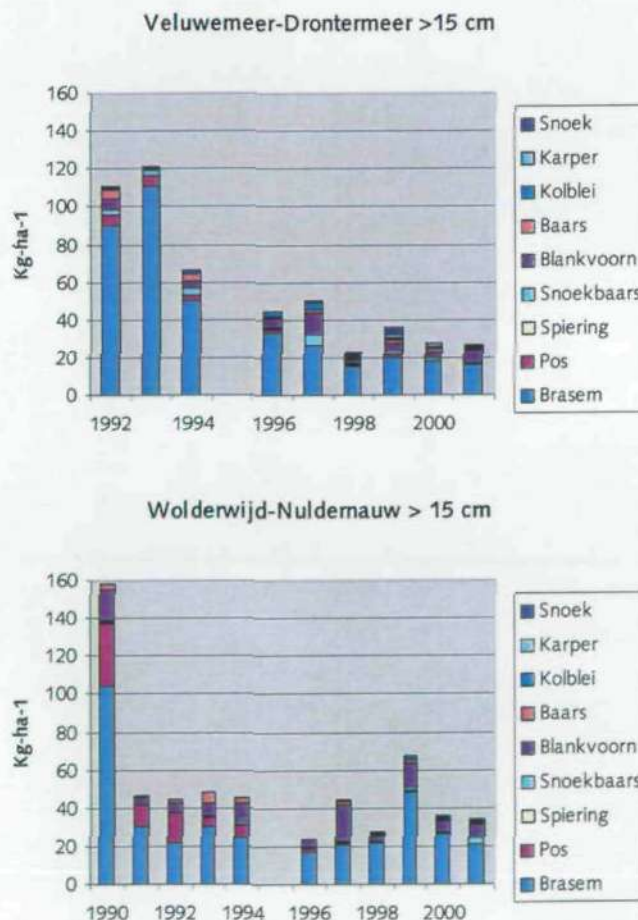


6.3 Meerzomerige vis

Het bestand aan meerzomerige vis in het Veluwemeer-Drontermeer is met 44,3 kg/ha lager ten opzichte van vorige jaar, toen 54,2 kg/ha werd geraamd (figuur 6.2). Er is een afname van Blankvoorn en Brasem >0<15. Vissen uit deze groep zijn doorgesleept naar de volgende ecologische groep (15-24). De geschatte biomassa's hiervan zijn toegenomen. Het bestand aan grote Snoekbaars lijkt iets te zijn afgenomen, hoewel bedacht moet worden dat dit bestand zo laag is, dat het door toeval al dan niet vangen van enkele grote vissen een grote invloed heeft op de schatting. Het bestand aan grote Brasem is met 2 kg/ha iets afgenomen. Er is in de winter 2000/2001 ongeveer 20 ton Pootbrasem verwijderd (5 kg/ha). Door individuele groei en ingroei vanuit de onderliggende klasse is deze onttrekking deels tenietgedaan.

In het Wolderwijd/Nuldernaauw is het bestand van de meerzomerige vis met 54,4 kg/ha vergelijkbaar het niveau in 2000 (57,5) (figuur 6.2). Het bestand aan grote bentivore Brasem is gedaald van 25 naar 19,7 kg/ha. Deze afname is te verklaren door de onttrekking van pootvis in de winter 2000/2001. Er is toen ongeveer 25 ton Brasem verwijderd (10 kg/ha). Door individuele groei en ingroei vanuit de onderliggende klasse is deze onttrekking deels tenietgedaan.

Figuur 6.2
Verandering in de samenstelling en biomassa van de vis > 15 cm (meerzomerige vis) in het Veluwemeer/ Drontermeer en Wolderwijd/ Nuldernaauw weergegeven voor de meest dominante soorten.



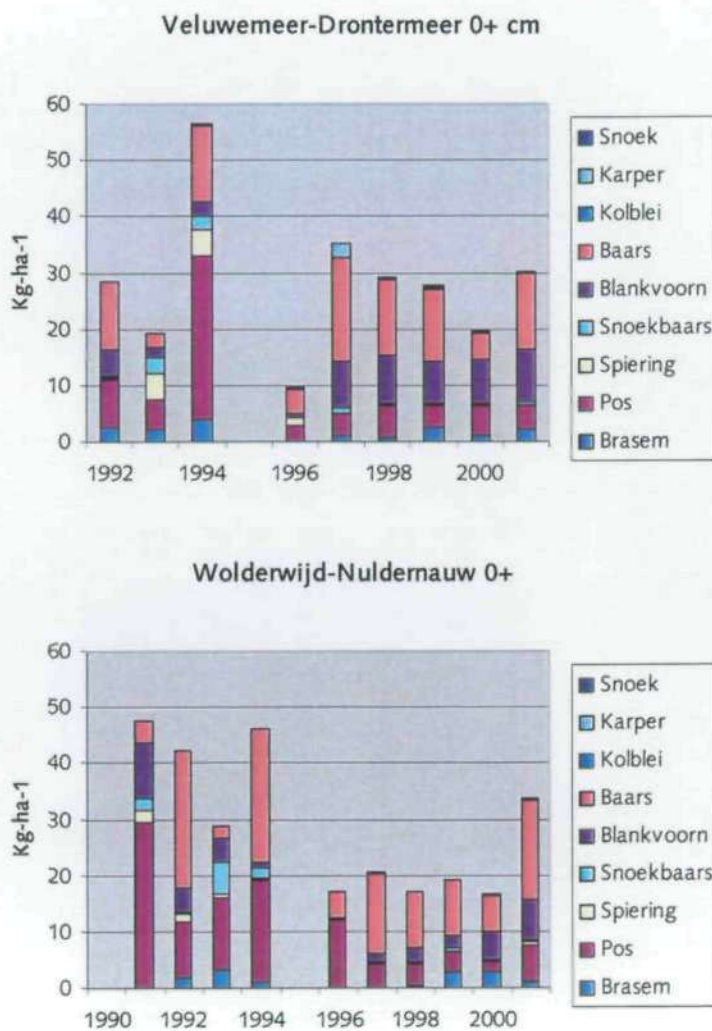
6.4 Broed

Het broedbestand van het Veluwemeer-Drontermeer is met ruim 10 kg/ha toegenomen en is met bijna 32,5 kg/ha terug op het hoge niveau van 1997 en 1998. Alleen in 1994 werd het bestand met 56,6 kg/ha nog hoger geschat. De toename van het broedbestand is nagenoeg geheel toe te schrijven aan Baars.

