

Voortgangsrapportage Veluwerandmeren 2000

RIZA werkdocument 2001.151x
BOVAR Rapport

Auteurs:
Marcel van den Berg, Ruurd Noordhuis, Sophie Lauwaars,
Eddy Lammens & Willemien Joosse

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Fysisch-chemische waterkwaliteit	9
3 Fytoplankton	19
4 Zooplankton	27
5 Waterplanten	31
6 Macrofauna	35
7 Vissen	41
8 Watervogels	45
9 Synthese	53
Referenties	57
Bijlage	59

Samenvatting

Het jaar 2000 leek qua ecologisch functioneren in veel opzichten op de situatie van de laatste jaren in de Veluwerandmeren (zie bijlage voor een overzicht). Ten opzichte van 1999 verbeterde de waterkwaliteit zich licht met uitzondering van het Nuldernauw. Het gemiddelde doorzicht in het zomerhalfjaar 2000 in het Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd en Nuldernauw bedroeg gemiddeld resp. 0,68; 0,9; 0,65; 0,81 m en het fosfaat gehalte behaalde in de meeste meren de laagste waarden sinds 1980 en bedroegen resp. 0,08; 0,05; 0,05 en 0,12 mg P l⁻¹. Voor het eerst sinds de eutrofiëringperiode in de jaren zeventig wordt de gebiedsgerichte norm van < 0,06 mg P l⁻¹ in het Wolderwijd en Veluwemeer gehaald. In alle meren was het chlorofyl-a gehalte lager dan in 1999 en bedroeg in drie meren minder dan 12 µg l⁻¹ en in het Drontermeer 19 µg l⁻¹. De inhaalslag die het Drontermeer vorig jaar maakte zette in 2000 door, maar in mindere mate. Net als in de voorgaande jaren was er in het voorjaar weer sprake van een algenbloei. In 2000 ging het weer evenals in 1998 om diatomeeën. Blauwalgen indicierend voor hypertrofe omstandigheden (*Planktothrix*) of potentieel drijfslagvormende blauwalgen namen ook in 2000 maar een zeer gering deel in van het biovolume van het fytoplankton. Dichtheden van zooplankton, met name van *Daphnia* waren laag, vooral in het Wolderwijd. Graasdruk van betekenis kan alleen in het voorjaar verwacht worden van *Bosmina* en in het Veluwemeer ook van *Daphnia*. De iets betere waterkwaliteit was ook terug te vinden in een lichte toename van de inwendige bedekking van kranswieren van enkele procenten in alle drie de meren in 2000 (Drontermeer, Veluwemeer, Wolderwijd/Nuldernauw resp. 22, 37 en 19 %). De diversiteit aan soorten van de watervegetatie neemt onder kranswieren toe. Vooral de toename van *Tolypella glomerata* in het Veluwemeer, een soort met een kort groeiseizoen, is opvallend. De brasemstand in het Wolderwijd en Veluwemeer is laag (c. 20 kg ha⁻¹) en is met name in het Wolderwijd gedaald ten opzichte van 1999 door afvising in de winter. De rekrutering van jonge vis was wel goed. De diversiteit van macrofauna op de oevers tussen de stenen is de laatste jaren sterk achteruitgegaan. Mogelijk hangt dit samen met de kolonisatie van de meren door de vlokreeft *Dikogammarus haemobaphes* in 1997, eventueel in combinatie met hoge dichtheden van de Kaspische Slijkgarnaal *Corophium curvispinum*, die in de jaren daarvoor het gebied was binnengetrokken. Op de bodem van de meren was de dichtheid van Driehoeksmosselen in 2000 ongeveer twee keer zo hoog als in 1998. In het Drontermeer en Veluwemeer waren de mosselen bovendien groter zodat de filtratiecapaciteit nog sterker toenam. Het aantal herbivore watervogels nam in het Drontermeer sterk toe, in overeenstemming met de uitbreiding van het kranswieveld. In het Wolderwijd waren de aantallen vergelijkbaar met die in het vorige seizoen, maar in het Veluwemeer was sprake van enige afname. Mogelijke oorzaken hiervan zijn een verminderde kwaliteit van het kranswier door aangroei met perifyton en de toegenomen aantallen Knobbelswanen in de zomermaanden, waardoor de voedselbeschikbaarheid in de meest ondiepe delen van het meer in het najaar, als de andere soorten arriveren, is verminderd.

De stabiliteit van de Veluwerandmeren neemt verder toe. De fosfaatgehalten bereikten het laagste niveau sinds jaren en kranswieren namen verder toe. Nieuwe inzichten hebben geleerd dat de betekenis van visserij op Brasem en filtratie door Driehoeksmosselen belangrijker zijn voor de helderheid van het water dan voorheen werd aangenomen. Dit leidt tot de aanbeveling dat de

visserij in het gebied beter moet worden gemonitord en bij voorkeur worden gereguleerd. De visserij is nu commercieel interessant bij een relatief lage biomassa, maar dit kan gemakkelijk veranderen en eventuele effecten voor de stabiliteit van het heldere water zijn op dit moment moeilijk te geven en verdienen nadere aandacht.

Baggerwerkzaamheden en mogelijk ook vaarbewegingen hebben invloed op de waterkwaliteit op het meetpunt in het Wolderwijd en waarschijnlijk in het Drontermeer. Verlegging van het meetpunt wordt bij baggerwerkzaamheden aanbevolen. De invloed van baggerwerkzaamheden en vaarbewegingen op zowel lokale als het totale systeem zijn niet bekend, maar kennis hierover zou wel wenselijk zijn.

1 Inleiding

De waterkwaliteit van de Veluwerandmeren is in de negentiger jaren sterk verbeterd. De verbetering is ingezet door fosfaat-reducerende maatregelen die vanaf 1979 zijn genomen. In de jaren tachtig nam het doorzicht slechts in geringe mate toe. Vanaf 1990 werd het water helder boven de kranswievelden. 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. De ontwikkeling tot en met 1999 zijn beschreven in een voortgangsrapportage van Meijer et al., 2000.

In de voorliggende voortgangsrapportage wordt de toestand van de Veluwerandmeren in 2000 beschreven op basis van het monitoringsprogramma van dat jaar. De gegevens worden vergeleken met voorgaande jaren.

De rapportage is uitgevoerd door leden van het Programma Meren van de afdeling WSE van het RIZA. Het project werd begeleid door de Sophie Lauwaars, Paul Licht, Has Willet. De bewerkingen van het plankton zijn uitgevoerd door Ronald Bijkerk van het adviesbureau Koeman en Bijkerk BV.

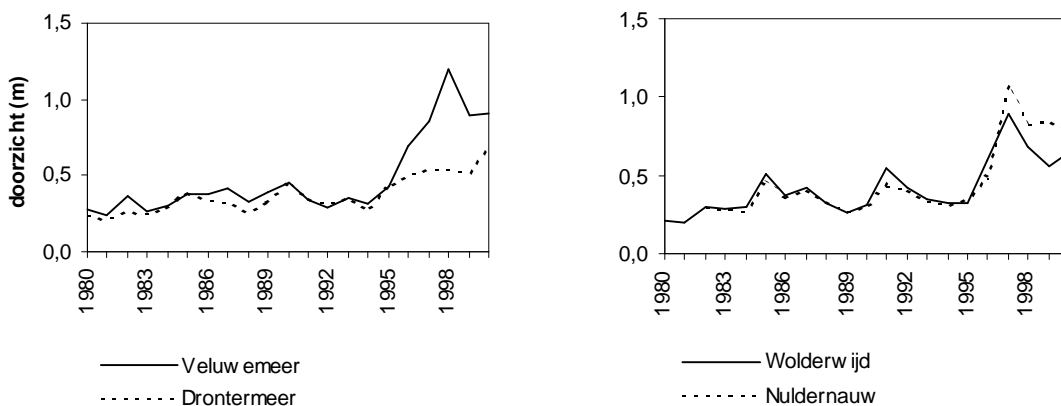
2 Fysisch en chemische waterkwaliteit

2.1 Doorzicht

In 2000 is het zomerhalfjaargemiddelde doorzicht in het Drontermeer, Wolderwijd en Veluwemeer toegenomen ten opzichte van 1999; in het Nuldernauw was sprake van een afname (zie figuur 2.1). In alle 4 de meren is het zomergemiddelde doorzicht in 2000 lager dan de gebiedsgerichte streefwaarde van 1 m (BOVAR, 1986); dit geldt zowel voor het reciprook als voor het rekenkundig berekende gemiddelde. In het kader van het project BOVAR is een extra meetpunt in het Wolderwijd en in het Veluwemeer boven het kranswielveld gesitueerd. Bij beide meetpunten is sprake van bodemzicht.

Figuur 2.1

Zomerhalfjaargemiddelde doorzicht vanaf 1980 in de Veluwerandmeren (berekend op basis van het reciproke doorzicht)

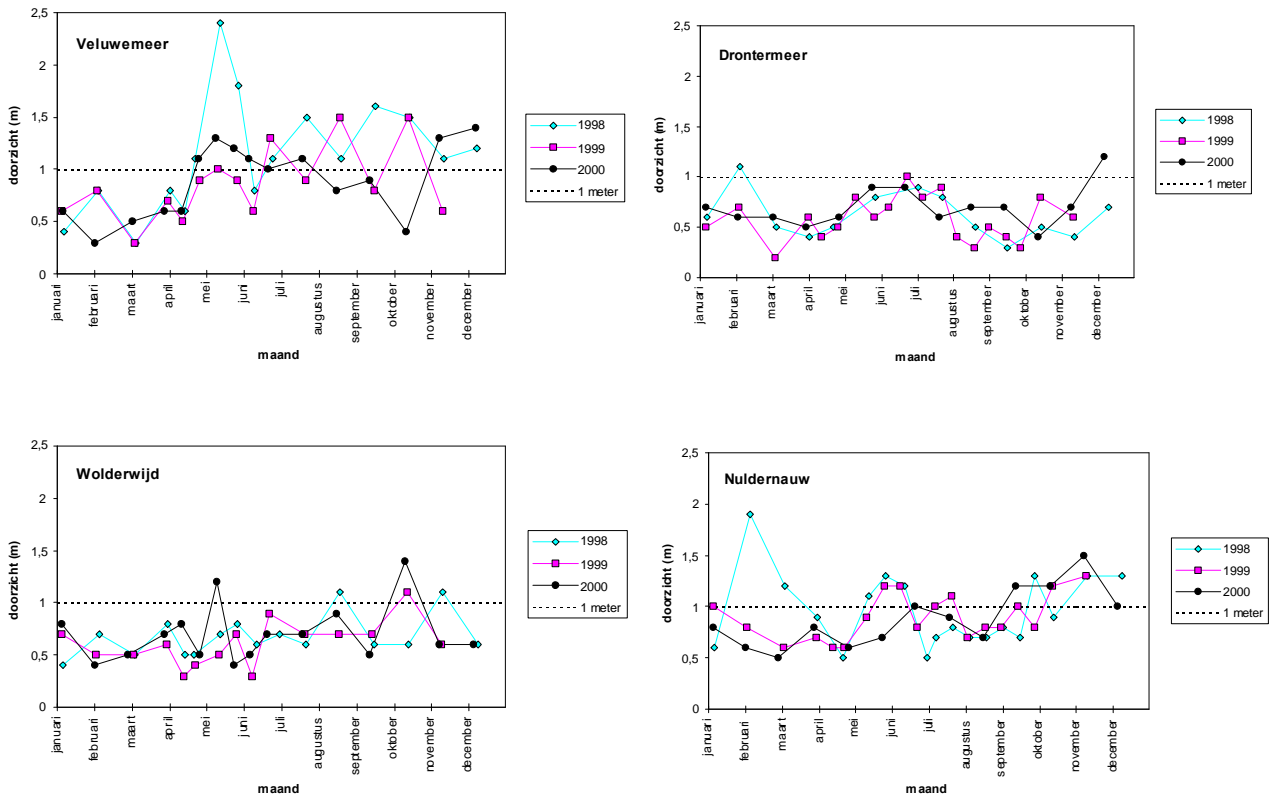


Het verloop van het doorzicht in het Veluwemeer over het jaar 2000 kent een hoogtepunt in de periode van eind april tot half juli en met waarden tussen de 1 m en 1,3 m, om vervolgens weer te zakken tot 0,4 m in oktober, waarna in november en december weer een opleving plaatsvindt naar 1,3 m resp. 1,4 m (zie figuur 2.2). Vanaf eind juni tot en met oktober is het doorzicht lager dan in 1998 en het verloop is minder grillig dan in 1999 in welk jaar meer pieken en dalen te zien waren. In de eerste helft van 2000 zijn de waarden vaak hoger dan in 1999 en in de tweede helft zijn deze wisselend hoger en lager dan in 1999. In het Drontermeer wordt alleen in december 2000 de grens van 1 m overschreden met een waarde van 1,2 m. Het verloop is hetzelfde als in het Veluwemeer met een hoogtepunt in de maanden mei en juni en aan het eind van het jaar in december. Ook hier is het verloop minder grillig dan in 1999 en ook gelijkmatiger dan in 1998. In het Wolderwijd is tweemaal een piek te zien in mei (1,2m) en in oktober (1,4m). In 1999 was geen piek in mei maar wel in oktober. In 1998 waren er wel pieken in de maanden augustus en november maar deze waren minder hoog en overschreden de 1m grens wel. In het Nuldernauw nam het doorzicht door het jaar heen toe met in november een piek van 1,5m. In september en oktober was het doorzicht al 1,2m. In

vergelijking tot 1998 is de piek van februari achterwege gebleven. De pieken in mei en juni in 1998 en 1999 zijn in 2000 afwezig.

Figuur 2.2

Verloop van het doorzicht in 1998, 1999 en 2000

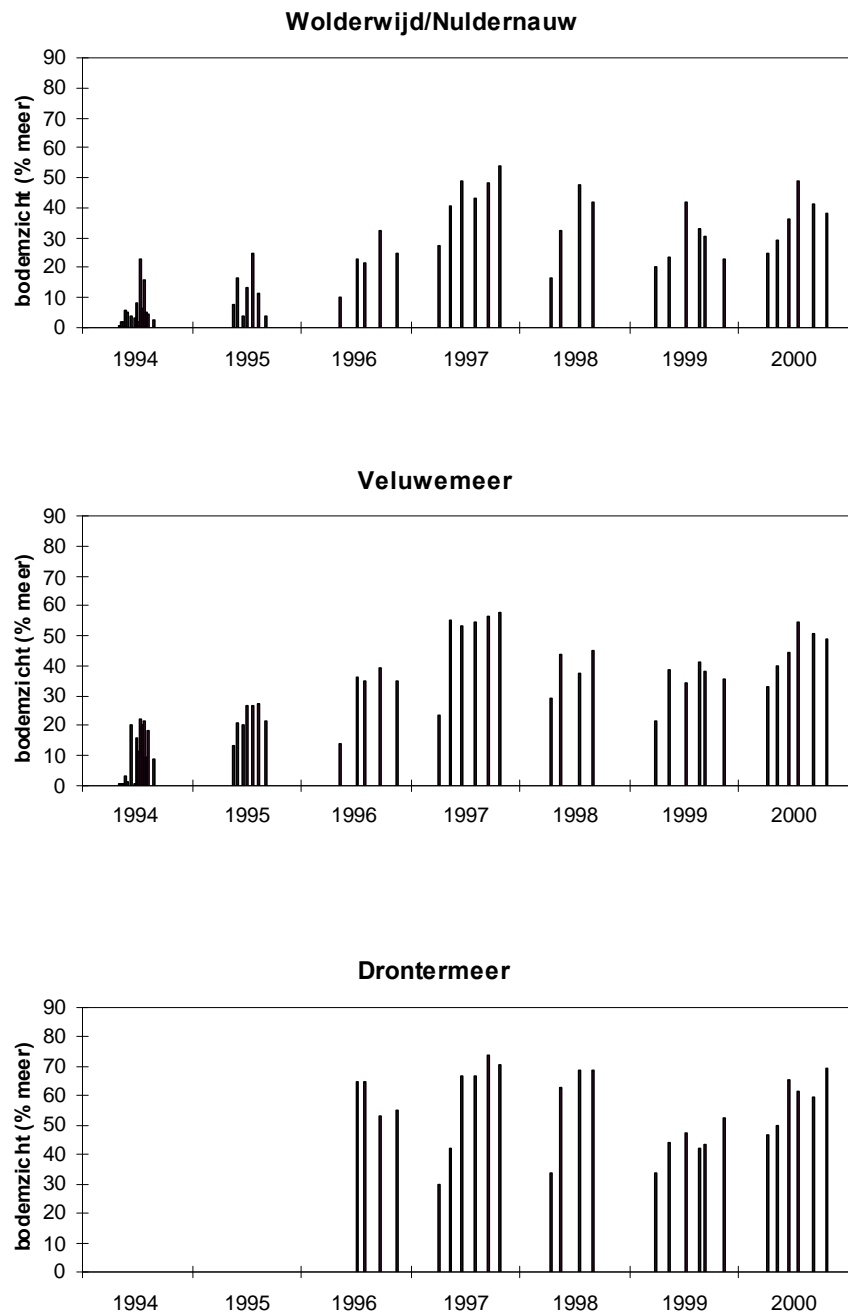


2.2 Bodemzicht

Voor alle Veluwerandmeren geldt dat het oppervlak bodemzicht in 2000 is toegenomen ten opzichte van 1999 (zie figuur 2.3) (Tjeenk Willink, 2001). In 2000 is de oppervlakte bodemzicht toegenomen met de oppervlakte aan kranswieren. Het areaal met bodemzicht bedraagt in 2000 in het Drontermeer ongeveer 65% van het totale meeroppervlak t.o.v. 47% in 1999. In het Veluwemeer bedraagt het areaal ongeveer 54% ten opzichte van 41% in 1999. In het Wolderwijd/Nuldernauw is in 2000 sprake van ongeveer 49% bodemzicht ten opzichte van 42% in 1999. Uit 2.1 bleek al dat het zomerhalfjaargemiddelde doorzicht in de vaargeul is toegenomen in 3 van de 4 Veluwerandmeren (alleen in het Nuldernauw niet) terwijl de hoeveelheid bodemzicht in alle 4 de Veluwerandmeren is toegenomen. Waarbij in acht moet worden genomen dat bij de hoeveelheid bodemzicht naar het hele meer wordt gekeken en bij het doorzicht naar één meetpunt in de vaargeul.

Figuur 2.3

Percentage van het meeroppervlak met bodemzicht in de Veluwerandmeren van 1994-2000 gezien vanuit een vliegtuig



2.3 Nutriënten

De totaal-fosfaat concentraties zijn in 2000 in alle meren lager dan in 1999 met uitzondering van het Nuldernauw (0,079 mg/l in 1999, 0,119 mg/l in 2000) (zie figuur 2.4). In 2000 is de gebiedsgerichte streefwaarde voor totaal-P (< 0,06 P mg/l) wel gehaald in het Veluwemeer en Wolderwijd maar niet in het Drontermeer en Nuldernauw. Vergelijking van de waarden in de vaargeul en in het meetpunt in het kranswierveld laten lagere waarden zien voor totaal-P in het kranswierveld dan in de vaargeul (zie tabel 2.1). In het Veluwemeer is de totaal-P waarde in het kranswierveld 0,043 mg/l en lager dan in de vaargeul

0,047 mg/l. In het Wolderwijd is het totaal-P gehalte in het kranswieveld 0,017 mg/l terwijl dit in de vaargeul 0,048 mg/l is.

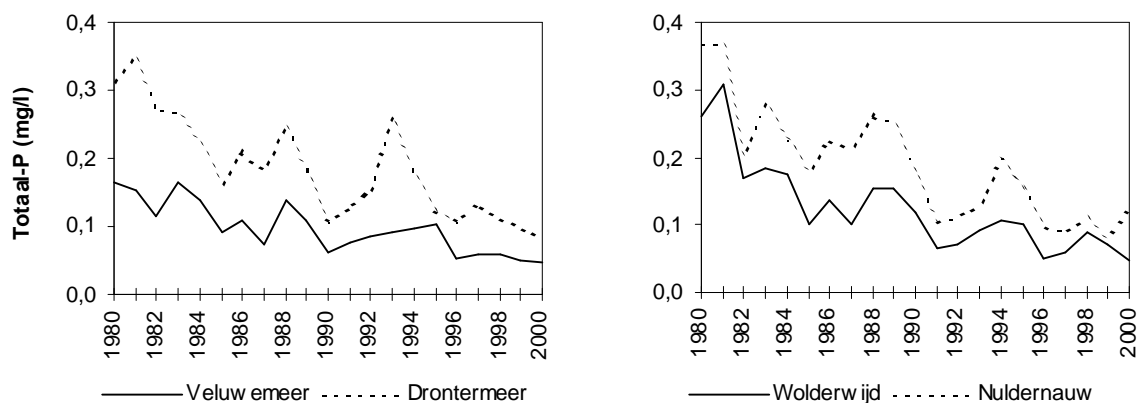
Tabel 2.1

Vergelijking waarden nutriënten in de vaargeul en in het kranswieveld

(mg/l)	Wolderwijd Vaargeul	Wolderwijd kranswieveld	Veluwemeer vaargeul	Veluwemeer kranswieveld
totaal-P	0,048	0,017	0,047	0,043
totaal-N	1,57	2,41	1,68	1,31
PO ₄ -P	0,006	0,017	0,010	0,024
NH ₄ -N	0,05	0,03	0,06	0,04
NO ₂ NO ₃ -N	0,60	0,39	0,63	0,21

Figuur 2.4

Zomerhalfjaargemiddelde totaal-fosfaat concentratie in de Veluwerandmeren vanaf 1980



Figuur 2.5

Zomerhalfjaargemiddelde totaal-stikstof concentratie in de Veluwerandmeren vanaf 1980.



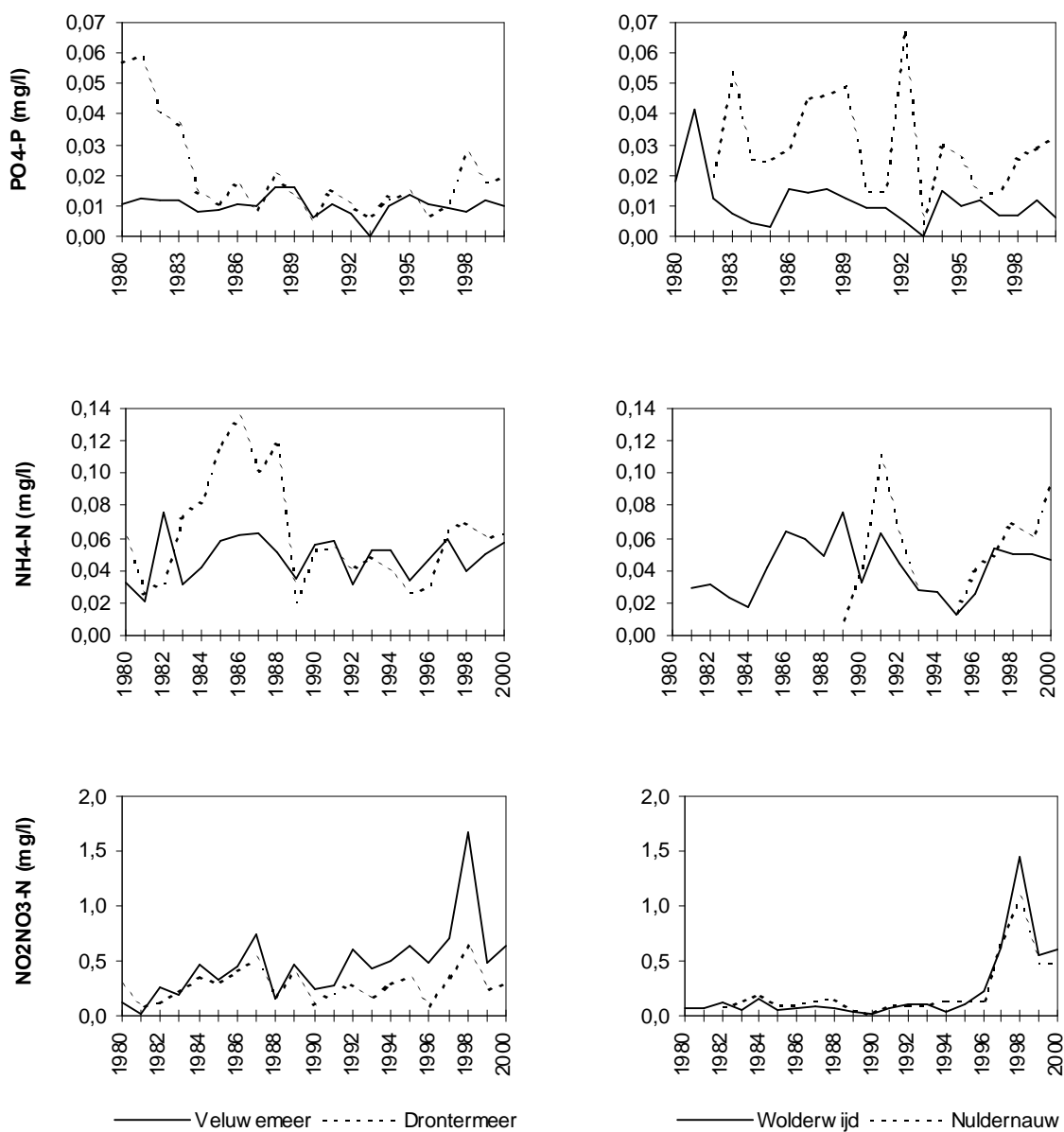
In alle 4 de Veluwerandmeren liggen de totaal-N waarden op de meetpunten in de vaargeul in 1999 en in 2000 onder de MTR-waarde uit de Vierde Nota Waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998) voor N (< 2,2 mg/l N) (zie figuur 2.5). In het Wolderwijd en Veluwemeer is sprake van een toename (een lichte, in het Veluwemeer) van de totaal-N concentratie ten

opzichte van 1999. In het Drontermeer en Nuldernauw is het totaal-N gehalte afgenomen ten opzichte van 1999. Na een top in 1998 liggen de totaal-N concentraties in alle 4 de Veluwerandmeren boven de lagere waarden van 1996 en 1997. In het meetpunt in het kranswierveld van het Wolderwijd is de totaal-N waarde 2,41 mg/l en daarmee hoger dan de streefwaarde voor N en hoger dan 1,57 mg/l in de vaargeul (zie tabel 2.1). In het meetpunt in het kranswierveld in het Veluwemeer is de totaal-N waarde 1,31 mg/l en daarmee lager dan 1,68 mg/l in de vaargeul.

De zomergemiddelde ortho-P concentratie is in 2000 ten opzichte van 1999 in het Nuldernauw toegenomen en in het Veluwemeer, Wolderwijd en Drontermeer afgenomen (zie figuur 2.6). Vergelijking van de gehalten bij de meetpunten in het kranswierveld en in de vaargeul laat voor de meetpunten in het kranswierveld hogere gehalten zien dan bij de vaargeul (zie tabel 2.1).

Figuur 2.6

Zomerhalfjaargemiddelde opgelost-fosfaat en -stikstof concentraties in de Veluwerandmeren vanaf 1980.



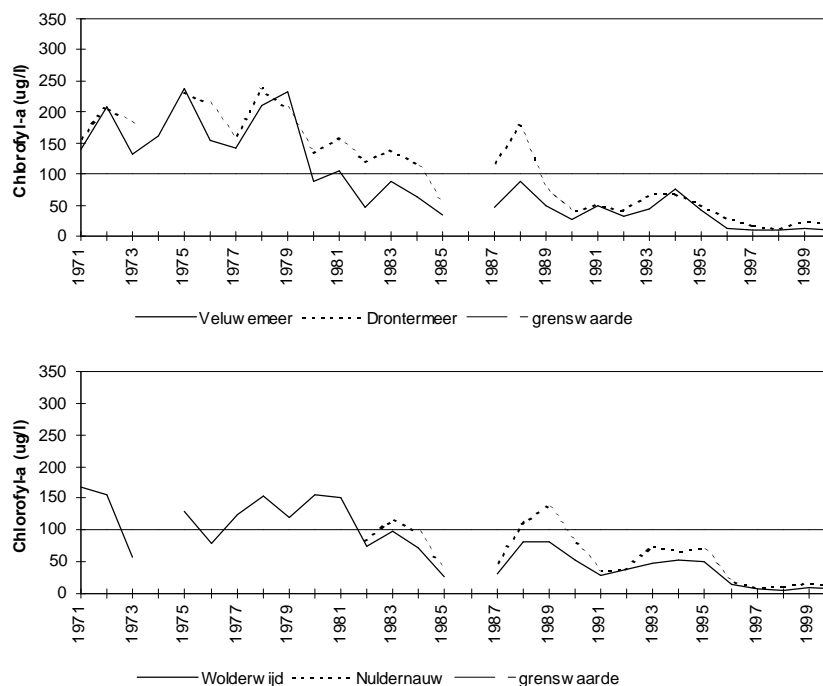
De zomergemiddelde ammoniumconcentraties zijn gelijk gebleven ten opzichte van 1999 in het Wolderwijd en Drontermeer (zie figuur 2.6). In het Nulder Nauw en Veluwemeer is sprake van een kleine toename. Vergelijking van de ammonium concentraties in het kranswielveld en in de vaargeul (tabel 2.1) laat zowel in het Veluwemeer als in het Wolderwijd hogere waarden in de vaargeul zien dan in het kranswielveld. De zomergemiddelde nitriet-nitraatconcentraties zijn in 2000 in het Wolderwijd, Veluwemeer en Drontermeer toegenomen ten opzichte van 1999 (zie figuur 2.6). In het Nulder Nauw is sprake van een lichte afname. De vergelijking van de waarden in het kranswielveld en bij de vaargeul in het Veluwemeer en Wolderwijd laat een hogere waarde in de vaargeul zien voor nitriet-nitraat voor de beide meren.

2.4 Chlorofyl-a

De zomerhalfjaargemiddelde chlorofyl-a concentratie is in 2000 in alle 4 de Veluwerandmeren afgenomen (figuur 2.7). In het Wolderwijd is het gehalte lager (6,8 µg/l in 2000 en 10,0 µg/l in 1999) dan in de andere Veluwerandmeren. In het Veluwemeer is een verschuiving van 11,4 µg/l in 1999 naar 8,9 µg/l in 2000. In het Nulder Nauw is een afname geconstateerd van 15,7 µg/l in 1999 naar 11,9 µg/l in 2000. En het Drontermeer, tenslotte, laat een afname zien van 22,6 µg/l in 1999 naar 18,6 µg/l in 2000.

Figuur 2.7

Zomerhalfjaargemiddelde chlorofyl-a concentraties in de Veluwerandmeren vanaf 1980.

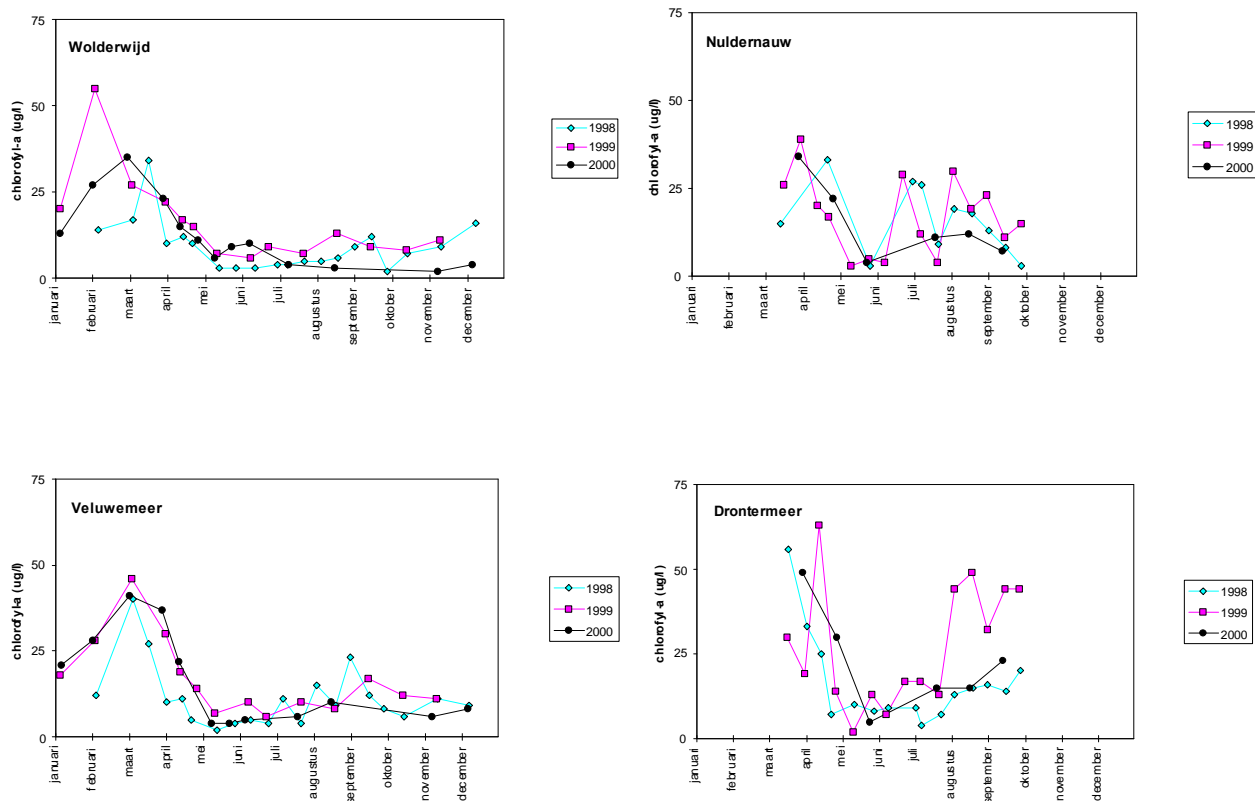


Het verloop van de chlorofyl-a concentraties door het jaar heen is als volgt (figuur 2.8). In het Wolderwijd is begin van 2000 een toename tot eind februari een waarde van 35 µg/l wordt bereikt. Dan is er over het verdere voorjaar en de zomer een afname tot een minimale waarde van 2 µg/l in november. In het Nulder Nauw is alleen in de zomermaanden gemeten (in dit geval van maart tot en met september). De maximale waarde is eind maart gemeten, 34 µg/l, en vervolgens is er een afname tot 4 µg/l in mei waarna over de rest van het jaar het chlorofyl-a gehalte weer voorzichtig toeneemt. In het Veluwemeer zijn in het voorjaar tot en met april hogere waarden aangetroffen, met een maximale

waarde begin maart van 41 µg/l. Daarna is er een afname tot een minimum in mei, 4 µg/l, en in de zomer en het najaar blijven de waarden vervolgens laag. In het Drontermeer is alleen in de zomerperiode gemeten (in dit geval van maart tot en met september). Eind maart heeft het chlorofyl-a gehalte de hoogste waarde over de zomer periode, 49 µg/l, vervolgens is er een daling tot in mei, 5µg/l, en weer een toename tot 23 µg/l in september, het eind van de zomer.

Figuur 2.8

Verloop van de chlorofyl-a concentratie in (µg/l) in de Veluwerandmeren in 1998, 1999 en 2000.



Vergelijking van de chlorofyl-a gehalten in de meetpunten boven de kranswievelden en bij de meetpunten in de vaargeul laat zien, dat in het Wolderwijd het chlorofyl-a gehalte in de vaargeul hoger is dan in het kranswieveld en dat in het Veluwemeer het chl-a gehalte hoger is bij het kranswiermeetpunt dan in de vaargeul (tabel 2.2).

Tabel 2.2

Vergelijking zomergemiddelde waarden chlorofyl-a in in de vaargeul en in het kranswieveld in 2000.

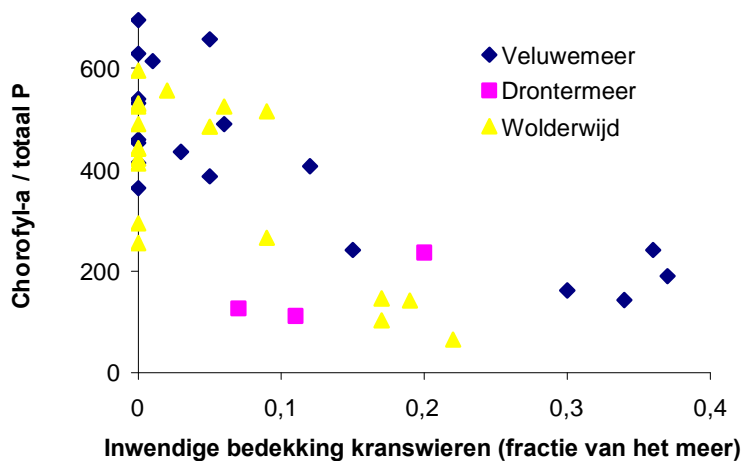
(µg/l)	Wolderwijd vaargeul	Wolderwijd kranswieveld	Veluwemeer vaargeul	Veluwemeer kranswieveld
chl- a	6,8	4,8	8,9	10,2

2.5 Nutriëntenbeperking van de algengroei

Sinds de terugkeer van kranswieren is de mate van nutriënten beperking voor groei van algen afgenomen. Het meest illustratief hiervoor is de verhouding tussen de hoeveelheid chlorofyl-a per hoeveelheid fosfaat. Deze verhouding was in de jaren zonder kranswieren rond de 500 en was na terugkeer van de kranswieren gereduceerd tot minder dan 200 (Figuur 2.9). De algenbiomassa is onder de huidige omstandigheden dus relatief laag. Dit kan worden verklaard doordat algen last hebben van waterplanten of van toegenomen graasdruk van Driehoeksmosselen, waardoor ze het huidige nutriënten aanbod niet volledig benutten. Beperking van stikstof is in de laatste jaren niet van belang als limiterende factor voor de groei van algen.