De omvang van het broedbestand van het Wolderwijd-Nuldernauw is sinds 1996 tot en met 2000 met 17 tot 21 kg/ha min of meer constant geweest. Nu is het met 34,4 kg/ha zelfs boven het niveau van 1992. Alleen het broedbestand van de Brasem is afgenomen, de rest van de soorten is toegenomen. Blankvoorn, Baars en Pos zijn zelfs sterk toegenomen.

Figuur 7.3

Verandering in de samenstelling en biomassa van de vis van de 0+ vis (broed) in het Veluwemeer/ Drontermeer en Wolderwijd/ Nuldernauw weergegeven voor de meest dominante soorten.



6.5 Conclusie

Achter de vooroevers van natuurontwikkelingsprojecten in de randmeren maar ook bijvoorbeeld achter de vooroevers in het Markermeer is een sterke verbraseming (tot meer dan 1000 kg/ha) geconstateerd (mond. med. J. Kampen, AquaTerra Water en Bodem B.V. Water en Bodem B.V.). Het betreft subpopulaties van vooral grote en zwakkere exemplaren. Het water in deze ondiepe ecotopen blijft hierdoor troebel, hetgeen in strijd is met de verwachtingen die men heeft bij de aanleg van deze natuurontwikkelingsprojecten.

Qua soortensamenstelling en visbiomassa is er in 2001 weinig veranderd t.o.v. voorgaande jaren. De verschillen blijven binnen de meetnauwkeurigheid. De biomassa van benthivore Brasem is afgenomen door een forse onttrekking door de visserij van de Brasem die in 1998 en 1999 via de Hardersluis de Veluwerandmeren zijn binnengekomen.

Over het algemeen zijn de algemene soorten in aantal toegenomen en de wat zeldzamere soorten zoals Driedoornige Stekelbaars en Kleine Modderkruiper afgenomen.

Opvallend is de toename van broed in 2001. De verklaring moet worden gezocht in een toename van voedingsstoffen alhoewel deze in 2001 nog niet werd vastgesteld.

De sterke jaarklasse van 2001 geeft een forse toename van de graas op zoöplankton en daarmee op de algengroei. We kunnen daarom grotere veranderingen in het ecosysteem verwachten.

7 Watervogels

7.1 Inleiding

De bewerking van de data en het schrijven van dit hoofdstuk is gedaan met de hulp van R. Noordhuis (RIZA). Watervogels leveren een belangrijke bijdrage aan de natuurwaarde van de Veluwerandmeren. Hierdoor is monitoring van de aantallen watervogels noodzakelijk voor het vaststellen en voorspellen van effecten van beleid en beheer. Watervogeltellingen geven daardoor waardevolle aanvullende informatie over de aanwezigheid van voedselbronnen die relatief moeilijk te monitoren zijn, zoals bijv. Driehoeksmosselen en vis. In dit hoofdstuk wordt na de beschrijving van de methode ingegaan op de ontwikkelingen van de watervogels in 2001/2002. Deze zijn onderverdeeld in viseters, mosseleiders/omnivoren en planteneters. Tevens wordt er een doorkijk naar het seizoen 2002/2003 gemaakt.

7.2 Methoden

Watervogeltellingen worden in de randmeren maandelijks verricht door medewerkers van Provincie Flevoland. In het seizoen 2001/02 zijn na pensionering van één van de tellers enkele tellingen uitgevallen omdat geen vervanging kon worden geregeld. Daardoor zijn uit september, december en januari geen gegevens van het Veluwemeer beschikbaar. De tellingen in oktober en november zijn verder vanaf de oever uitgevoerd, in plaats van vanaf het water. Voor een seizoensschatting ten behoeve van de trends is de verhouding tussen de som van de aantallen in de wel getelde maanden en de aantallen in dezelfde maanden van het voorgaande seizoen bepaald. Deze verhouding is vervolgens toegepast op het totale seizoensgemiddelde. In de figuren 7.1, 7.2 en 7.3 zijn de gemiddelde aantallen vogels per seizoen (september t/m april) uitgedrukt per hectare. Dit om de geschiktheid van de afzonderlijke meren voor de diverse soorten te kunnen vergelijken.

7.3 Ontwikkelingen watervogels seizoen 2001/2002

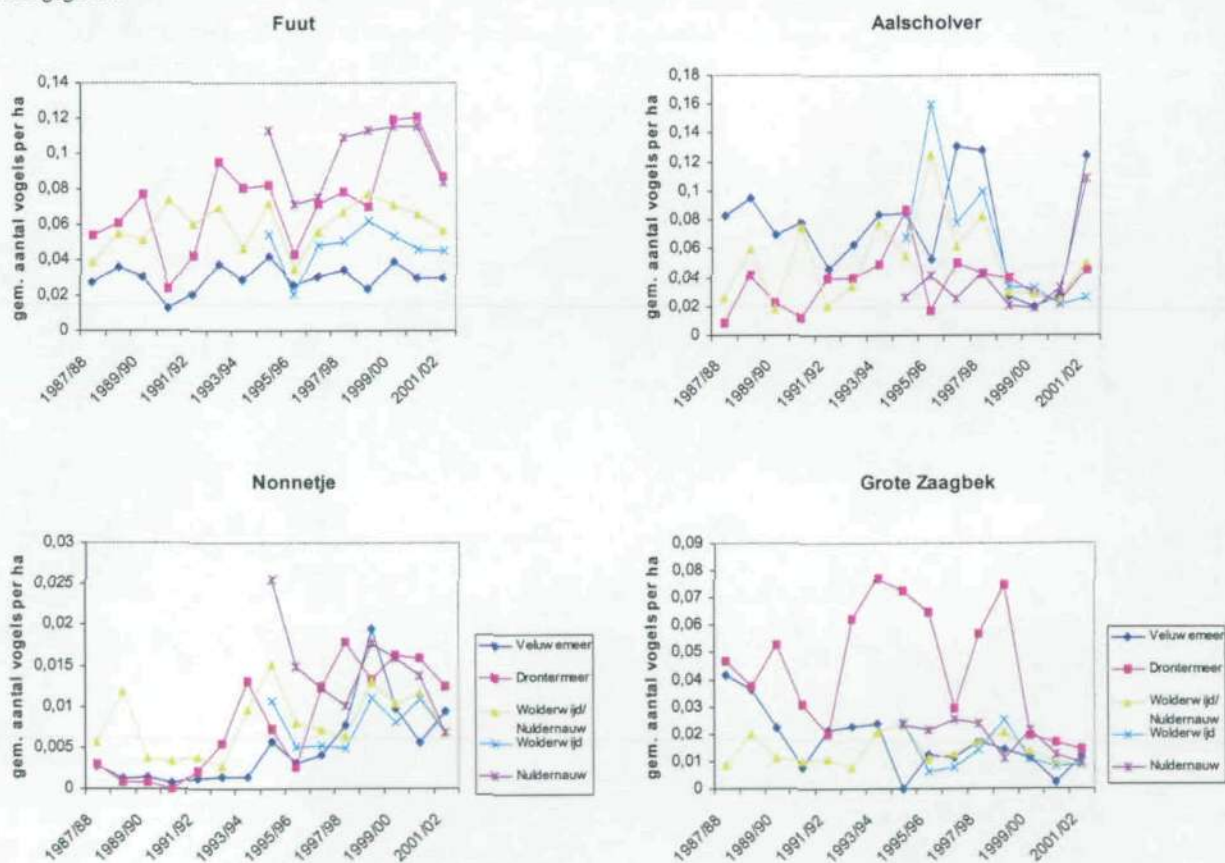
In de volgende paragrafen wordt de ontwikkeling van het gemiddelde aantal viseters, mosseleider/omnivoren en de planteneters per hectare in de periode september 2001 tot en met april 2002 besproken.

7.3.1 Viseters

De viseters waren de eerste vogels die reageerden op het ecologisch herstel in de Veluwerandmeren. Toen in het midden van de jaren tachtig de dominantie van Brasem werd doorbroken en kleinere vissoorten zoals Blankvoorn en Baars toenamen, namen ook de viseters sterk toe. Sinds het eind van de jaren tachtig is alleen nog sprake van meer of minder fluctuatie, behalve bij het Nonnetje, die vanaf ca. 1993 in alle Veluwerandmeren duidelijk toenam, mogelijk in reactie op het verder verbeterend doorzicht. In het seizoen 2001/02 valt vooral op dat de Aalscholver zich na een drietal slechte jaren heeft hersteld. Het aantal Grote Zaagbekken bleef echter laag, terwijl de aantallen Futen en Nonnetjes min of meer normaal te noemen is.

Figuur 7.1

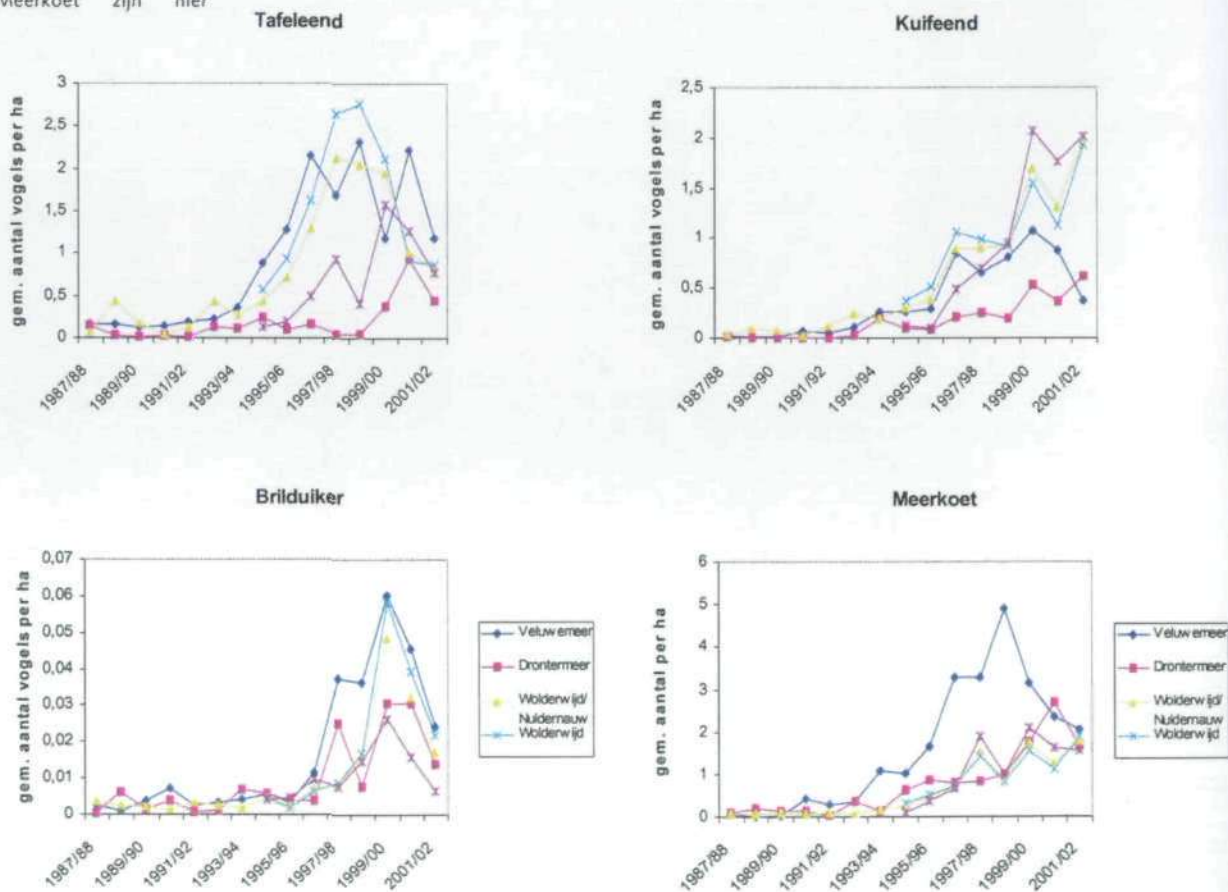
Gemiddeld aantal visetende vogels per hectare in september t/m april, in het Veluwemeer, Drontmeer, Wolderwijd en Nuldernauw in 1987 t/m 2002. De soorten Fuut, Aalscholver, Nonnetje en Grote Zaagbek zijn hier weergegeven.