Figuur 2.9

Chlorofyl-P verhouding in relatie tot de inwendige bedekking van kranswieren in het Veluwemeer, Wolderwijd-Nuldernauw en het Drontermeer.

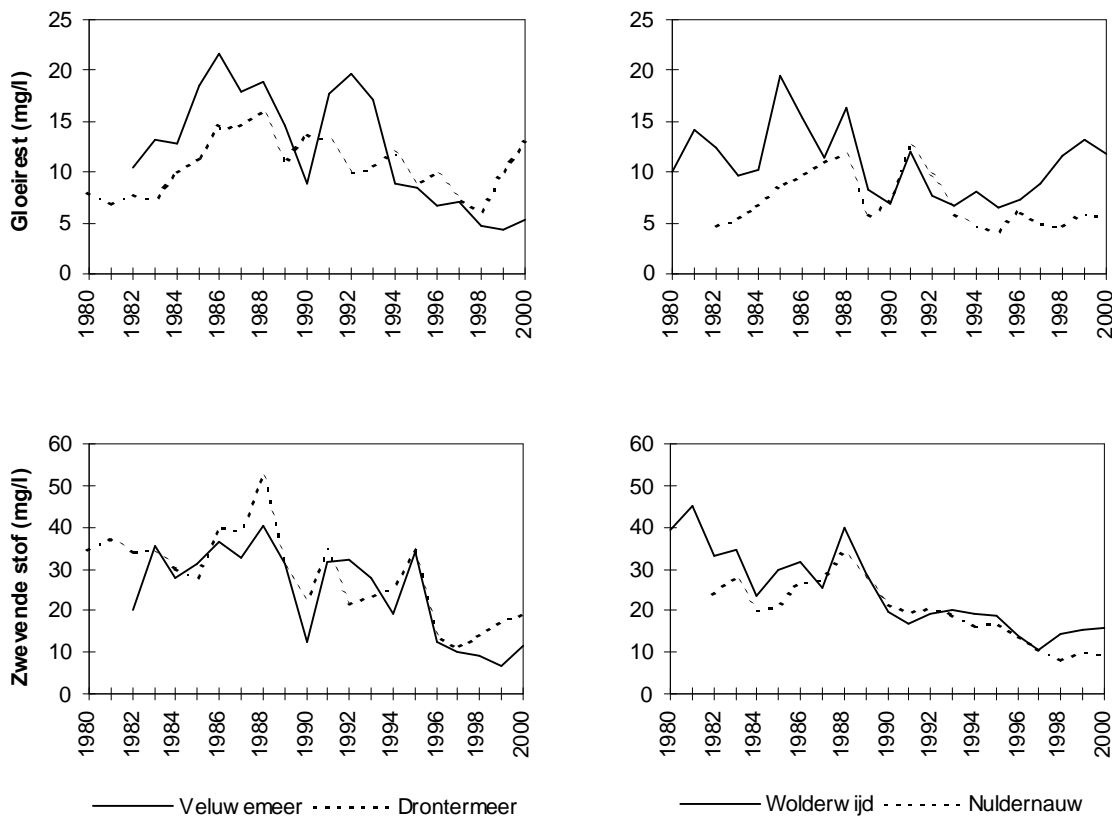


2.6 zwevend stof en gloeirest

Het gloeirest gehalte is in 2000 in het Wolderwijd en Nuldernauw lager dan in 1999 (zie figuur 2.10). In het Veluwemeer en Drontermeer is sprake van een toename ten opzichte van 1999. Het zwevend stof gehalte is in het Wolderwijd, Veluwemeer en Drontermeer toegenomen ten opzichte van 1999. In het Nuldernauw is sprake van een afname.

Figuur 2.10

Zomerhalfjaargemiddelde zwevend stof en gloeirest concentraties in de Veluwerandmeren in de periode 1980-2000.



2.7 Conclusies

Veluwemeer

Het doorzicht en het oppervlak aan bodemzicht zijn in het Veluwemeer toegenomen ten opzichte van 1999. Het totaal-P gehalte, ortho-P en chlorofyl-a kende een afname. Het totaal-N en de opgeloste N-verbindingen kenden een toename in het Veluwemeer. Het gloeirest en het zwevend stof gehalte zijn toegenomen ten opzichte van 1999.

Wolderwijd

In het Wolderwijd zijn evenals in het Veluwemeer het doorzicht en de hoeveelheid bodemzicht toegenomen ten opzichte van 1999. Totaal-P, ortho-P en chlorofyl-a kenden een afname, terwijl totaal-N en de nitriet-nitrat gehalten zijn toegenomen ten opzichte van 1999. Het ammonium gehalte is gelijk gebleven. De gloeirest concentratie nam af en het zwevend stof gehalte is toegenomen ten opzichte van 1999.

Nuldernauw

In het Nuldernauw is het doorzicht lager in 2000 dan in 1999. Het oppervlak bodemzicht is wel toegenomen. De fosfaat gehalten (totaal-P en ortho-P) zijn hoger dan in 1999. Totaal-N en nitriet-nitrat gehalten zijn afgenomen terwijl het ammonium gehalte toenam. Het chlorofyl-a gehalte is lager dan in 1999. De gloeirest en zwevend stof concentratie namen beiden af.

Drontermeer

Het doorzicht en de hoeveelheid bodemzicht zijn toegenomen in het Drontermeer. Totaal-P en ortho-P kenden een afname. Het totaal-N gehalte nam af, het ammonium gehalte bleef gelijk en het nitriet-nitraat gehalte nam toe. Chlorofyl-a is in 2000 in lagere concentratie aanwezig dan in 1999. Over het gloeirest gehalte en de zwevend stof concentratie kan worden gezegd dat deze beiden zijn toegenomen ten opzichte van 1999.

De 4 Veluwerandmeren

Over het geheel bekeken kan wat betreft doorzicht en bodemzicht een verbetering worden gesignaleerd ten opzichte van 1999. Wanneer de nutriënten worden bekeken is een verbetering voor totaal-P waarneembaar in alle 4 de meren behalve het Nuldernauw en een verbetering van het totaal- N gehalte in Nuldernauw en Drontermeer. Het chlorofyl-a gehalte is in 2000 afgenomen in alle 4 de meren. Het zwevend stof en gloeirest gehalte kende voor de 4 meren een wisselend verloop.

3 Fytoplankton

De gegevens van het plankton zijn verwerkt en uitgebreid gepresenteerd in Bijkerk (2001). Er zijn nauwelijks gegevens van de algensamenstelling in het Drontermeer en Nuldernauw door een te lage meetfrequentie.

3.1 Veluwemeer

In 2000 was er nog steeds sprake van een sterk gereduceerd biovolume van alle hoofdgroepen ten opzicht van de periode 1995 en eerder. Dit is overeenkomstig het verloop van het chlorofyl gehalte en is te wijten aan de veranderingen in het ecosysteem met als meest kenmerkend de toename van waterplanten. In 2000 was (evenals in 1998) sprake van een opvallend hoge voorjaarspiek van diatomeeën. In 2000 ging het om *Diatoma tenuis*, terwijl in 1998 een andere soort betrof (*Cyclotella ocellata*). In 2000 was er geen sprake van een duidelijke voorjaarspiek van blauwalgen die in 1999 wel optrad als gevolg van het rustige warme voorjaarsweer en de zachte winter. De algen indicierend voor hypertrofe omstandigheden (*Planktothrix/Aphanizomenon*) speelden in 2000 evenals in voorgaande jaren geen rol van betekenis, hoewel het totale aandeel van blauwalgen (biovolume) gemiddeld wel twee keer hoger was dan in 1999. De potentieel drijfslaag vormende soorten (*Microcystis/Anabaena*) werden minder waargenomen dan in 1999 en maakte maar een klein deel uit van het biovolume.

3.2 Wolderwijd

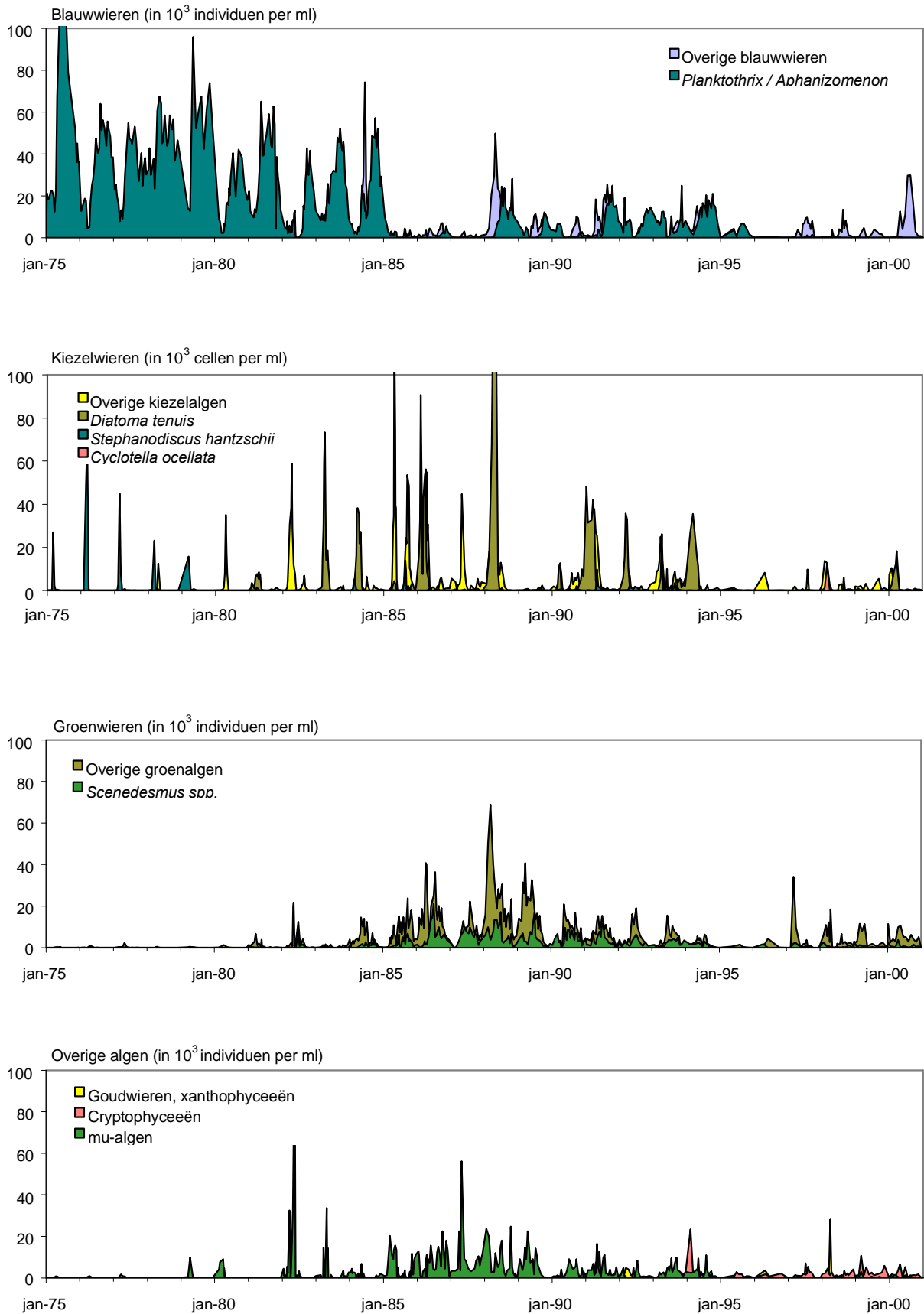
In grote lijnen was de fytoplanktonontwikkeling in het Wolderwijd vergelijkbaar met het Veluwemeer. Ook hier trad in het voorjaar van 2000 een bloei op van diatomeeën (dezelfde soort als in het Veluwemeer). In het Wolderwijd was het aandeel kleinere blauwalgen (Chlorococcales) hoger dan in 1999. Dit was in het Veluwemeer ook zo, maar niet zo extreem. Evenals in het Veluwemeer was het aandeel van potentieel drijfslaagvormende blauwalgen niet noemenswaardig.

3.3 Conclusie

Er zijn geen grote veranderingen opgetreden in het biovolume van het fytoplankton ten opzichte van andere jaren. Evenals in 1998 werd wel in het voorjaar weer een piek waargenomen in het biovolume van diatomeeën, maar bleef een voorjaarsbloei van blauwalgen, zoals optrad in 1999, uit.

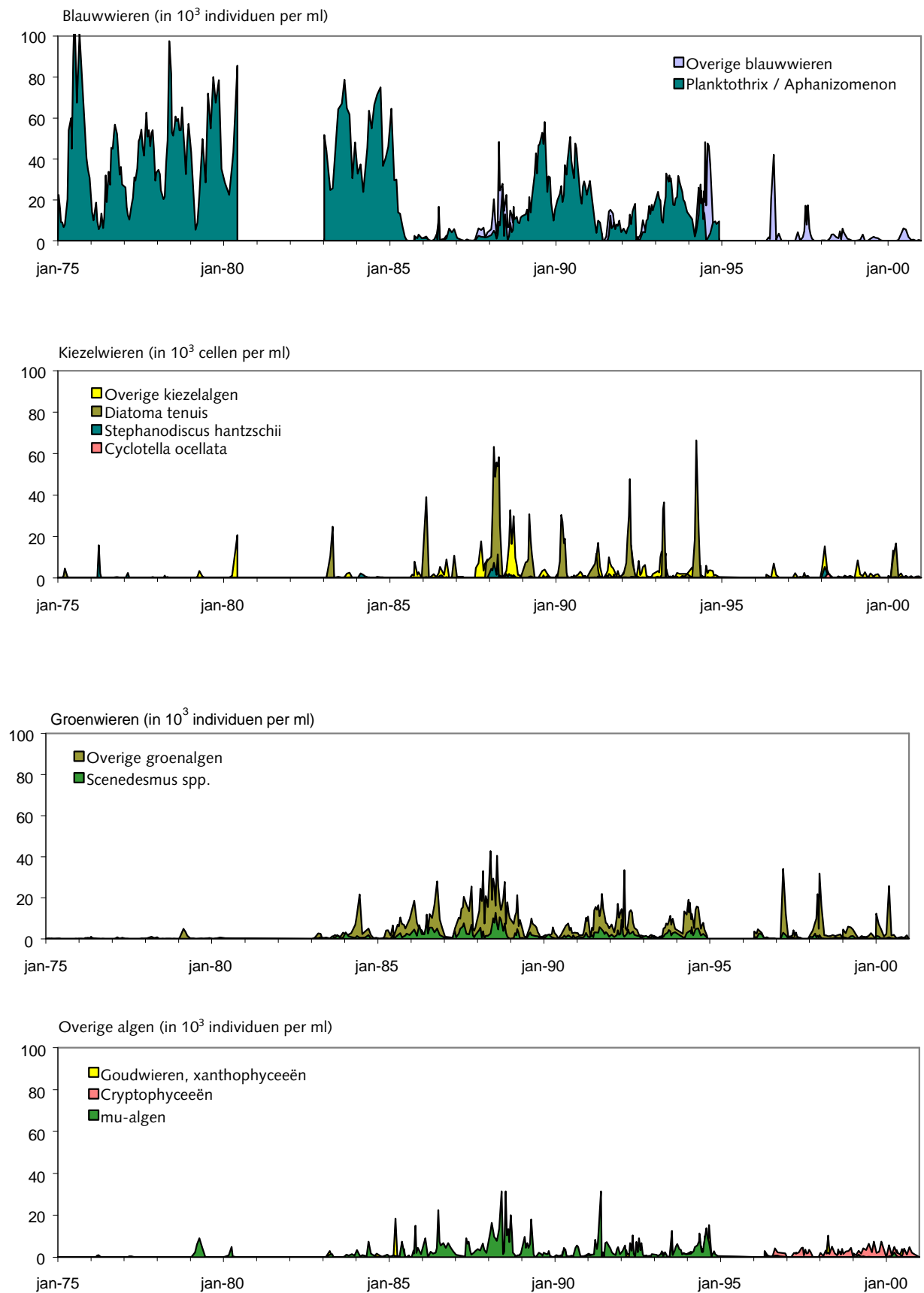
Figuur 3.1

Abundantie and soortensamenstelling van fytoplankton in het Veluwemeer (vaargeul) van 1975 tot 2000.

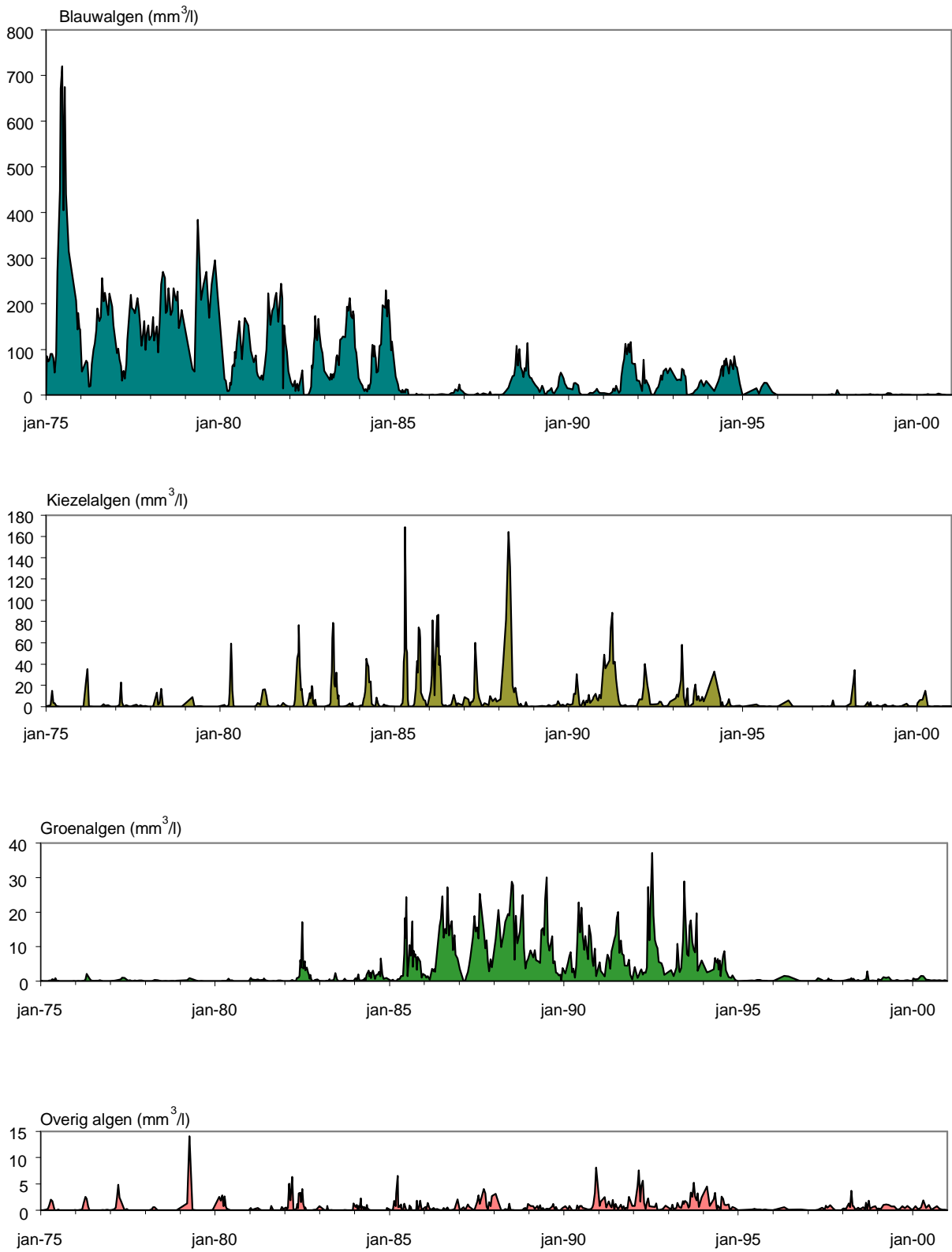


Figuur 3.2

Abundantie and soortensamenstelling van fytoplankton in het Wolderwijd (vaargeul) van 1975 tot 2000. Geen data uit tweede helft 1980-1982 en uit 1995.

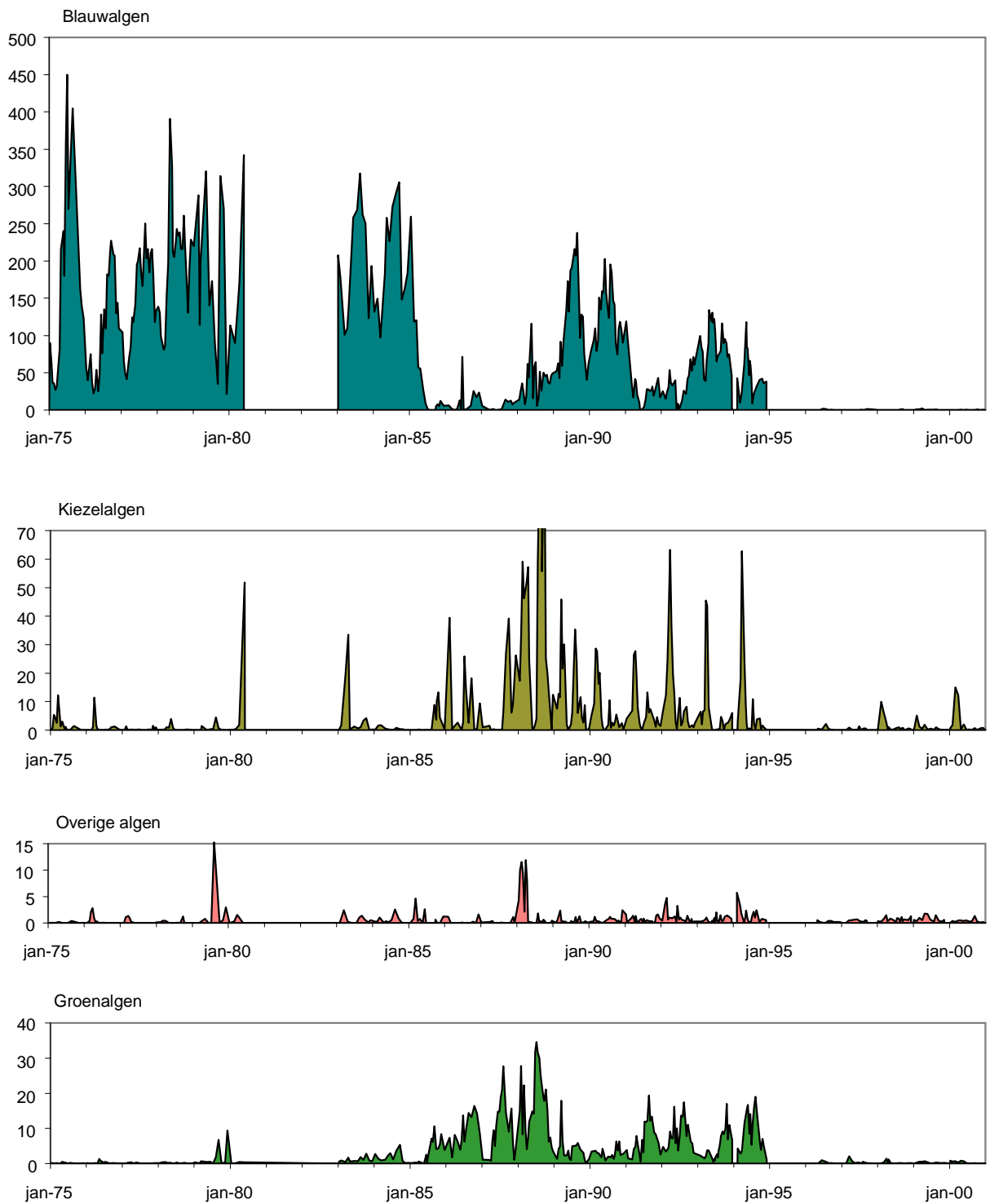


Figuur 3.3
Biovolume per hoofdgroep van fytoplankton in het Veluwemeer (vaargeul) van 1975 tot 2000.



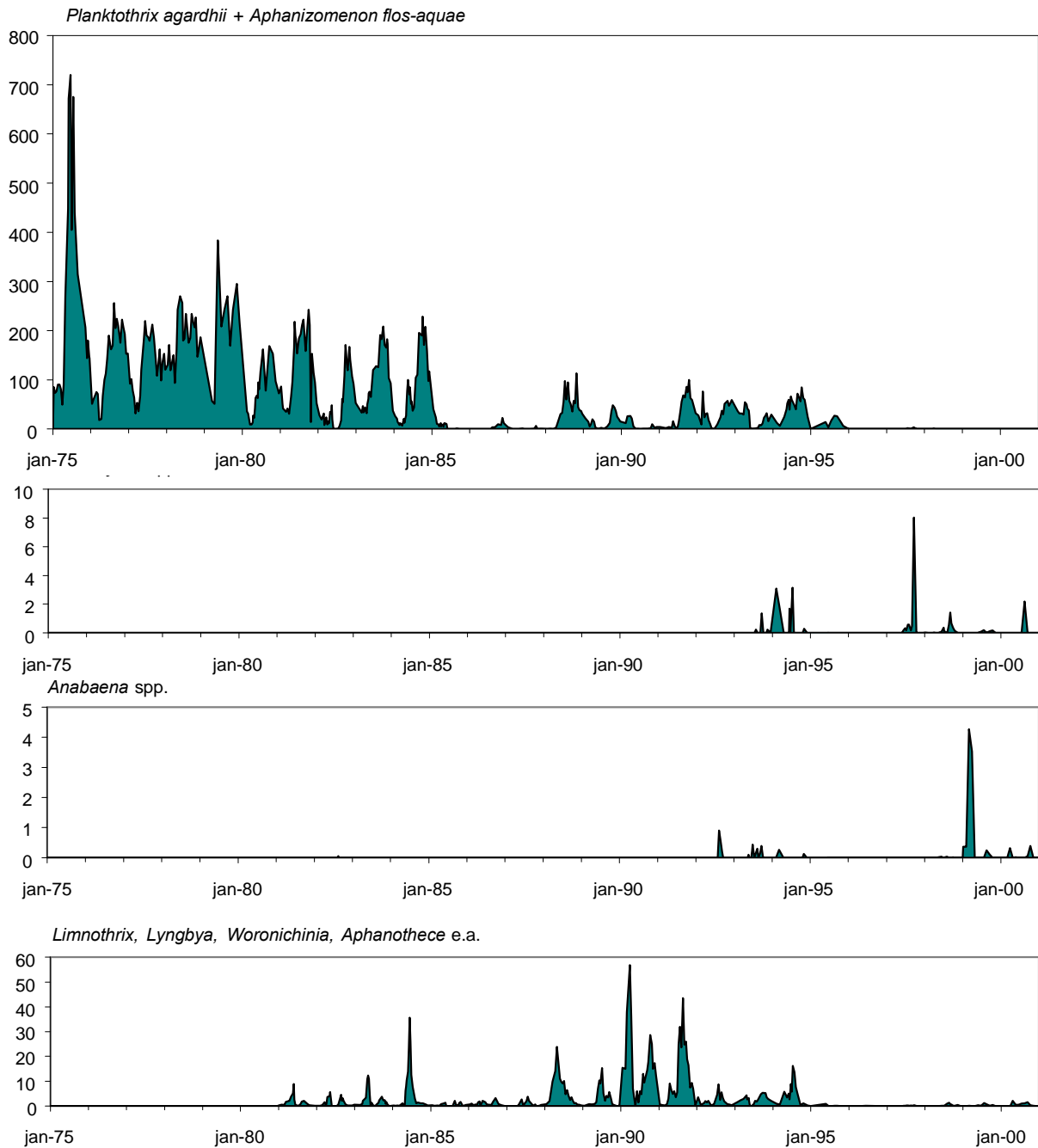
Figuur 3.4

Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Wolderwijd (vaargeul) van 1975 tot 2000. Geen data uit tweede helft 1980-1982 en uit 1995



Figuur 3.5

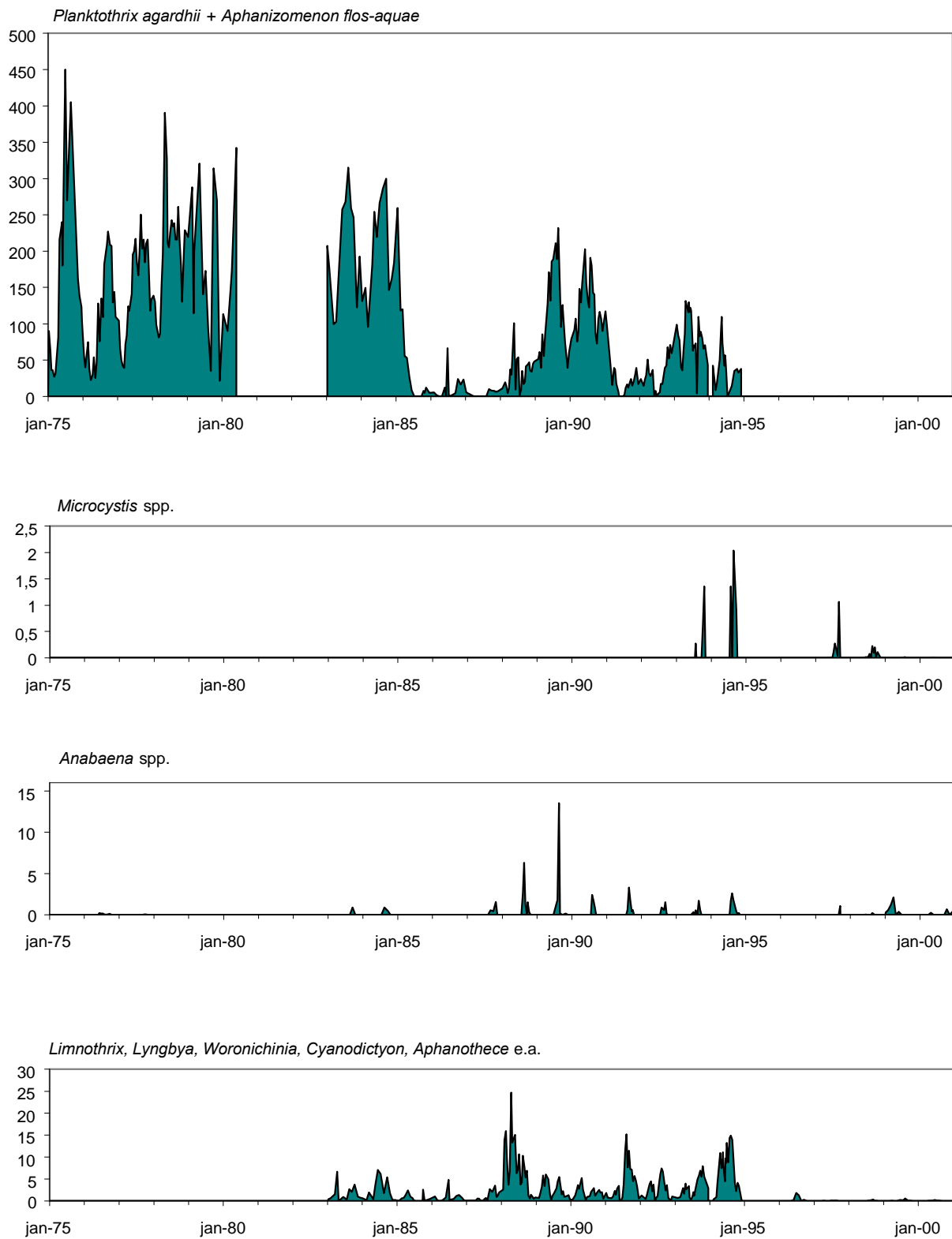
Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Veluwemeer (vaargeul) van 1975 tot 2000.



Figuur 3.6

Biovolume en soortensamenstelling van blauwalgen in het Wolderwijd (vaargeul) van 1975 tot 2000.

Geen data uit tweede helft 1980-1982 en uit 1995.



4 Zooplankton

Gegevens over zoöplankton in het Drontermeer en het Nuldernauw zijn niet beschikbaar, zodat hier alleen het Veluwemeer en het Wolderwijd worden besproken.

4.1 Dichtheid Veluwemeer

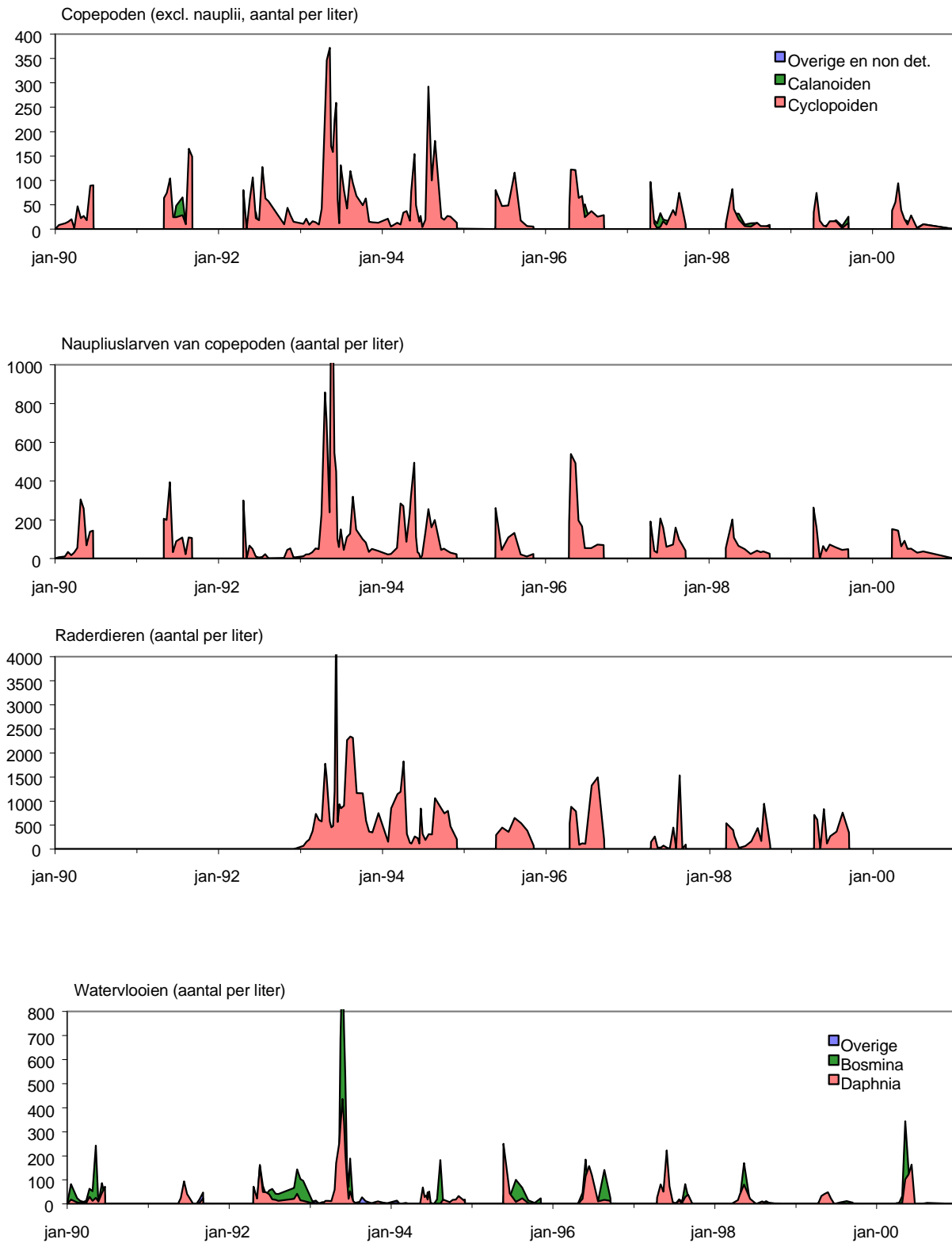
In 2000 was de voorjaarspiek van watervlooien beduidend hoger dan in voorgaande jaren. Het meest talrijk was *Bosmina*. De watervlooien verdwenen volledig in de zomer evenals eerdere jaren gebeurde. De andere zooplankton groepen vertoonden een vergelijkbaar beeld als voorgaande jaren.