7.3.2 Mosseleeters en omnivoren

Van de vier mosseleeters is de Kuifeend de enige die weinig gebruik maakt van andere voedselbronnen. De toename van deze soort in de jaren negentig is grotendeels toe te schrijven aan de terugkeer van de Driehoeksmossel omstreeks 1994 en de toenemende dichtheden in de jaren daarna. Brilduikers consumeren echter naast mosselen ook andere bodemfauna en eventueel kleine vis, terwijl Tafeleenden en vooral Meerkoeten zich voor een groot deel met waterplanten voeden. Het aantal Kuifeenden suggereert een verslechtering van de mosselstand in het Veluwemeer, terwijl de aantallen in de andere meren onveranderd hoog waren. Er is echter geen opname van de mosselpopulatie uit het najaar van 2001, terwijl de weergegeven waarde voor het aantal Kuifeenden door de ontbrekende tellingen minder hard is. De oorzaken van de teruggang van het aantal Brilduikers in het hele gebied en de afname van de Tafeleend in het Wolderwijd en Nulder nauw zouden ook kunnen worden gezocht in veranderingen in de bodemfauna. Bij de Brilduiker, die overdag foerageert, in combinatie met doorzicht. Deze ontwikkelingen worden echter niet weerspiegeld door soortgelijke ontwikkelingen bij de Kuifeend. De opvallende afname van de Meerkoet in het Veluwemeer heeft waarschijnlijk te maken met toenemende concurrentie om waterplanten met Knobbelzwanen.

Figuur 7.2
Gemiddeld aantal mosseleeters en omnivore vogels per hectare in september t/m april, in het Veluwemeer, Drontermeer, Wolderwijd en Nulder nauw in 1987 t/m 2002. De soorten Tafeleend, Kuifeend, Brilduiker en Meerkoet zijn hier weergegeven.



7.3.3 Planteneters

Een aantal planteneters is in de jaren negentig sterk toegenomen in reactie op de terugkeer en uitbreiding van kranswier. Dit geldt met name voor Knobbelzwaan, Meerkoet, Pijlstaart, Krakeend (tevens draadwier) en de Krooneend, en aanvankelijk ook voor de Kleine Zwaan. Omdat het kranswier in de loop van de winter nagenoeg volledig wordt geconsumeerd, bepaalt de hoeveelheid planten de totale aantallen herbivoren in het gebied.

Meerkoet, Knobbelzwaan, Kleine Zwaan

Het grootste aandeel in de totale graasdruk komt ten laste van de Meerkoeten (door hun enorme aantallen) en de Knobbelzwanen (door hun hoge lichaamsgewicht). De totale graasdruk in kilo's vogel per hectare is de laatste jaren nauwelijks meer veranderd, evenals de hoeveelheid kranswier. De verdeling over de soorten begint echter veranderingen te vertonen. Het aantal Knobbelzwanen dat in de zomermaanden al op het kranswier foerageert, neemt de laatste jaren sterk toe, waardoor een toenemend aandeel van de planten al vroeg in het seizoen verdwenen is. De soorten die later in het seizoen komen, zoals Meerkoeten en Kleine Zwanen, nemen daardoor af.

Krooneend

Zeer opvallend daarentegen is de recente, sterke toename van de zeldzame Krooneend. Dit is een herbivore duikeend, die kranswier kan opduiken van diepten waar de Knobbelzwanen niet bij kunnen. De toename is verlaat ten opzichte van de ontwikkeling van de vegetatie, waarschijnlijk omdat het hier (anders dan bij bijv. Meerkoeten, Pijlstaarten, Kleine Zwanen etc.) om de Nederlandse broedpopulatie gaat, waarbij de reactie op de ecologische ontwikkelingen verloopt via toename van de populatie zelf. Ook het ontstaan van nieuwe broedplaatsen door natuurontwikkeling kan daarbij een rol spelen. In de Veluwerandmeren broeden inmiddels waarschijnlijk enkele tientallen paren, onder meer achter de Polsmatendam in het Veluwemeer.

Wintertaling

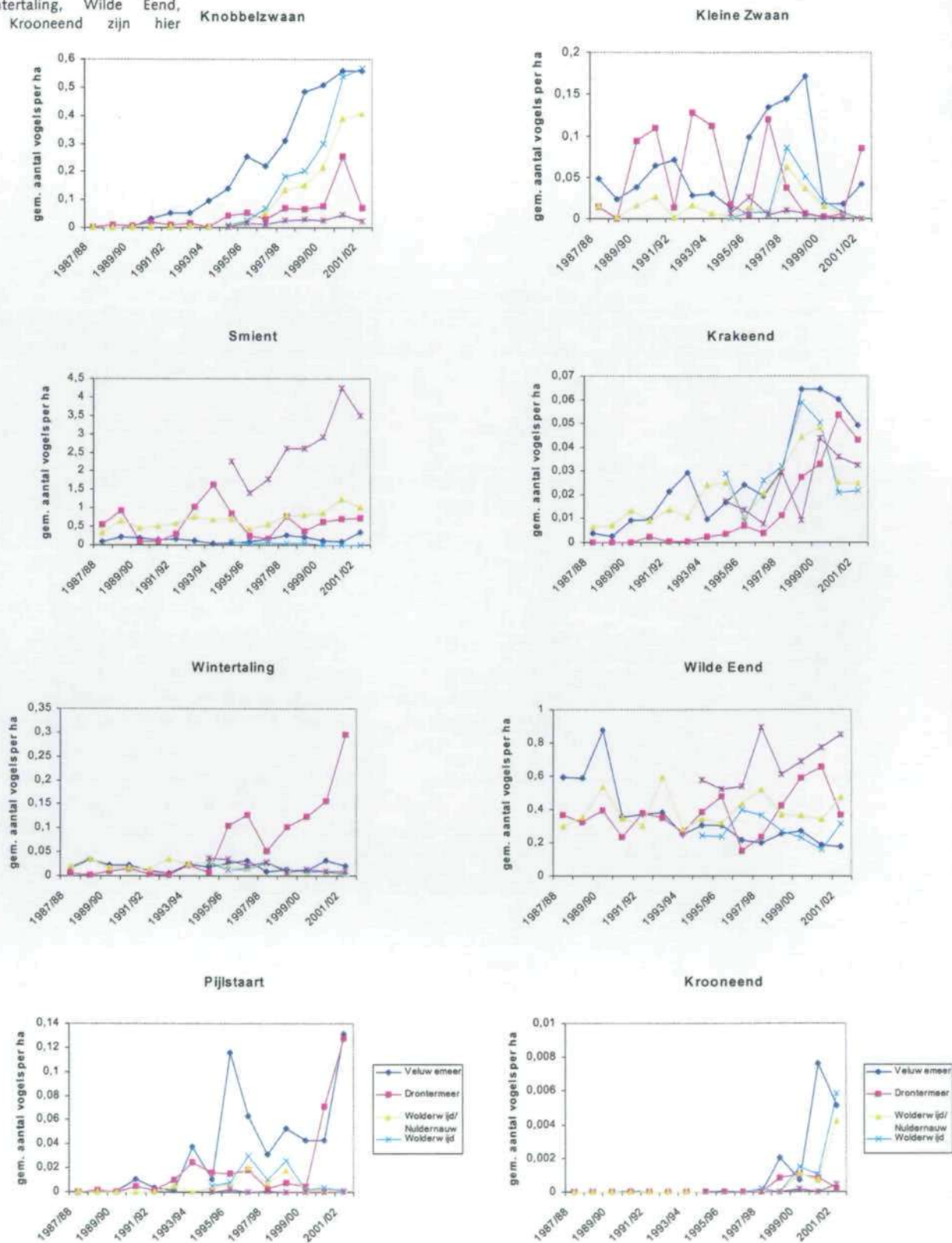
Een andere soort die op natuurontwikkeling heeft gereageerd is de Wintertaling. Deze soort doet het steeds beter in het Drontermeer, waarschijnlijk onder invloed van de kleinschalige inrichting die daar is gerealiseerd. De Wintertaling heeft door z'n korte nek weinig aan toename van waterplanten, maar hij reageert als zaadeter wel op het verschijnen van pioniervegetatie en ruigte op de oevers en in ondiepten.

Smient en Wilde Eend

De Smient en de Wilde Eend concentreren zich tenslotte steeds sterker in het Nulderneauw. Deze ontwikkeling heeft mogelijk te maken met de situatie in het aansluitende binnendijkse gebied, waar deze vogels waarschijnlijk 's nachts en in de schemer op gras foerageren.

Figuur 7.3

Gemiddeld aantal plantenetende vogels per hectare in september t/m april, in het Veluwemeer, Drontermeer, Wolderwijd en Nuldernaauw in 1987 t/m 2002. De soorten Knobbelzwaan, Kleine Zwaan, Smient, Krakeend, Wintertaling, Wilde Eend, Pijlstaart en Krooneend zijn hier weergegeven.



7.4 Doorkijk ontwikkelingen watervogels 2002/2003

Uit persoonlijke waarnemingen van R. Noordhuis (RIZA) blijkt dat de knobbelzwaan in het seizoen 2002/2003 in het Veluwemeer is toegenomen van 2000 tot 4000 exemplaren. Vanwege de concurrentie om kranswieren zijn de andere plantenetende watervogels zoals Meerkoet en Kleine Zwaan in dezelfde periode afgenomen. De verhouding tussen aanwezige kranswieren en het totale gewicht aan kranswieretende watervogels is gelijk gebleven.

Visetende watervogels, met name Aalscholvers, zijn in aantal toegenomen. De toename aan Aalscholvers is in overeenstemming met de toegenomen aantallen jonge vis.

7.5 Conclusies

Viseters

In het seizoen 2001/ 2002 valt vooral op dat de Aalscholver zich na 3 slechte jaren heeft hersteld. Het aantal Grote Zaagbekken bleef echter laag, terwijl de aantallen Futen en Nonnetjes min of meer normaal te noemen zijn.

Mosseleeters

Afname van het aantal Kuifeenden en ook het aantal Brilduikers, Tafeleenden en Meerkoeten neemt af. De aantallen Meerkoeten worden vooral in het Veluwemeer minder.

Planteneters

Een aantal planteneters is in de jaren negentig sterk toegenomen in reactie op de terugkeer en uitbreiding van kranswier. Dit geldt met name voor Knobbelzwaan, Meerkoet, Pijlstaart, Krakeend en de Krooneend, en aanvankelijk ook de Kleine Zwaan.

Het aantal Knobbelzwanen neemt de laatste jaren erg toe, waardoor een toenemend aandeel planten al vroeg in het seizoen verdwenen is. Daardoor neemt het aantal Meerkoeten en Kleine Zwanen af.

Er is een sterke toename van de zeldzame Krooneend. Mogelijk door het ontstaan van nieuwe broedplaatsen achter de Polsmatendam in het Veluwemeer. Ook de Wintertaling, een zaadeter, heeft op natuurontwikkeling gereageerd in het Drontermeer; door toename van pioniervegetatie en ruigte op de oevers en in ondiepten. De Smient en Wilde Eend concentreren zich tenslotte steeds sterker in het Nuldernauw. Mogelijk door het aansluitende binnendijkse gebied, waar deze vogels waarschijnlijk 's nachts en in de schemer foerageren.

8 Synthese

8.1 Inleiding

Dit hoofdstuk is een combinatie van alle hoofdpunten die in de voorgaande hoofdstukken zijn besproken. Het merendeel van de informatie is afkomstig van de BEWIJS workshop (zie voorwoord). De situatie van 2001 wordt toegelicht en er wordt een doorkijkje gegeven naar de situatie in 2002.

8.1.1 Fysisch-chemische waterkwaliteit

(Informatie uit MWTL meetpunten)

Situatie 2001

- Het doorzicht in het Veluwemeer is in 2001 toegenomen naar een zomergemiddelde van 1 meter.
- Verder is een nogal sterk wisselend doorzicht in het Veluwemeer 2001 opvallend, met name tijdens de heldere fase in het voorjaar.
- Bij de sterke stijging van het zomergemiddelde doorzicht in het Drontermeer in 2001 worden vraagtekens gezet.
- De wisselingen in doorzicht in 2001 in het Veluwemeer kunnen niet worden verklaard door chlorofylgehalten, deze blijven in 2001 nog laag, alhoewel niet zo laag als op grond van de hoge inwendige kranswierbedekking van 40% had mogen worden verwacht.
- De totaal-fosfaat waarden voor 2001 zijn de laagst gemeten waarden ten opzichte van de voorgaande jaren van alle meren behalve het Drontermeer (hier is een stijging van totaal-fosfaat te zien).
- Met betrekking tot figuur 2.17 (relatie inwendige bedekking kranswieren en chlorofylgehalte) wordt opgemerkt dat de situatie in 2000 en 2001 in het Veluwemeer enigszins afwijkt van de algemene relatie.
- In het Veluwemeer lieten de chlorofyl-a en stikstof gehalten in 2001 een stijging zien. In het Wolderwijd toonden de chlorofyl-a en totaal-fosfaat gehalten vanaf 1996 een sterke reductie, maar voor totaal-stikstof was dit patroon niet te zien. Het chlorofyl-a gehalte ging in 2001 nog verder omlaag.