4.2 Dichtheid Wolderwijd

De dichtheid van watervlooien in het Wolderwijd vertoonde in 2000 een afwijkend beeld. *Daphnia* was nagenoeg afwezig en er was een extreme voorjaarspiek van *Bosmina*. De andere groepen vertoonden een vergelijkbaar beeld als in andere jaren.

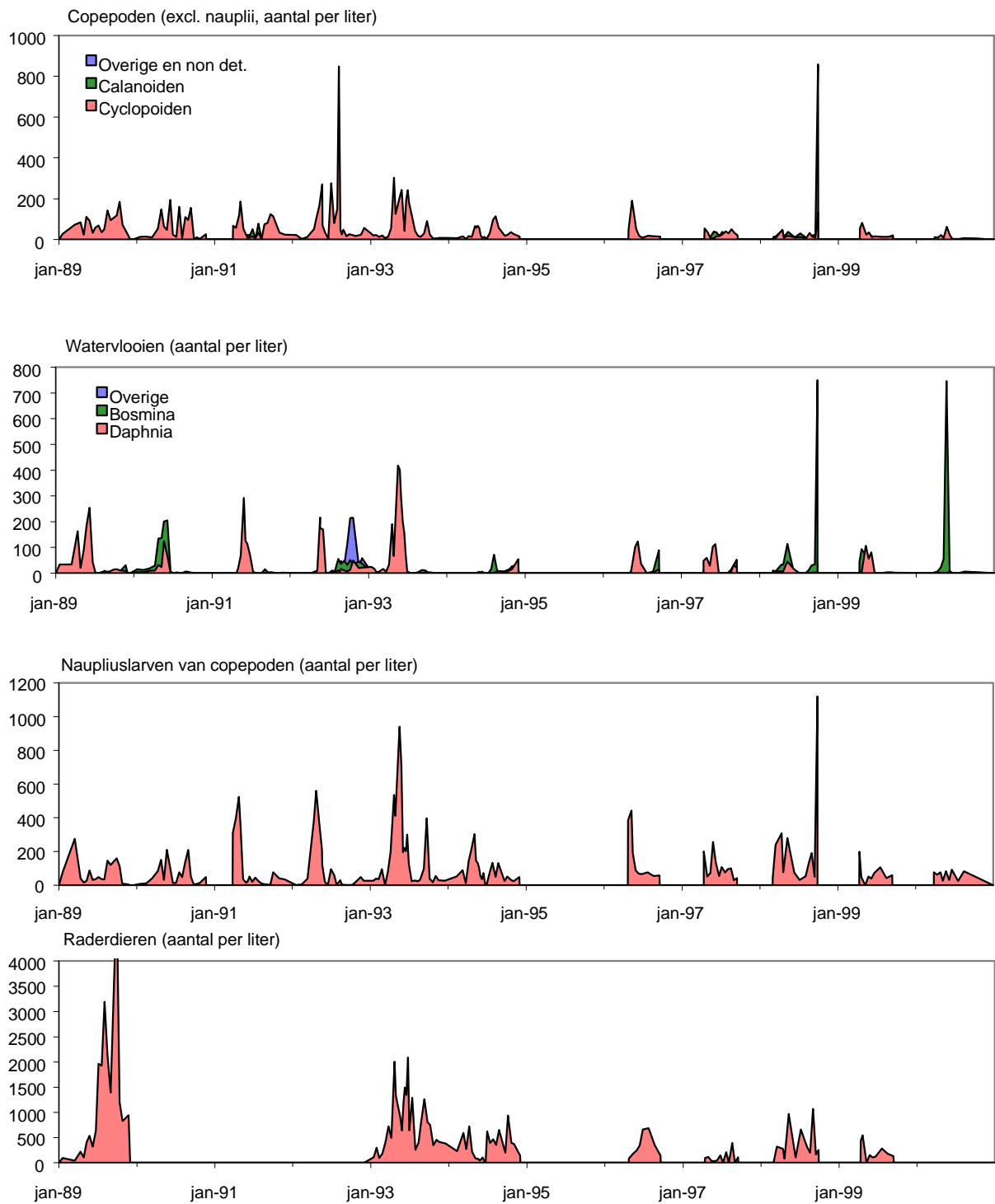
Figuur 4.1

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



Figuur 4.2

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



5 Waterplanten

5.1 Doelstelling watervegetatie

Watervegetatie is direct of indirect de belangrijkste stabiliserende factor van helder water in de Veluwerandmeren. Een stochastisch model van de relaties tussen fosfaataanvoer, waterhelderheid en kranswierbedekking heeft laten zien dat een aanzienlijke bedekking van het meer (70% van het meer bedekt met kranswieren, overeenkomend met 30 % van het gebied dat voor 100 % bedekt is) met kranswieren nodig is voor het behalen van de streefnorm van het doorzicht van 1m (Meijer et al., 1999). Ook andere soorten waterplanten dragen bij aan het positieve effect op de waterkwaliteit, maar zijn in de Veluwerandmeren door hun lagere abundantie minder belangrijk. De toename van de watervegetatie heeft ook een keerzijde doordat planten overlast veroorzaken voor de watersport. Sinds 1999-2000 is door RDII een onderzoek uitgevoerd om de overlast door maaibeheer te beperken. Op basis van dit onderzoek is besloten geen kranswieren te verwijderen, maar alleen plaatselijk Doorgroeid fonteinkruid, dat boven de kranswieren uitkomt te maaien. De plaats en de hoeveelheid varieert van jaar tot jaar en hangt af van de mate overlast en de mate van begroeiing.

5.2 Methoden

De watervegetatie in de Veluwerandmeren wordt intensief gemonitord. Voor de methode en de presentatie van de basisresultaten wordt verwezen naar De Witte et al., 2000. De methode van karteren is iets minder intensief geworden (minder punten voor Wolderwijd en Veluwemeer) en geven daarom minder precieze schattingen van de bedekking dan in voorgaande jaren. Voor sommige soorten die heterogeen verdeeld over het voorkomen (Doorgroeid fonteinkruid) kan de minder intensieve methode gevolgen hebben voor de vergelijkbaarheid met voorgaande jaren. De bedekking van waterplanten kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. Het totale oppervlak of areaal waarop waterplanten voorkomen, ongeacht de dichtheid waarin, wordt de uitwendige bedekking genoemd. Doordat waterplanten in verschillende dichtheden voorkomen kan worden berekend wat het fictieve oppervlak is, waarin waterplanten voorkomen met 100 % bedekking. Dit wordt ook wel het inwendige bedekkingspercentage genoemd.

5.3 Ontwikkeling watervegetatie 2000

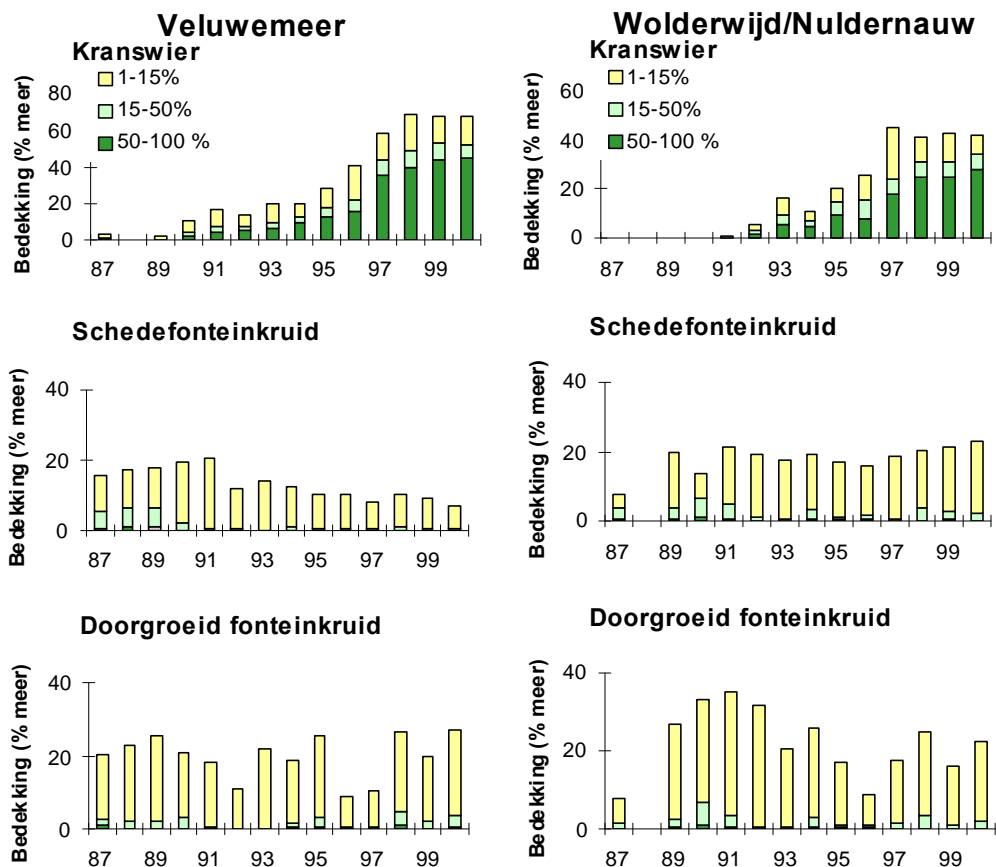
Veluwemeer De samenstelling en hoeveelheid watervegetatie lieten in 2000 weinig spectaculaire veranderingen zien ten opzichte van de voorgaande jaren. Het kranswieren areaal is met 68 % van het meeroppervlak exact gelijk gebleven aan de voorgaande jaren. De inwendige bedekking nam iets toe van 36 naar 37 door opvulling van velden op de wat diepere delen. De soortenrijkdom binnen de kranswervegetatie neemt nog steeds toe. Eind jaren negentig kwamen er 4 soorten voor (*Chara aspera*, *Chara globularis*, *Chara contraria* en *Nitellopsis obtusa*) en sinds 1999 neemt *Tolypella glomerata* behoorlijk toe. Dit kranswier komt vooral rond de 1 m zone voor en heeft een sterker pionier karakter dan de andere soorten en is vroeg in het seizoen al verdwenen (juli-augustus). De soort wordt nog niet onderscheiden door de

meetdienst, en is gezien het tijdstip van karteren (juli-augustus) niet haalbaar. Ook *N. obtusa* neemt de laatste jaren toe vooral op de diepere delen. Het areaal Schedefonteinkruid bereikte een historische dieptepunt met 7 % bedekking van het meer. Dichte velden van Schedefonteinkruid bleken ook niet of nauwelijks voor te komen (minder dan 0.3 % van het meeroppervlak dichter bedekt dan 15 % bedekking). Schedefonteinkruid komt evenals voorgaande jaren vooral voor in een smalle ondiepe strook langs de oude landzijde. De afname van Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) wordt verklaard door de verdere toename van kranswieren die in helder water de competitie om nutriënten winnen van Schedefonteinkruid. Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) bereikte in 2000 de hoogste bedekking van de laatste 10 jaar, hoewel de bedekking maar iets hoger was (27 %) dan in het voorgaande topjaar 1998 met 25 % bedekking. De soort wisselt sterk van jaar tot jaar en de dichte bedekkingen maken een klein deel uit van de totale bedekking.

Wolderwijd en Nuldernaau In het Wolderwijd zijn de kranswieren na twee jaar van afname weer iets toegenomen. Het duidelijkst was deze toename te zien in het inwendige bedekkingspercentage dat toenam van 17 naar 19 %. Dit was vooral te wijten aan opvulling van diepere delen net ten zuidwesten van de vaargeul die in 1999 sterk achteruitgegaan waren. Het areaal Schedefonteinkruid neemt de laatste wat toe, maar de dichtheid van de vegetatie is in 2000 wederom afgenomen. Opmerkelijk is dat er in 2000 weer een veld Schedefonteinkruid is gevonden in het relatief diepe deel van het Wolderwijd ten noordwesten van de vaargeul.

Figuur 5.1

Bedekking van drie dominante waterplanten in het Wolderwijd/Nuldernaau en het Veluwemeer.

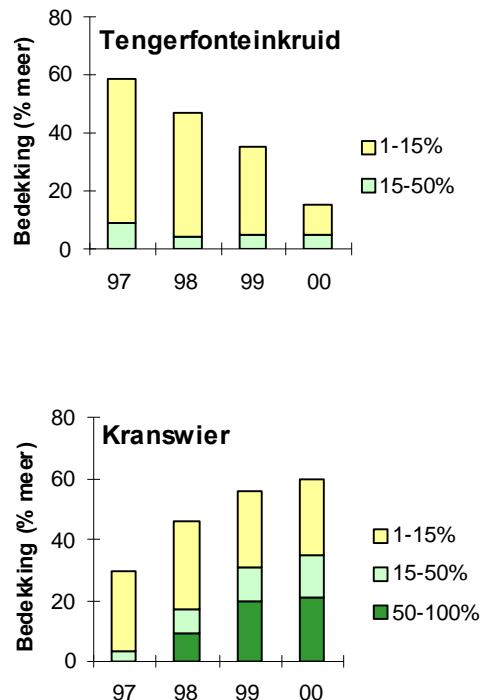


Dit veld is eerder aangetroffen in voorgaande jaren, maar was afwezig in 1999. Doorgroeidfonteinkruid bedekte het Wolderwijd en Nuldernauw voor ongeveer 22 %. Het voorkomen concentreert zich steeds meer in een langgerekte brede band net ten zuiden van de vaargeul.

Drontermeer Kranswieren namen ook in 2000 verder toe tot bijna 60 % bedekking (figuur 5.2). Dit komt overeen met 22 % inwendige bedekking. De toename van kranswieren in het *Drontermeer* gaat ten kosten van Tengerfonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) dat wederom verder afnam tot iets meer dan 10 % van het areaal. Schedefonteinkruid is met name onder het eiland Reve sterk toegenomen en bedekt nu ongeveer 20 % van het meer.

Figuur 5.2

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



5.4 Discussie

De dominante positie van kranswieren in de watervegetatie van de Veluwerandmeren heeft zich in 2000 verder versterkt. Alleen in het Veluwemeer wordt de streefwaarden van 30 % inwendige bedekking bereikt. Voor het Wolderwijd wordt voor de komende jaren geen uitbreiding van de kranswieren verwacht, doordat het water in de vaargeul (en waarschijnlijk ook ten noorden van de vaargeul) te diep en vrij slibrijk is. Een kleine toename van de inwendige bedekking is nog mogelijk bij opvulling van open vegetaties. Voor het *Drontermeer* wordt ook een toename verwacht, maar kan mogelijk geremd worden ook door de toename van slib in het water. De oorzaak hiervoor is onduidelijk, maar heeft mogelijk te maken met een toenemend effect van scheepvaart. De scheepvaart heeft een grotere vaardiepte wat in combinatie met dichtslibbing van de vaargeul kan leiden tot opwerveling van slib. Een

verbetering van het lichtklimaat valt op dit moment vooral te halen in het terugdringen van het slibgehalte (Wolderwijd en Drontermeer) en niet in het terugdringen van chlorofyl-a gehalten, omdat deze al behoorlijk laag zijn. De toename van soortenrijkdom binnen de kranswervegetatie en verschuivingen in dominantie van soorten laten zien dat de huidige vegetatie nog niet in het eindstadium bevindt.

De bedekking van perifyton is in 2000 voor het eerst gekarteerd. De eerste schattingen wijzen uit dat onder de huidige omstandigheden het perifyton geen ernstige bedreiging vormt voor waterplanten (Van den Berg & Rutten, 2000). Het verdient wel de aanbeveling de ontwikkeling verder te volgen.

5.5 Conclusies

Het Veluwemeer haalt als enige meer de norm van 30 % inwendige bedekking. De hoeveelheid kranswieren stabiliseert zich, maar de soortensamenstelling ontwikkelt zich nog volop. Goede kwantitatieve informatie hierover ontbreekt. De overige soorten lieten in 2000 geen spectaculaire veranderingen zien, hoewel de kranswervegetatie steeds meer divers wordt.

De kranswervegetatie in het Wolderwijd heeft zich na een jaar met afname op de diepere delen hersteld en de inwendige bedekking bedraagt nu 19 %.

De toename van kranswieren en de afname van Schedefonteinkruid in het Drontermeer zette door. Het inwendige bedekkingspercentage nam toe van 20 in 1999 tot 22 % in 2000. De toename was in 2000 niet zo groot als in 1999. Het hoge anorganische slibgehalte is hier mogelijk debet aan.

6 Macrofauna

6.1 Doelstelling macrofauna

Kennis over macrofauna is om verschillende redenen relevant. Enerzijds heeft het een prominente plaats in het voedselweb omdat het een belangrijke voedselbron voor m.n. vis en watervogels vormt. Anderzijds geeft informatie over bodemfauna aanwijzingen over de chemische bodemkwaliteit en leveren filterfeeders (m.n. Driehoeksmosselen) een vaak niet onaanzienlijke bijdrage aan de waterkwaliteit. De hier gepresenteerde informatie over de bodemfauna betreft alleen dichtheden van Driehoeksmosselen. Daarnaast wordt enige informatie gegeven over veranderingen in de macrofauna die op stenen voorkomt in de oevers langs 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 m.b.v. de MWTL habitatbemonsteringen (ook op de bodem, maar vierjaarlijks en niet in alle meren). De MWTL habitatbemonsteringen zijn in deze rapportage niet verwerkt.

6.2 Methoden

In 2000 heeft Bureau Waardenburg de in 1998 en deels in 1996 uitgevoerde mosselkarteringen op de meerbodems herhaald. Op in totaal 70 locaties werden m.b.v. een boxcorer en steekbuis (ondiepe locaties) de dichtheden bepaald. Van de mosselen in de monsters werd tevens de lengteverdeling vastgesteld zodat de totale filtratiecapaciteit van de populaties per meer kon worden geschat (zie verder Van Moorsel et al. 2001).

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.