Situatie 2002

- In 2002 is het doorzicht in het Veluwemeer gehalveerd van een reciproque zomergemiddelde van 1 meter in 2001 naar 0,5 m.
- In de eerste 8 maanden van 2002 is het totaal-fosfaat gehalte in het Veluwemeer gemiddeld 0,09 dat is een verdubbeling ten opzichte van het jaar daarvoor.
- De achteruitgang in de waterkwaliteit in 2002 geldt voor alle Veluwerandmeren, hoewel de situatie in het Wolderwijd wat beter

is dan in het Veluwemeer. Ook is er dit jaar op verschillende plaatsen algenbloei opgetreden.

- Een belangrijke oorzaak van de achteruitgang van de waterkwaliteit in de Veluwerandmeren, ligt in de kwaliteit van het uitslagwater van gemaal Lovink die sterk achteruit is gegaan (zie 2.4.1).
- R. Noordhuis meldt dat het water dit jaar ook boven de kranswervelden troebel was, dit kan te maken hebben met de sterke wind. Dit blijkt echter niet uit de veldwaarnemingen. Uit de veldwaarnemingen van de projectgebonden meetpunten volgt een stijging van ammonium, nitriet, totaal-fosfaat, ortho-fosfaat, chlorofyl-a, het doorzicht en hoeveelheid zwevend stof.
- Bij hoge kranswierbedekking was er relatief veel chlorofyl (figuur 2.17). De punten van het Drontermeer passen niet in de verwachte relatie omdat de jaren met de laagste chlorofylgehalten (weinig algen) ook de laagste kranswierbedekking hadden. Een mogelijkheid is dat dit verklaard kan worden door de hoge en toenemende draadalgenbedekking, met name in het najaar. De trend van draadalgen is stijgend (mond. med. J. Kampen). Een probleem bij draadalgen is dat zij moeilijk te meten zijn omdat ze in een korte periode en hoge verspreiding hebben. Doordat draadwier zeker in het Drontermeer een aanzienlijke biomassa inneemt kan niet zonder meer worden gezegd dat kranswier maatgevend is voor de macrofytendichtheid (figuur 2.17) (mond. med. J. Kampen).
- Het uitslagwater van gemaal Lovink komt in het Veluwemeer en *verspreidt zich vervolgens ongeveer voor de helft naar het noorden en voor de helft naar het zuiden*. Bij de verbetering van de waterkwaliteit in de Veluwerandmeren eind jaren tachtig heeft het schone uitslagwater (kwel van de Veluwe onder de randmeren door) een belangrijke bijdrage geleverd. Het is daarom verontrustend te zien dat de kwaliteit de laatste jaren een verslechterende trend laat zien. De laatste jaren is er een toename van totaal fosfaat waargenomen in het uitslagwater. Het totaal-fosfaat gehalte is in 2000 0,128 mg P/l en in 2001 verder gestegen naar 0,131 mg P/l. In de stabiliteitstudie (Meijer *et al.*, 1999) is uitgegaan van een toename van de fosfaatbelasting met 30% tot 2030. De concentratie van het fosfaat wat het Veluwemeer in komt mag dan maximaal 0,15 mg P/l bedragen. Deze concentratie wordt nu al zeer dicht benaderd. In combinatie met de afname van de watervegetatie in 2002 is dit een verontrustende ontwikkeling. Doordat het uitslagwater bij Gemaal Lovink tevens rijk aan ijzer is en aan kalk slaat ijzer neer en komt fosfaat vrij.
- Door afname van kranswierbedekking in 2002 is er meer P totaal in het water (mond. med. R. Noordhuis).
- J. Kampen merkt op dat de hoge neerslag (in pieken) in het voorjaar van 2002 een extra fosfaatbelasting van de randmeren tot gevolg heeft waardoor de veranderingen in het ecosysteem mede te verklaren zijn.

8.1.2 Fyto- zoöplankton

Situatie 2001

Fytoplankton

- De gevonden stijging van het aantal kleine blauwwieren in 2001 is mogelijk geen trendbreuk met voorgaande jaren maar gevolg van een nieuwe analysemethode van Koeman en Bijkerk. Dit vermoeden wordt bevestigd door de celgetallen te vergelijken met het chlorofylgehalte. Dit is niet veranderd t.o.v. voorgaande jaren. De nieuwe telmethode kan ook gevolgen hebben voor de bepaling van het aantal μ -algen.
- In het Veluwemeer ging het totaal biovolume fytoplankton van ca. 126 mm³/l in 1991 omlaag tot een waarde van 6 mm³/l in 1999, nam vervolgens weer toe tot 17 mm³/l in 2000 en bereikte in 2001 een waarde van 74 mm³/l, ruim 4 keer hoger dan in 2000.
- Kiezelalgen waren steeds een belangrijke groep, maar daarnaast maakten de groenalgen in het jaar 1993 een groot aandeel (31% tegenover 46% blauwalgen) van de fytoplanktonpopulatie uit, en in 2001 was er een najaarspiek van overige algen (65% van de gehele populatie) te zien. De chlorofyl-a piek in oktober 2001 werd vooral door deze algen en blauwalgen veroorzaakt.
- In het Wolderwijd ging het totaal biovolume van fytoplankton vanaf 1989 omlaag (ca. 256 mm³/l) tot een waarde van 10 mm³/l in 1998 en steeg daarna weer langzaam tot 13 mm³/l in 2000 en 15 mm³/l in 2001.

Zoöplankton

- In het Veluwemeer nam in de periode 1994 tot en met 2001 de totale hoeveelheid zoöplankton sterk af (van meer dan 6000 individuen per liter in juni 1993 tot ca. 2500 in april 2001).
- De hoeveelheid Cladocera ging in het Veluwemeer in de periode van 2000 tot 2001 omlaag, die van Copepoda (opgesplitst in nauplii-stadia en volwassen diertjes) bleef in deze jaren min of meer constant (wel op een lager niveau dan 1993), en op grond van de ontbrekende gegevens van Rotatoria in 2000 valt over deze groep niets te zeggen.
- In het Wolderwijd ging de hoeveelheid watervlooien (Cladocera) in 2001 omlaag van 861 tot 257 individuen/l/jaar, die van Copepoda ging licht omhoog (van 210 tot 396 adulte/l/jaar), en van Rotatoria waren er in 2000 geen gegevens.

Relatie fytoplankton - nutriënten - zoöplankton

In het Veluwemeer en in het Wolderwijd is geen duidelijke relatie zoöplankton/ fytoplankton te zien (en door middel van regressieanalyse te berekenen), wat onder meer komt door de hiaten in het dataset en doordat soms de Rotatoria niet werden geanalyseerd. Maar meestal verscheen de piek van de Cladocera in april/mei na het kiezelalgen maximum. Dit patroon (het omlaag gaan van de hoeveelheid algen, in het bijzonder kiezelalgen, met een gelijktijdige stijging van de hoeveelheid zoöplankton) laat zien dat het fytoplankton gecontroleerd wordt door zoöplankton begrazing.

Situatie 2002

- In de zomer van 2002 lieten de resultaten van de projectgebonden meetpunten (boven de kranswiermeetpunten in het Wolderwijd en in het Veluwemeer) een forse stijging van kleine blauwalgen zien t.o.v. voorgaande jaren (K. Wolfstein).
- In het zoöplankton zijn geen opvallende veranderingen te melden.

8.1.3 Vissen

Situatie 2001

Grote Brasem

In 2001 is er wat betreft soortsaamenstelling en visbiomassa weinig veranderd t.o.v. voorgaande jaren. De verschillen blijven binnen de meetnauwkeurigheid. De biomassa van benthivore Brasem is afgenomen door een forse onttrekking door de visserij van de Brasem die in '98-'99 via de Hardersluis de Veluwerandmeren zijn binnengekomen. De laatste jaren is steeds een afname in het bestand aan Brasem >25 cm te zien die in grote lijnen verklaard kan worden door de onttrekking van pootvis.

Algemene soorten

In de periode 2000-2001 (en de jaren daarvoor) zijn de algemene soorten (zoals Brasem, Blankvoorn, Pos en Baars) toegenomen en de minder algemene soorten afgenomen zoals Stekelbaars en Kleine Modderkruiper (bedoeld in algemene zin voor Nederlandse meren en plassen). Met name in Veluwemeer is dat zichtbaar, vooral bij Driedoornige Stekelbaars.

Toename van broed in 2001

Opvallend is de toename van broed in 2001. De verklaring kan worden gezocht in een toename van voedingsstoffen alhoewel deze in 2001 nog niet werd vastgesteld.

Situatie 2002

Grote Brasems

In 2002 is netto geen afname (je moet na het in verbinding stellen van beide meren het bestand optellen) maar eerder een toename. Er is ruim 55 ton pootbrasem verwijderd. Wat dan als verklaring overblijft is een fout in de bestandsschatting of intrek van vis. Gezien het geringe bestand aan Brasem 15-25 cm in 2001 lijkt groei vanuit onderliggende klasse niet voldoende om de toename te verklaren.

Algemene soorten

Ook in 2002 is het bestand aan Stekelbaars in het Veluwemeer weer aanmerkelijk lager dan in het jaar daarvoor. Deze minder algemene soorten hebben vaak een soort pioniersfunctie. Dat wil zeggen dat ze zich kunnen handhaven zolang er ruimte is. Waar het bestand weer dichtgroeit met algemene soorten verdwijnen ze. Het verminderen van de minder algemene soorten is een indicatie dat het bestand groeit naar het maximum dragend vermogen en daardoor een verdere druk op het zoöplankton zal plegen.

Toename visstand in 2002

In het voorjaar van 2002 is in korte tijd veel neerslag gevallen waardoor meer fosfaat in het water is uitgespoeld dan onder andere omstandigheden. De watervegetatie is in 2002 trager op gang gekomen dan in voorgaande jaren. Er is hierdoor meer ruimte voor vissen beschikbaar om te foerageren en er zijn meer voedingsstoffen voor algen en via de fyto-zoöplankton cyclus komt meer voeding beschikbaar voor planktivore (jongere) vissen. Dit heeft ten gevolge dat de eenzomerige vis (van 2001) net even de kans heeft gehad om in het voorjaar door te starten met een groot aantal eenjarigen als gevolg. Doordat minder voedingsstoffen worden opgenomen door de planten en dus beschikbaar blijven voor algen, komen deze via de algenplankton cyclus eerder beschikbaar voor de vissen.

Verandering in het ecosysteem

De sterke jaarklasse van 2001 geeft een forse toename van de graas op zoöplankton en daarmee op de algengroei. Het is mogelijk dat hierdoor veranderingen in het ecosysteem optreden.

8.1.4 Waterplanten

Situatie 2001

In de Veluwerandmeren zijn in 2001 geen afwijkingen.

Situatie 2002

- Uit de gegevens van de kartering van de kranswieren eind augustus 2002 in het Veluwemeer blijkt onder andere het volgende. In het Veluwemeer is in 2002 ongeveer een kwart van het areaal van kranswieren verdwenen (Noordhuis & Van den Berg, 2002). Hiervan betreft 400 ha verlies van kranswieren in de diepere delen van het meer, 50-75 ha is verloren gegaan ten gevolge van de verbreding van de vaargeul, 30 ha in de buurt van Harderwijk en +/- 50 ha door begrazing door Knobbelzwanen. Het effect is ongeveer drie keer groter dan op grond van het verdiepte areaal (ca. 20 ha) zou worden verwacht. Terwijl in 1999 bijna tot aan de rand van de vaargeul de hoogste bedekkingsklasse werd aangetroffen, was de bedekking in 2002 telkens eveneens laag op het laatste punt voor de vaargeul (Noordhuis & Van den Berg, 2002).
- In het Wolderwijd zijn in 2002 in tegenstelling tot in voorgaande jaren bij een diepte van meer dan 2 meter geen kranswieren meer aangetroffen (mondelinge mededeling J. Kampen, AquaTerra Water en Bodem B.V.).

8.1.5 Macrofauna

Situatie 2001

- In de afgelopen jaren is in de IJssel een sterke toename van de exoten Kaspische slijkgarnaal en Kaspische vlokreeft geconstateerd.
- Als gevolg van agressieve predatie van de Kaspische vlokreeft op de overige macrofauna is de macrofauna-diversiteit sterk afgenomen.