6.3 Ontwikkeling macrofauna 2000

Ten opzichte van 1998 zijn in alle meren de Driehoeksmosselen fors toegenomen. In het Drontermeer, Veluwemeer en Wolderwijd was min of meer sprake van een verdubbeling, in het Nuldernauw waren de dichtheden zelfs toegenomen met een factor vier (tabel 6.1). In het Drontermeer en Veluwemeer waren de mosselen bovendien gemiddeld groter dan in 1998. In het Drontermeer nam de totale filtratiecapaciteit daardoor toe met een factor 4, van 138.000 naar 578.000 m³ per dag (ca. 8.3% meerinhoud), in het Veluwemeer met een factor 3 van 4.177.000 naar 11.982.000 m³ per dag (ca. 29% meerinhoud). In het Wolderwijd en Nuldernauw waren de mosselen gemiddeld wat kleiner dan in 1998, zodat in het Wolderwijd de filtratiecapaciteit slechts met een kwart toenam van 8.827.000 naar 11.188.000 m³ per dag (ca. 36% meerinhoud). In het Nuldernauw nam, ondanks de verviervoudiging van de dichtheden, de filtratiecapaciteit zelfs af van 624.000 naar 609.000 m³ per dag (ca. 6% meerinhoud).

Tabel 6.1 Dichtheden van Driehoeksmossen op de bodem van de Veluwerandmeren, 1974-2000 (aantal individuen > 7 mm per m²). ¹Monsters met 150 x 150 mm Ekman happer (3 happen per locatie in 1987). ²Monsters met 67 mm diameter steekbuis (10 or 15 steken per locatie). ³Ondiepe locaties 5 steken met 141 mm diameter steekbuis, diepe locaties 3 happen met 296 x 191 mm box corer.

	N/m ²	standaard deviatie	aantal locaties	totaal opp be-monsterd (cm ²)
<i>Drontermeer</i>				
Sept 1987 ¹	0	0	6	4050
Sept 1993 ²	1.5	2.1	2	700
Sept 1998 ³	33.7	87.9	10	11815
Oct 2000 ³	66.7	181.9	10	12380
<i>Veluwemeer</i>				
June 1974 ¹	0	-	10	2250
Sept 1987 ¹	0	-	8	5400
Oct 1991 ¹	1.8	8.9	25	5625
Oct 1992 ¹	7.1	27.7	25	5625
Sept 1993 ²	16.7	19.6	4	1750
Sept 1996 ³	231.5	345.8	13	15073
Sept 1998 ³	163.7	258.8	28	34664
Oct 2000 ³	302.1	701.5	28	34664
<i>Wolderwijd</i>				
June 1974 ¹	0	-	7	1575
Sept 1987 ¹	0	-	5	3375
Oct 1991 ¹	0	-	73	16425
Oct 1992 ¹	3.7	14.3	73	16425
Oct 1993 ²	0	-	6	3115
Sept 1996 ³	70.7	84.4	9	10818
Sept 1998 ³	369.4	815.9	21	30111
Oct 2000 ³	681.4	1013.2	22	31806
<i>Nuldernauw</i>				
June 1974 ¹	0	-	3	675
Sept 1987 ¹	0	-	3	2025
Sept 1996 ³	16.0	19.2	4	3124
Sept 1998 ³	79.4	137.9	10	9073
Oct 2000 ³	306.0	709.0	10	9638

Ook op de oeverbeschoeiingen is sprake van een toename van de Driehoeksmossel t.o.v. 1998 (tabel 6.2). Op grond van deze gegevens lijkt die toename voor een deel al in 1999 te hebben plaatsgevonden, met name in het Veluwemeer en Wolderwijd. De Kaspische Slijkgarnaal *Corophium curvispinum* lijkt in de noordelijke en zuidelijke randmeren over de top heen te zijn (hoewel in 2000 ook het late monstertijdstip een rol kan spelen), maar in de Veluwerandmeren, die meer recent gekoloniseerd werden, waren de dichtheden nog ongeveer even hoog als in 1999. Ook de dichtheden van de vlokreeft *Dikerogammarus haemobaphus* die in 1997 in alle randmeren verscheen waren min of meer onveranderd hoog. Opvallend is een sterke afname van de soortenrijkdom op de stenen in alle meren (Ketelmeer t/m IJmeer) sinds 1997. Zo werden voorheen talrijke soorten als platwormen, bloedzuigers, de Kleine Diepslak *Bithynia leachii*, zoetwaterpissebedden sindsdien de laatste paar jaar nauwelijks meer aangetroffen, en ook de Tiggervlokreeft *Gammarus tigrinus* nam sterk in aantal af. In 2000 werd de Zoetwaterneriet *Theodoxus fluviatilis*, die tot 1999 talrijk voorkwam in het IJmeer en in het Wolderwijd/Nulder Nauw en de laatste jaren in het Vossemeer, plotseling niet meer aangetroffen (tabel 8.2). Ook tijdens een extra voorjaarsbemonstering in mei 2000 werd deze soort niet gevonden.

Tabel 6.2a Voorkomen van Driehoeksmossel en Zoetwaterneriet op stenen uit de oeververdediging van de randmeren, najaar 1987, 93, 94 en 95. In 1993 aantal verzamelde dieren bij willekeurige bemonstering. + = wel aanwezig, aantal niet bepaald; - = niet bemonsterd. Andere jaren totaal aantal dieren op vijf middelgrote stenen

Datum	Ketel- meer	Vosse- meer	Dronter- meer	Veluwe- meer	Wolder- wijd	Nulder- nauw	Nykerker- nauw	Eem- meer	Gooi- meer	IJ- meer
<i>Dreissena polymorpha</i> Driehoeksmossel										
10 okt 1993	-	0	4	>1	5	0	1	0	3	-
8 sept 1994	100	308	11	28	95	11	133	23	264	-
7 sept 1995	3	245	91	1113	225	18	4	15	113	405
17 sept 1996	23	40	550	1500	124	15	170	86	124	340
22 sept 1997	14	320	17	153	220	55	19	218	790	3
29 sept 1998	14	55	69	175	250	158	140	28	225	30
28 sept 1999	59	104	76	392	444	245	207	572	110	30
16 nov 2000	23	317	215	190	437	520	161	12	85	93
<i>Theodoxus fluviatilis</i> Zoetwaterneriet										
10 okt 1993	-	0	0	0	2	3	0	0	0	-
8 sept 1994	0	0	0	0	70	59	0	0	0	-
7 sept 1995	0	0	0	0	250	90	0	0	0	743
17 sept 1996	0	0	0	0	228	57	0	0	3	400
22 sept 1997	0	0	0	0	159	17	0	0	0	240
29 sept 1998	0	28	0	0	270	209	0	0	0	100
28 sept 1999	0	157	23	0	472	0	0	0	0	0
16 nov 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6.2b Voorkomen van enkele crustaceën op stenen uit de oeververdediging van de randmeren, najaar 1987, 93, 94 en 95. In 1993 aantal verzamelde dieren bij willekeurige bemonstering. + = wel aanwezig, aantal niet bepaald; - = niet bemonsterd. Andere jaren totaal aantal dieren op vijf middelgrote stenen. ¹Bij *Gammarus tigrinus* in 1994 gemiddelde dichtheidsklasse.

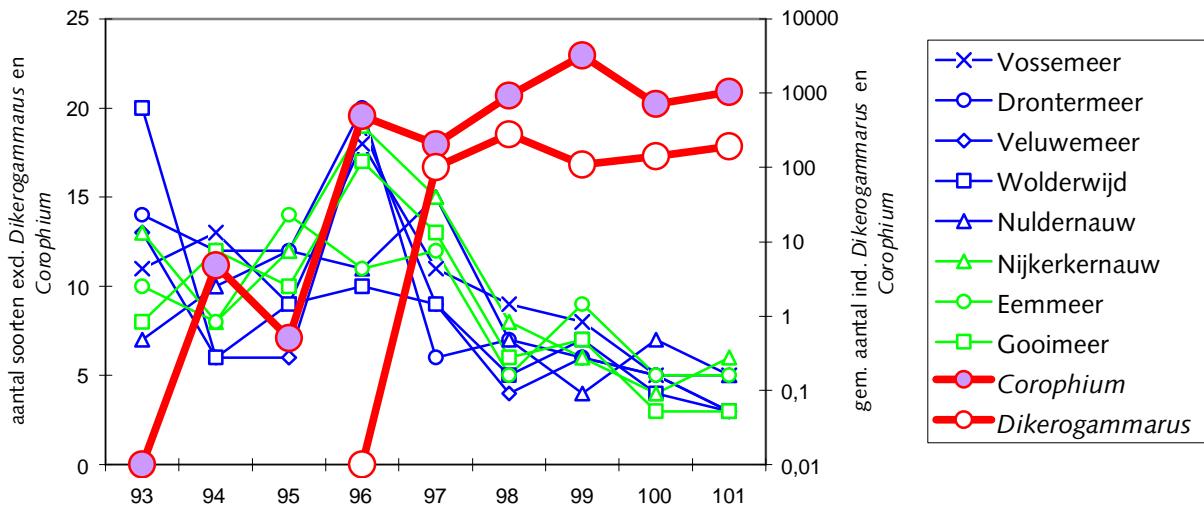
Datum	Ketel- meer	Vosse- meer	Dronte- r meer	Veluwe- meer	Wolder- wijd	Nulder- nauw	Nykerker- nauw	Eem- meer	Gooi- meer	IJ- meer
<i>Corophium curvispinum</i> Kaspische Slijkgarnaal										
10 okt 1993	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8 sept 1994	13000	38	0	0	0	0	0	0	0	-
7 sept 1995	900	2	0	0	0	0	0	0	2	500
17 sept 1996	27733	3000	150	0	0	0	2	0	750	4608
22 sept 1997	1000	253	250	37	0	0	0	356	750	1750
29 sept 1998	150	1500	28	8	500	120	1200	1000	3000	2000
28 sept 1999	250	2500	1200	1300	700	2000	4700	10800	2500	900
16 nov 2000	12	750	2400	550	440	1200	350	15	25	150
<i>Gammarus tigrinus</i> Tijgervlokreeft										
8 sept 1994 ¹	4	2.8	2.4	3	2.4	2.6	1.8	4	3.4	-
7 sept 1995	192	200	200	120	75	150	150	90	700	600
17 sept 1996	13867	650	40	200	30	10	4	240	100	1280
22 sept 1997	625	81	38	40	75	0	4	175	750	75
29 sept 1998	133	2	30	3	0	0	26	0	30	0
28 sept 1999	40	0	145	8	18	0	0	0	57	10
16 nov 2000	19	4	160	4	5	3	3	0	0	2
<i>Dikerogammarus haemibavus</i>										
10 okt 1993	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8 sept 1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
7 sept 1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 sept 1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 sept 1997	13	64	109	199	1	5	133	275	13	0
29 sept 1998	47	65	27	85	200	46	81	1000	720	2000
28 sept 1999	344	33	39	114	20	55	32	470	113	150
16 nov 2000	55	66	290	69	105	225	179	110	90	19
<i>Asellus aquaticus</i> (Asellidae sp.) Zoetwaterpissebed										
10 okt 1993	-	0	+	0	+	+	+	+	+	-
8 sept 1994	0	7	2	0	0	0	10	1	4	-
7 sept 1995	0	0	1	0	0	0	5	(1)	0	0
17 sept 1996	0	1	9	3	0	0	44	3	1	0
22 sept 1997	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0
29 sept 1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28 sept 1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 nov 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.4 Discussie

In de tweede helft van de jaren negentig is de samenstelling van de macrofauna in de Veluwerandmeren drastisch veranderd. Het meest ingrijpend was de terugkeer van een bodempopulatie van Driehoeksmosselen. Gezien de toename van de aantallen Kuifeenden (zie hfdst 8) zijn de dichtheden waarschijnlijk vooral in 1996 sterk toegenomen. Dat ging in het Veluwemeer gepaard met een uitbreiding van kranswier naar de diepere delen van het meer en met een sterke verbetering van het doorzicht, met name buiten de kranswievelden. De toename van de mosselen kan tevens samenhangen met een verhoging van de visserijdruk op Brasem (Lammens et al. in prep.), waardoor enerzijds rechtstreekse schade door bodemwoeling en consumptie afnam, terwijl anderzijds de sedimentatie van geresuspendeerd materiaal verminderde. Daarnaast ging de komst van de exoot *Dikerogammarus haemobaphus* gepaard met drastische verschuivingen in de samenstelling van de rest van de macrofauna, die op hun beurt wellicht effect hebben gehad op de voedselbeschikbaarheid voor vis. Tijdens de kolonisatie van de Rijntakken door *Corophium curvispinum* leken de hoge dichtheden die deze soort bereikte en het beslag dat hij legde op het beschikbare steenoppervlak negatieve effecten te hebben op de dichtheden van andere soorten. In de randmeren komt de plotselinge afname van de soortenrijkdom omstreeks 1998 echter niet overeen met het kolonisatiepatroon van *C. curvispinum*.

Figuur 6.1

Soortenrijkdom van de macrofauna op de stenen in de oevers van de randmeren (exclusief insecten en vastzittende soorten als sponzen, poliepen en mosdierpjes), vergeleken met de gemiddelde dichtheden (aantal per vijf stenen) van de twee exoten *Corophium curvispinum* en *Dikerogammarus haemobaphes*.



Ook de rol van de oligotrofiëring is waarschijnlijk beperkt, omdat dit proces niet zo synchroon in alle meren plaatsvindt als de afname van de soortenrijkdom. De timing van de plotselinge kolonisatie door *D. haemobaphes*, die in 1997 alle meren koloniseerde, valt daarentegen in alle meren samen met het de vrij plotselinge afname in diversiteit. *C. curvispinum* heeft niet met een afname gereageerd op de komst van *D. haemobaphes*. Mogelijk speelt nu toch ook het ruimtebeslag door *C. curvispinum* een rol. Duidelijk is dat *C. curvispinum* door zijn hoge dichtheden en *D. haemobaphes* door zijn formaat tegenwoordig samen een zeer groot deel van de totale biomassa vertegenwoordigen en zo grote druk uitoefenen op de beschikbare voedingsstoffen.

Het plotselinge verdwijnen van *Theodoxus fluviatilis* lijkt gezien de timing geen onmiddellijk gevolg te zijn van de komst van *D. haemobaphes*. Na aanvankelijk te zijn uitgebreid lijkt het areaal van deze soort ook in andere delen van het Rijnstroomgebied recent in te krimpen. Ook hier vertoont dit geen overeenkomst met het kolonisatiepatroon van *D. haemobaphes* en/of *D. villosus*, noch komen andere suggesties omtrent de oorzaken naar voren (med. A. bij de Vaate).

6.5 Conclusies

Ten opzichte van 1998 zijn de dichtheden van Driehoeksmosselen in alle Veluwerandmeren sterk toegenomen. De filtratiecapaciteit van de populaties nam vooral in het Drontermeer en Veluwemeer toe. In het Veluwemeer en Wolderwijd kwam het dagelijks gefilterde volume ongeveer overeen met een derde van de totale meerinhoud (resp. 29 en 36%).

De soortenrijkdom van de macrofauna op de oeverbeschoeiingen langs de polderdijken is sterk afgenomen met de komst van de uitheemse vlokreeft *Dikerogammarus haemobaphus* in 1997. Doordat de eveneens uitheemse Kaspische Slijkgarnaal *Corophium curvispinum* desondanks nog steeds in hoge dichtheden voorkomt wordt een zeer groot deel van de biomassa nu gevormd door twee recent verschenen exoten.

In 2000 bleek ook de Zoetwaterneriet *Theodoxus fluviatilis* min of meer plotseling te zijn verdwenen uit alle meren waarin hij tot dan toe talrijk voorkwam (IJmeer, Wolderwijd/Nuldernauw en recent Vossemeer). De timing van de verdwijning komt niet duidelijk overeen met de komst van *Dikerogammarus*. Soortgelijke berichten zijn afkomstig uit andere delen van het Rijnstroomgebied.

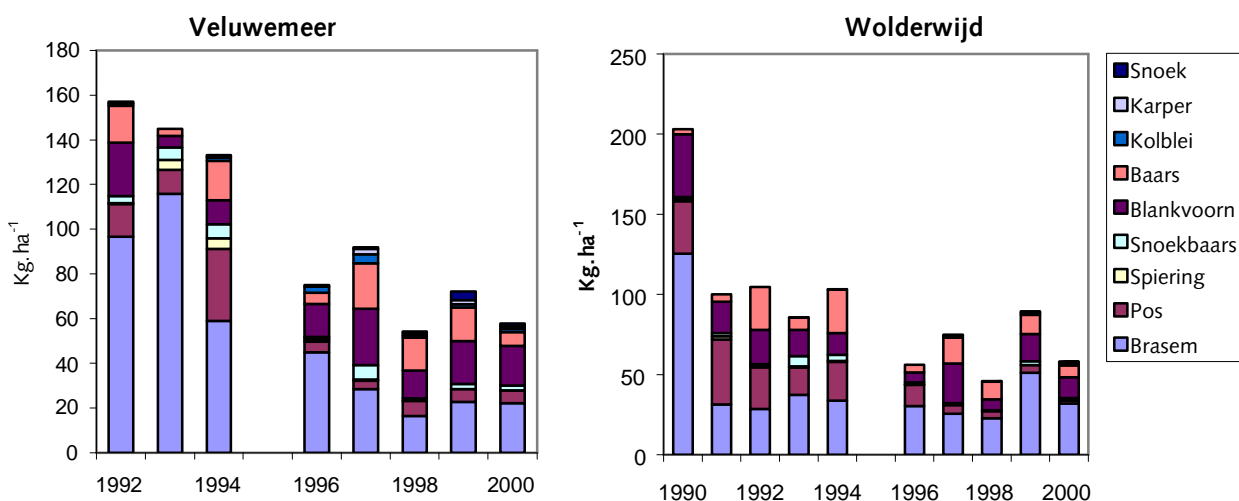
7 Vissen

7.1 Veranderingen in de visstand

De belangrijkste verandering in de visstand in 2000 is de afname van Brasem > 15 cm in het Wolderwijd (figuur 7.1 en 7.2). De afname van Brasem bedraagt ca. 20 kg.ha⁻¹, en is voornamelijk veroorzaakt door de bevissing in de winter. In het Veluwemeer is er geen significante verandering waar te nemen in de brasempopulatie (figuur 7.1). De dichtheid daar is te laag om er lonend op te kunnen vissen.

Figuur 7.1

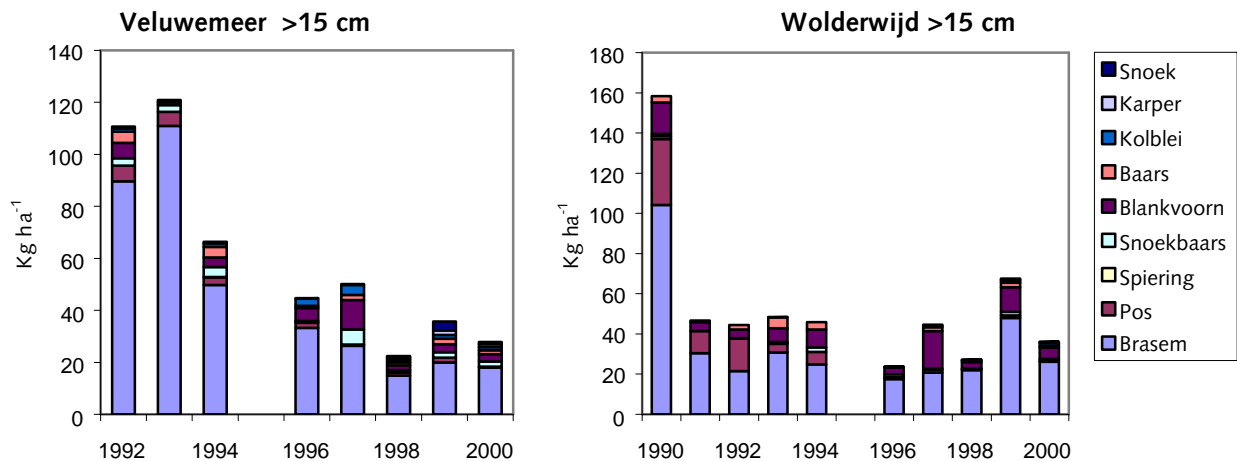
Verandering in de samenstelling en biomassa van de visstand in Veluwemeer en Wolderwijd weergegeven voor de meest dominante soorten.



Vanaf 1993 is er in het Veluwemeer intensief met zegens gevist en werd in de eerste jaren ca. 35 kg.ha⁻¹ verwijderd (Lammens et al., submitted). In 1999 was de dichtheid van de populatie zo ver gedaald dat het niet lonend was om de visserij te continueren. In het Wolderwijd was de dichtheid brasem na 3 jaar vissen in 1992 reeds zo laag dat dit niveau toen al bereikt was. Pas in 1999 is de brasempopulatie sterk toegenomen en werd de visserij weer lonend. Stoppen met de visserij hoeft niet te betekenen dat de brasempopulatie direct doorgroeit tot de grens van het dragend vermogen. Figuur 3 laat zien dat er in de periode 1996-1998 nauwelijks rekrutering van brasem heeft plaats gevonden en dat de toename in 1999 veroorzaakt wordt door de relatief sterke jaarklassen uit 1993 en 1994. De sterke rekrutering in 1999 en 2000 (figuur 7.3) in het Wolderwijd zal bij afwezigheid van visserij voor een sterke toename kunnen zorgen. Alleen Aalscholvers zouden dat kunnen verhinderen. Door de ontwikkeling van de kranwieren is het dragend vermogen voor de brasempopulatie nu meer beperkt dan het oorspronkelijk was. Maar het is niet onwaarschijnlijk dat een zich uitbreidende brasempopulatie de ontwikkeling van de kranwieren stopt en mogelijk het areaal kranwieren doet verkleinen.

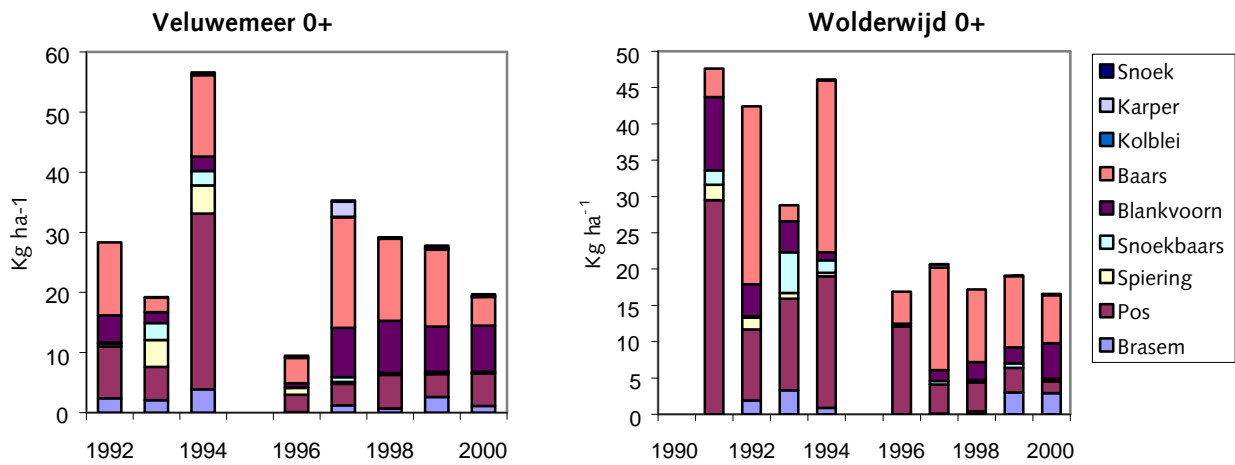
Figuur 7.3

Verandering in de samenstelling en biomassa van de vis > 15 cm in Veluwemeer en Wolderwijd weergegeven voor de meest dominante soorten



Opvallend is overigens dat de totale hoeveelheid 0+ vis in het Wolderwijd sinds 1994 ongeveer gehalveerd is en dat dit grotendeels veroorzaakt wordt door pos (figuur 7.3). Voor het Veluwemeer geldt ook dat de Pos is afgenomen, maar hier is dit gecompenseerd door blankvoorn (figuur 7.3). In beide meren is sinds 1995 het areaal kranwieren sterk toegenomen. Voor open water soorten zoals Brasem, Pos en Spiering betekent dit een sterke areaal vermindering, voor soorten als Blankvoorn en Baars heeft dit minder consequenties aangezien deze soorten in beide habitats kunnen voorkomen. De bevissing had in beide meren geen direct effect op de pos. Pas op het moment dat de vegetatie sterk opkwam zijn in beide meren 0+ Pos, Spiering en Brasem (alleen in het Veluwemeer) significant afgenomen.

Figuur 7.2 Verandering in de samenstelling en biomassa van de 0+ vis in Veluwemeer en Wolderwijd weergegeven voor de meest dominante soorten



7.2 Conclusies

1. In 2000 is Brasem in het Wolderwijd sterk afgenomen door bevissing in de winter.
2. De rekrutering van Brasem was na een aantal magere jaren weer goed in 1999 en zal over enkele jaren voor toename van de Brasempopulatie zorgen.
3. De rekrutering van Pos en Spiering is in beide meren afgenomen als gevolg van minder open water waar deze soorten van afhankelijk zijn. Voor Brasem geldt dit alleen in het Veluwemeer.
4. De sterke afname van Brasem > 15 cm vond plaats voor 1995 en was het gevolg van visserij; de afname van de 0+ open water soorten vond plaats na 1995 toen de kranwieren sterk uitgebreid waren.
5. Alleen in het Veluwemeer is de afname van de rekrutering gecompenseerd door toename van de rekrutering van Blankvoorn.

8 Watervogels

8.1 Doelstelling watervogels

Watervogels leveren een belangrijke bijdrage aan de natuurwaarde van de Veluwerandmeren. Ten minste acht soorten overschrijden in de Veluwerandmeren de 1%-norm van de Ramsar-conventie en het gebied is aangewezen in het kader van de Europese vogelrichtlijn (tabel 8.1). Daarnaast hangen aantalsveranderingen meestal nauw samen met veranderingen in voedselaanbod (Noordhuis et al. 2000; in press; Noordhuis subm.) en daarmee met verschuivingen in het ecologisch evenwicht van de meren. Monitoring van de aantallen watervogels is daarmee noodzakelijk voor het vaststellen en voorspellen van effecten van beleid en beheer.

Consumptie door vogels draagt soms bij aan het tot stand komen van zulke verschuivingen (versnellen van successie van fonteinkruiden naar kranswieren), maar in de Veluwerandmeren lijken aantalsveranderingen bij watervogels in hoge mate te volgen op anderszins veroorzaakte verschuivingen (Noordhuis et al. in press). Watervogeltellingen geven daardoor waardevolle aanvullende informatie over de aanwezigheid van voedselbronnen die relatief moeilijk te monitoren zijn, zoals bijv. Driehoeksmosselen en vis.

8.2 Methoden

De watervogels worden maandelijks vanaf een boot geteld door medewerkers van Provincie Flevoland. Deze gegevens worden (in het kader van MWTL) verzameld en opgeslagen door SOVON Vogelonderzoek Nederland te Beek-Ubbergen. Om trends in de aantallen vogels weer te geven wordt hier gebruik gemaakt van de gemiddelde aantallen over de maanden september t/m april van het volgende jaar (tellingen uit de zomermaanden zijn niet voor alle jaren beschikbaar). Omdat de meeste vogels in de randmeren trekvogels en overwinteraars zijn, geeft dit betere mogelijkheden voor het vaststellen van relaties met veranderingen in facetten van het ecosysteem dan verwerking van de gegevens per kalenderjaar. Met behulp van de tellingen wordt de internationale betekenis van de Veluwerandmeren voor watervogels aangegeven door de maximale aantallen per seizoen uit te drukken in percentages van de geschatte grootte van de totale West-Palearctische (NW-Europese) populatie per soort.

8.3 Ontwikkelingen watervogels seizoen 2000/01

In het seizoen 2000/2001 werden maximaal 95.987 watervogels tegelijk op de Veluwerandmeren geteld; een benadering van het record uit 1998/1999. Dit maximum viel in november 2000, toen in het Veluwemeer het record aantal van 75.987 watervogels werd geteld. Bijna de helft daarvan (34.450) werd gevormd door Tafeleenden, ongeveer een derde door Meerkoeten (24.400). In het Drontermeer viel de piek al in september, toen door de aanwezigheid van 10.500 Meerkoeten het record aanzienlijk werd verbeterd tot 11.980. In het Wolderwijd/Nuldernauw viel de piek pas in januari, en met 27.359 viel het aantal vogels wat tegen. In de Veluwerandmeren als totaal overschreden zeven soorten de 1%-norm van de Ramsar conventie (tabel 8.1). Het betreft de zelfde soorten als in 1999/2000, en de overschrijding is bij deze soorten (met als achtste eventueel het Nonnetje) dan ook structureel. Topscorer is opnieuw de Tafeleend die in november met 10,5% van de Europese populatie present was,

terwijl daarentegen de aantallen Kleine Zwanen net als in 1999/2000 opvallend laag bleven.

Veluwemeer

Hoewel in november een nieuw record werd gevestigd, was het gemiddelde aantal vogels wat lager dan in de vier voorgaande seizoenen (figuur 8.1). Oorzaken daarvan zijn lage aantallen Meerkoeten, vooral in oktober (figuur 8.2), en het feit dat tijdens de januaritelling wegens ijsbedekking geen vogels op het meer aanwezig waren, waarbij in februari weinig herstel optrad. Nog sterker was de afname bij de Kleine Zwaan, die zich in 2000/01 nauwelijks liet zien. Daartegenover staat de doorgaande toename van de Knobbelzwaan, die weer een nieuw record bereikte, maar vooral in de zomermaanden sterk toenam (figuur 8.2). Na de gebruikelijke lage aantallen in maart en april waren in juni, juli en augustus 2000 al ca. 2000 vogels aanwezig. In oktober, november en december verbleef met ca. 4000 individuen ongeveer tweederde van de Knobbelzwanen van de zoete rijkswateren in de Veluwerandmeren. Bij de kleinere herbivoren ("overige herbivoren" in figuur 8.1a) valt de toename van de Krakeend op, hoewel deze toename zich in 2000/01 niet heeft voortgezet. Onder de benthivoren eenden heeft de Kuifeend een nieuw record bereikt en ook de Tafeleend bereikte hoge aantallen. Dit komt overeen met de hoge dichtheid van Driehoeksmosselen die in 2000 werd gemeten. Na een periode van toename lijken beide soorten hun aantallen de laatste paar jaar te stabiliseren, net zoals de afname in het Markermeer zich heeft gestabiliseerd. De aantallen viseters waren relatief laag, en vooral het blijvend lage aantal Aalscholvers valt op.

Wolderwijd/Nuldernauw

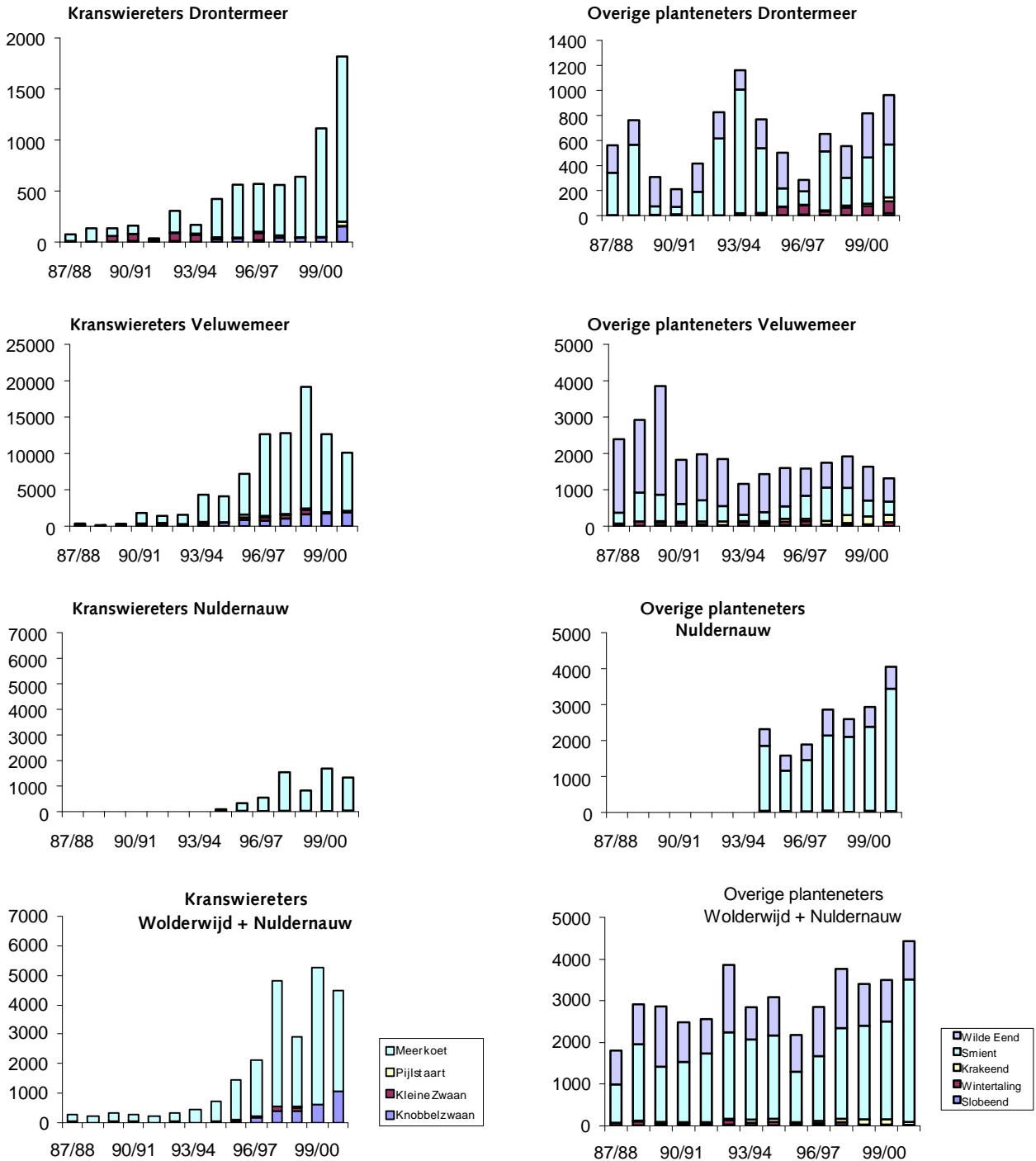
Ook in het Wolderwijd is het aantal Knobbelzwanen met name vroeg in het seizoen sterk toegenomen. Het maximum aantal verdubbelde van 1253 tot 2513 (inclusief Nuldernauw) en overschreed daarmee voor het eerst de 1%-norm van 2000 vogels. Ook hier bleef het aantal Meerkoeten laag en liet de Kleine Zwaan zich nauwelijks zien (maximaal 61). De aantallen benthivoren bleven wat lager dan in het voorgaande seizoen, ondanks de hoge dichtheden van Driehoeksmosselen in 2000. Specifiek voor het Nuldernauw zijn de grote aantallen Smienten, die waarschijnlijk 's nachts in het omliggende grasland foerageren. De aantallen tonen een stijgende tendens en in 2000/01 bereikte het gemiddelde aantal een recordhoogte.

Drontermeer

In september werden in het Drontermeer 10.500 Meerkoeten geteld, een verdubbeling van het maximum in het vorige seizoen, en ook het aantal Knobbelzwanen was met 763 veel hoger. Het maximum aantal vogels steeg daarmee van 6902 naar 11980. In oktober waren nog 6351 vogels aanwezig. Dit betekent een verdrievoudiging van het aantal in oktober 1999, waarmee voor het eerst duidelijk sprake is van verlenging van het seizoen. De toename van het aantal Kuif- en Tafeleenden die in 1999 was geconstateerd zette zich niet door, afgezien van een uitschieter van 3000 Tafeleenden in oktober. Typisch voor het Drontermeer is ook het relatief hoge aantal Wintertalingen, vooral sinds 1995. In 2000/01 werd een nieuw record bereikt.