- In tegenstelling tot de IJssel heeft de toename van de Kaspische vlokreeft in de randmeren niet geleid tot een afname van de Driehoeksmosselen.

8.1.6 Watervogels

Situatie 2001

Viseters:

- In het seizoen 2001/ 2002 valt vooral op dat de Aalscholver zich na 3 slechte jaren heeft hersteld. Het aantal Grote Zaagbekken bleef echter laag, terwijl de aantallen Futen en Nonnetjes min of meer normaal te noemen zijn.

Mosseleeters:

- Afname van het aantal Kuifeenden, de enige van de vier mosseleeters die weinig gebruik maakt van andere voedselbronnen. Ook het aantal Brilduikers (eet ook bodemfauna en kleine vis), Tafeleenden en Meerkoeten (eten beiden ook waterplanten) neemt af. De aantallen Meerkoeten worden vooral in het Veluwemeer minder.

Planteneters:

- Een aantal planteneters is in de jaren negentig sterk toegenomen in reactie op de terugkeer en uitbreiding van kranswier. Dit geldt met name voor Knobbelzwaan, Meerkoet, Pijlstaart, Krakeend (tevens draadwier) en de Krooneend, en aanvankelijk ook de Kleine Zwaan.
- Het aantal Knobbelzwanen neemt de laatste jaren erg toe, waardoor een toenemend aandeel planten al vroeg in het seizoen verdwenen is. Daardoor neemt het aantal Meerkoeten en Kleine Zwanen af.
- Sterke toename van de zeldzame Krooneend. Mogelijk door het ontstaan van nieuwe broedplaatsen achter de Polsmatendam in het Veluwemeer.
- Ook de Wintertaling, een zaadeter, heeft op natuurontwikkeling gereageerd in het Drontermeer; door toename van pioniervegetatie en ruigte op de oevers en in ondiepten.
- De Smient en Wilde Eend concentreren zich tenslotte steeds sterker in het Nulderauw. Mogelijk door het aansluitende binnendijkse gebied, waar deze vogels waarschijnlijk 's nachts en in de schemer foerageren.

Conclusie:

Natuurontwikkeling werpt zijn vruchten af voor de Krooneend (broedplaats) en de Wintertaling (pioniervegetatie).

Situatie 2002

Uit persoonlijke waarnemingen van R. Noordhuis (RIZA) blijkt dat de knobbelzwaan in het seizoen 2002/2003 in het Veluwemeer is toegenomen. Vanwege de concurrentie om kranswieren zijn de andere plantenetende watervogels zoals Meerkoet en Kleine Zwaan in dezelfde periode afgenomen. De verhouding tussen aanwezige kranswieren en het totale gewicht aan kranswier etende watervogels is gelijk gebleven.

Visetende watervogels, met name Aalscholvers, zijn toegenomen. De toename aan Aalscholvers is in overeenstemming met de toegenomen aantallen jonge vis.

8.1.7 Aanbevelingen voor nader onderzoek

- In 2003 een gebiedsdekkende waterplantenkartering uitvoeren in de Veluwerandmeren.

In de Stabiliteitsstudie is gesteld dat een meer als het Veluwemeer stabiel zou zijn met een inwendige bedekking van de watervegetatie van 30% (Meijer *et al.*, 1999). Naar aanleiding van de afname van de bedekking van de watervegetatie in 2002 in het Veluwemeer kan gedacht worden aan een andere norm voor een stabiel systeem dan 30% inwendige bedekking van de watervegetatie. Hieruit kunnen de volgende aanbevelingen voor nader onderzoek worden afgeleid:

- Herberekenen van de norm van de bedekking met watervegetatie bij een stabiel systeem;
- Herberekenen van de maximaal gewenste doorspoeling bij gemaal Lovink.

Literatuur

Berg, M. van den, R. Noordhuis, S. Lauwaars, E. Lammens & W. Joosse, 2001. Voortgangsrapportage Veluwerandmeren 2000. RIZA werkdocument 2001.151x, BOVAR Rapport 01.06. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Bijkerk, R., 2002. Verwerking en presentatie planktongegevens Veluwerandmeren tot en met 2001. Koeman en Bijkerk, ecologisch onderzoek en advies, Haren.

Dick J.T.A. & D. Platvoet 2000. Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. Proc. R. Soc. Lond. B 267, 977-983.

Koenjer C.H.M., W.H. Hulsege & J. Postema, 2001. Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2001. RDII-rapport 2001-24. Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Meijer, M. -L., R. Portielje, R. Noordhuis, W. Joosse, M. van den Berg, B. Ibelings, E. Lammens, H. Coops & D. van der Molen, 1999. Stabiliteit van de Veluwerandmeren. RIZA rapport 99.054, BOVAR rapport 99.06; ISBN 9036952832. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer & de Unie van Waterschappen, 1998. Vierde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing. Den Haag.

Noordhuis, R. & Van den Berg, M., 2002. Kranswieren in het Veluwemeer in 2002. RIZA werkdocument 2002.156x. Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Portielje, R. 2002. Gemaal Lovink. Notitie. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Prins, K.H., Klinge, M., Lightvoet, W., Jonge de, J., 1995. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer 1992, RIZA nota nr. 94.060. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Rutjes P. & J. Kampen, 2001. Visstandbemonstering Veluwerandmeren 2001. Werknummer: AT30.2001.038, Aqua Terra Water en Bodem BV, Dirksland.

Witte, B.J. de, L. van der Pelt, J. Postema, 2000. Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2000. Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied. RDII-rapport 2000-11, ISBN 9036912539 Lelystad.

Wolfstein, K. 2003. Relatie fytoplankton met nutriënten en zoöplankton, notitie. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer & Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Bijlage 1 Kaart locaties meetpunten waterkwaliteit RKM/MWTL en in de
kranswiergebieden in de Veluwerandmeren



Meetpunten Directie IJsselmeergebied

● Meetpunten waterkwaliteit

Auteur : W. Hulsegge
Afdeling : PAM
Datum : 28 augustus 2001
Referentie : w:\anm\anmi\gis\bov30

0 7 14 21 Kilometers
Schaal (A4) 1 : 450.000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat Generaal Rijkswaterstaat
Directie IJsselmeergebied



Classic DS, 7 mm for 41-70 sheets 305
www.blindomatic.com