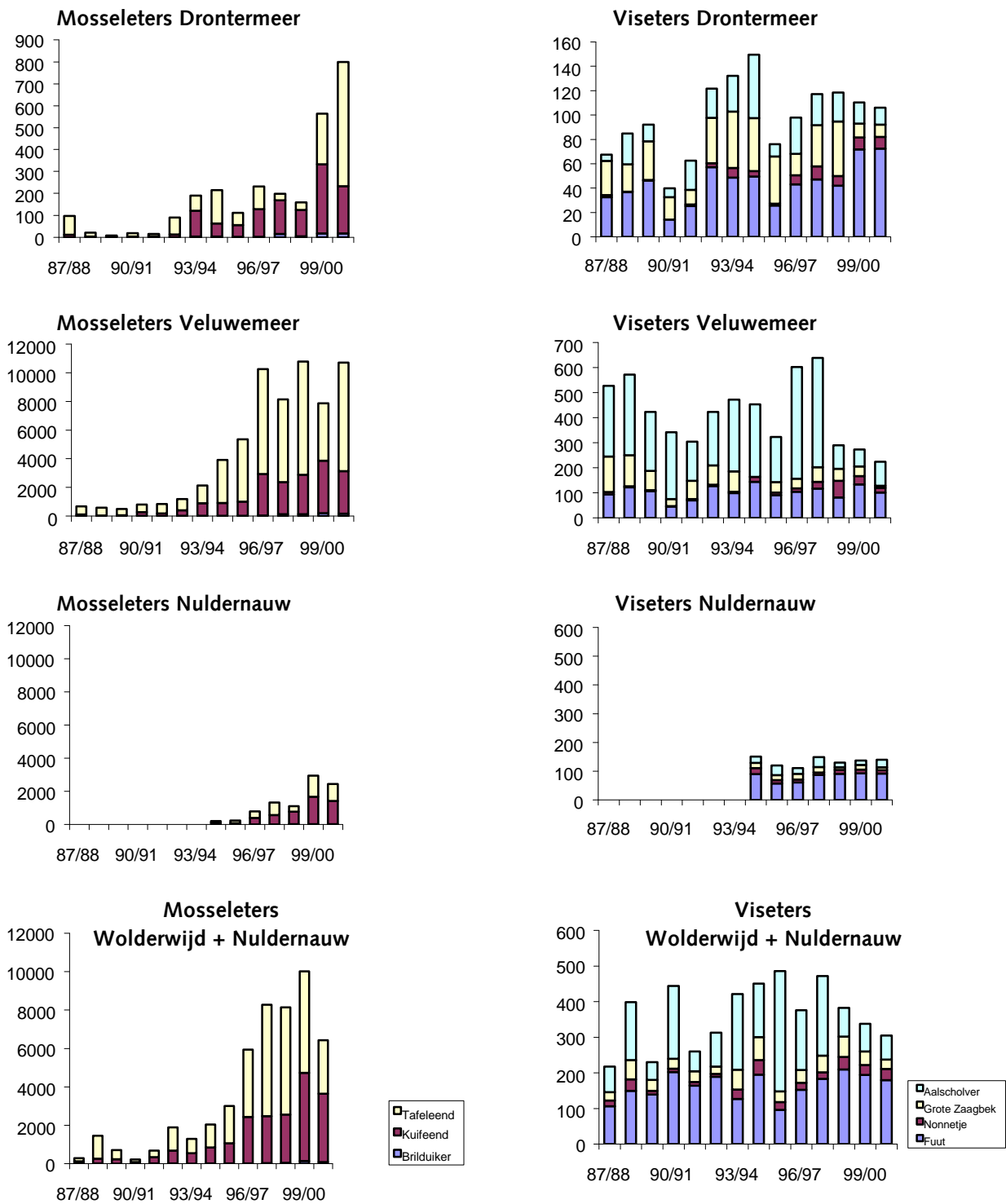
Figuur 8.1a

Gemiddeld aantal herbivore vogels per seizoen (september t/m april) per meer, 1987/88 – 2000/01 (Nuldernauw apart weergegeven vanaf 1994/95 op dezelfde schaal als Wolderwijd + Nuldernauw).



Figuur 8.1b

Gemiddeld aantal benthivore en piscivore vogels per seizoen (september t/m april) per meer, 1987/88 – 2000/01 (Nuldernaauw apart weergegeven vanaf 1994/95 op dezelfde schaal als Wolderwijd + Nuldernaauw).



8.4 Discussie

De ontwikkelingen in aantallen watervogels zijn in de vier Veluwerandmeren vergelijkbaar, maar verkeren in verschillende ontwikkelingsstadia. In het Veluwemeer, waar het herstel van het gebied begon, nemen de aantallen inmiddels weer enigszins af. Oorzaken hiervan zijn mogelijk kwaliteitsverlies van de kranswieren door aangroei met perifyton (waardoor het kranswier in de ondiepe delen eerder instort zodat het seizoen korter wordt) en de sterke toename van de Knobbelzwaan, met name in de zomermaanden. Bij de Knobbelzwaan is het ecologisch herstel in dit gebied waarschijnlijk meer dan bij de andere soorten (mogelijk met uitzondering van de Krooneend) van invloed op de omvang Nederlandse broedpopulatie. De aanwezigheid van steeds meer Knobbelzwanen in de zomermaanden is van invloed op de beschikbaarheid van kranswieren op het moment dat de andere soorten in het najaar arriveren. Samen met het effect van perifyton is dit mogelijk een oorzaak van relatief vroege uitputting van de kranswiervoorraden in de meest ondiepe delen van het meer, en daarmee van de lage aantallen Meerkoeten en Kleine Zwanen. Anders dan de echte kranswiereters, die door duikvermogen of een lange nek de beschikking hebben over een groot deel van de kranswierbiomassa, zijn de kleinere herbivore soorten in het algemeen weinig in aantal toegenomen. In sommige gevallen, zoals bij de Krakeend, is spake van een landelijke toename. Die wordt dan weerspiegeld in een toename in de randmeren zonder dat noodzakelijkerwijs sprake is van een reactie op het ecologisch herstel (Noordhuis subm.).

In het Veluwemeer vallen ook de lage aantallen Aalscholvers in de laatste drie seizoenen op. Dit gaat samen met een slechte stand van Baars (waarvan de biomassa in het algemeen het best lijkt te correleren met aantallen viseters; Noordhuis subm.), maar kan ook samenhangen met een verbetering van het doorzicht. Daardoor is de vangbaarheid van vis mogelijk verslechterd, mede doordat de sociale vistechiek van Aalscholvers (waarbij scholen vis door gezamenlijk opererende Aalscholvers vanuit de diepte naar het oppervlak worden gejaagd, waar ze tegen het oppervlak zichtbaar worden) in helder water niet functioneert omdat de vis de vogels dan te vroeg ziet aankomen. De andere viseters hebben echter geen afname laten zien.

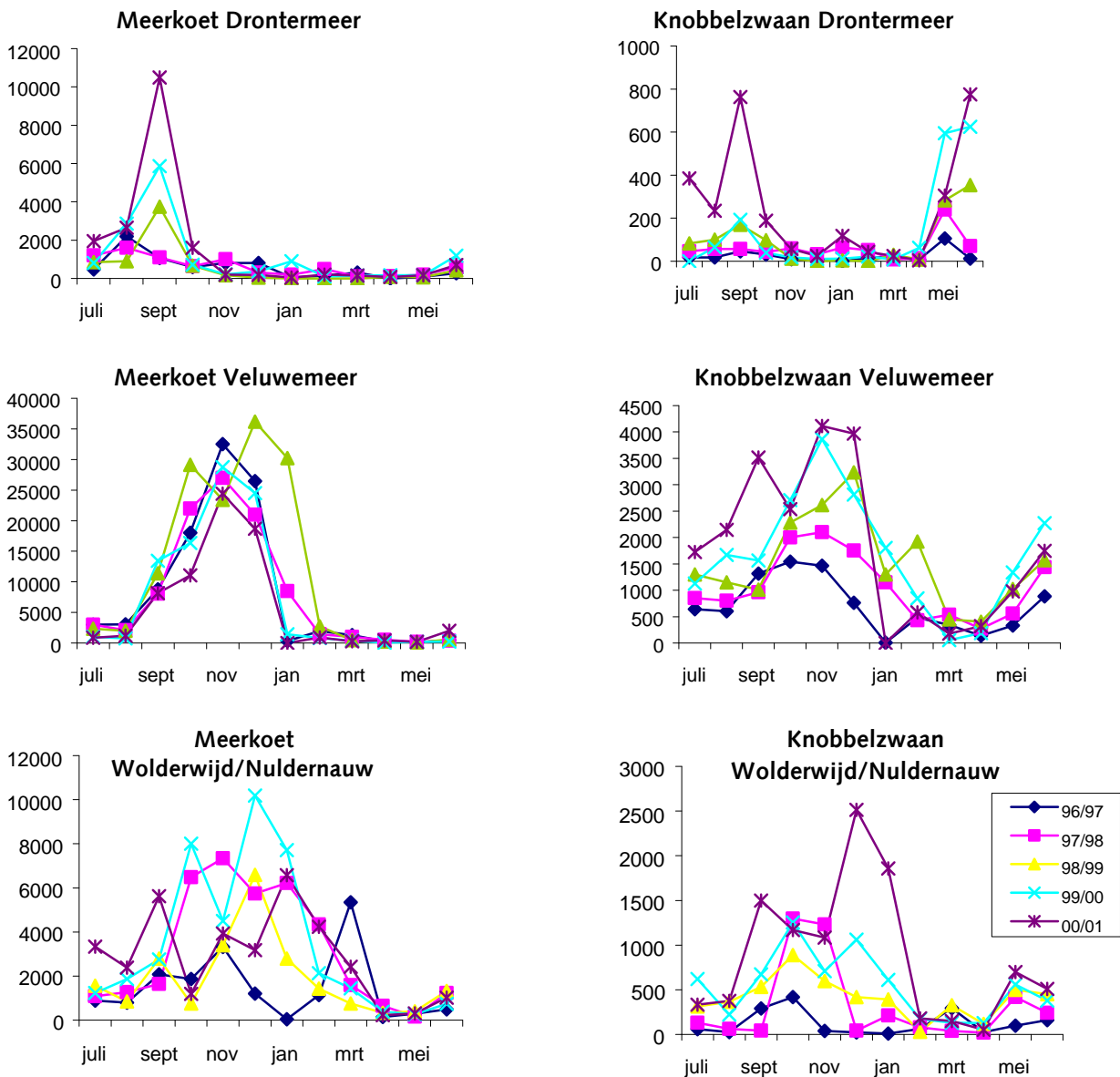
In het Wolderwijd is het herstel wat later ingezet, maar danzij een inhaalslag in het midden van de jaren 90 zijn de dichtheden van de meeste soorten nu vergelijkbaar met die in het Veluwemeer. Van een recente afname is hier nog niet duidelijk sprake. Mogelijk zijn door een andere diepteverdeling (het kranswier staat gemiddeld dieper) de foerageergebieden van de zwanen en Meerkoeten wat meer gescheiden. Ook in het Wolderwijd vertoonde de Aalscholver de laatste drie jaar lage aantallen. Het Nuldernauw vertoont ontwikkelingen die min of meer gelijk op gaan met die van het Wolderwijd, ten dele met enige vertraging. De toename van de aantallen Smienten komt overeen met het landelijk beeld en hangt waarschijnlijk niet samen met omstandigheden in het meer.

Het ecologisch herstel in het Drontermeer bevindt zich, gezien de ontwikkelingen van de kranswierbedekking in het seizoensverloop van de aantallen herbivore watervogels (korte piek in september en nu begin van seizoensverlenging in oktober) een stadium waarin het Veluwemeer in de eerste helft van de jaren 90 verkeerde. De laatste twee seizoenen gingen de aantallen herbivoren en benthivoren sterk omhoog, maar vooral bij de herbivoren is het seizoen nog kort. De toename van de herbivoren t.o.v. het vorig seizoen is enigszins verassend omdat slechts een lichte toename van de hoeveelheid

kranswier werd gemeten. Mogelijk speelt de situatie in het Veluwemeer hierbij een rol. In het Drontermeer speelt natuurontwikkeling een relatief grote rol. De komst van de Wintertaling – een zaadeter - hangt bijv. waarschijnlijk samen met de aanleg van de “poffertjes” rond de Abbert en de ontwikkeling van de oevervegetatie in dit deel van het gebied.

Figuur 8.2

Seizoensverloop van Meerkoet en Knobbelzwaan in Drontermeer, Veluwemeer en Wolderwijd /Nuldernauw voor de laatste vijf seizoenen.



8.5 Conclusies

In het Veluwemeer nemen de totale aantallen watervogels de laatste twee jaar weer wat af. Dit wordt met name veroorzaakt door lagere aantallen Meerkoeten. Mogelijke oorzaken zijn kwaliteitsverlies van kranswier door aangroei met perifyton en indirecte concurrentie met Knobbelzwanen.

In het Wolderwijd hebben de aantallen watervogels zich min of meer gestabiliseerd. Dichtheden zijn bij veel soorten vergelijkbaar met die in het Veluwemeer. Een sterke toename van het aantal Smienten in het Nuldernauw hangt waarschijnlijk niet samen met de situatie in het meer.

In het Drontermeer is in 2000/01 vooral het aantal kranswiereters sterk toegenomen, ondanks dat de kranswierbiomassa slechts licht toenam.

Tabel 8.1 Maxima per seizoen van soorten die in de Veluwerandmeren als totaal of afzonderlijk ten minste één seizoen aanwezig waren in aantallen die 1% of meer van de geschatte grootte van de West-Palearctische (NW-Europese) populatie vertegenwoordigden (1%-norm), uitgedrukt in percentages van deze populatiegroottes. Overschrijdingen van de 1%-norm zijn gearceerd. Wegens wijzigingen in de populatieomvang is in 1998 voor een aantal sooren een nieuwe 1%-norm in gebruik genomen.

Gebied	Soort	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	norm t/m	norm vanaf
Veluwemeer	Aalscholver	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	0,1	0,2	0,3	2000	2000
	Knobbelzwaan	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3	0,6	0,7	1,1	0,9	1,2	1,6	1,9	2,1	1800	2000
	Kleine Zwaan	6,7	1,5	5,2	9,3	10,6	3,2	4,9	1,3	15,3	15,2	18,5	7,5	1,1	1,6	170	250
	Krakeend	0,1	0,1	0,3	0,5	0,8	0,8	0,4	0,7	1,2	0,8	1,0	2,5	2,0	2,3	250	300
	Pijlstaart	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,9	0,2	1,7	0,9	0,6	1,7	1,5	0,9	700	600
	Tafeleend	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	1,1	2,9	5,7	7,1	4,3	9,1	3,7	9,8	3500	3500
	Kuifeend	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	1,0	0,8	0,6	1,3	1,0	7500	10000
	Nonnetje	0,1	0,1	0,3	0,5	0,8	0,8	0,4	0,7	1,2	0,8	0,5	1,3	0,6	0,5	150	250
	Meerkoet	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5	0,4	0,8	0,8	1,7	2,2	1,8	2,4	1,9	1,6	15000	15000
	Wolderwijd/ Nuldernauw	Knobbelzwaan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	0,4	0,6	1,3	1800
Kleine Zwaan		1,8	0,1	1,9	1,6	0,2	0,6	0,6	0,3	0,7	0,3	6,7	1,5	1,1	0,2	170	250
Smient		0,2	0,6	0,3	0,4	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	7500	12500
Krakeend		0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,8	0,8	0,3	0,6	0,6	1,6	0,9	0,3	250	300
Tafeleend		0,1	0,7	0,3	0,2	0,3	1,0	0,4	0,7	2,1	3,6	3,7	4,9	4,5	3,3	3500	3500
Kuifeend		0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	1,1	0,6	0,8	1,1	0,8	7500	10000
Drontermeer	Kleine Zwaan	0,2	0,0	2,5	2,5	0,2	3,4	3,1	0,4	0,1	2,8	0,8	0,1	0,0	0,1	170	250
Totaal	Aalscholver	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,6	0,4	0,7	1,1	1,7	0,2	0,2	0,3	2000	2000
	Knobbelzwaan	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,3	0,6	0,7	1,1	1,1	1,9	1,8	2,3	3,3	1800	2000
	Kleine Zwaan	7,0	1,5	9,7	11,3	10,6	4,0	4,9	1,7	15,7	15,9	25,5	9,0	2,2	1,8	170	250
	Smient	0,4	1,2	0,7	0,6	0,8	1,2	0,8	0,7	0,6	0,6	1,0	0,4	0,5	0,6	7500	12500
	Krakeend	0,3	0,2	0,6	0,6	1,0	0,9	0,8	1,0	1,2	1,0	1,3	3,0	2,5	2,5	250	300
	Pijlstaart	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,9	0,3	1,8	1,4	0,7	2,1	1,5	1,1	700	600
	Tafeleend	0,5	1,1	0,6	0,5	0,6	1,4	1,4	3,9	7,9	8,4	7,7	14,0	8,4	10,5	3500	3500
	Kuifeend	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,4	1,4	1,2	2,2	1,5	7500	10000
	Nonnetje	0,6	0,8	0,4	0,3	0,4	0,4	1,2	1,9	0,8	1,4	1,1	2,9	0,8	0,8	150	250
	Meerkoet	0,1	0,0	0,1	0,8	0,5	0,4	0,9	1,0	2,0	2,4	2,4	2,9	2,3	1,9	15000	15000
Aantal overschrijdingen		1	3	1	1	2	3	3	5	6	9	9	8	7	7		
Overschrijdingssom		7,0	3,8	9,7	11,3	11,6	6,6	7,5	9,4	29,8	34,1	43,8	36,8	22,2	23,5		

9 Synthese

9.1 Veranderende inzichten

Ten opzichte van de stabiliteitsstudie en de vorige voortgangsrapportage zijn de inzichten ten aanzien van stabiliteit en het ecologisch herstel verder ontwikkeld. Het schrijven van een artikelen reeks over de Randmeren (voorgedragen ter publicatie in *Freshwater Biology*, gedeeltelijk uitgevoerd in opdracht van RDIJ), heeft hierin een belangrijke rol gehad.

De betekenis van waterplanten en van kranswieren in het bijzonder is waarschijnlijk minder sturend geweest voor het herstel van de waterkwaliteit dan voorheen werd aangenomen. Een analyse van de visstand en vangsten van vissers heeft uitgewezen dat het aannemelijk is dat reguliere visserij de biomassa van Brasem biomassa sinds 1994 op een laag niveau houdt (Lammens et al, 2001). De ontwikkeling van waterplanten voorkomt mede dat de Brasem snel terug groeit, maar onzekerheid bestaat of waterplanten zich zouden kunnen handhaven zonder visserij. Daarnaast heeft de ontwikkeling van Driehoeksmosselen in de Veluwerandmeren zich sterk doorgezet en een grote invloed gekregen op de waterkwaliteit. De terugkeer van Driehoeksmosselen lijkt in de Veluwerandmeren tot ca. 1996 eerder een gevolg van waterplanten te zijn dan andersom. Vanaf 1996 hebben Driehoeksmosselen waarschijnlijk de kolonisatie van waterplanten naar diepere delen verder gestimuleerd. De betekenis van Driehoeksmosselen voor waterhelderheid wordt kracht bijgezet door ontwikkeling in de andere meren in het IJsselmeergebied. Zo nadert de helderheid in het Gooimeer de grens van 1 m doorzicht, ondanks dat waterplanten slechts een marginale rol spelen. Een van de verklaringen is dat de toename van Driehoeksmosselen het water helderder gemaakt hebben, hoewel er ook een aantal alternatieve verklaringen voorhanden zijn (zoals alleen lokale helderheid in de buurt van diepe putten of een waarschijnlijke afname Brasemstand etc.). Ook in het Markermeer hebben Driehoeksmosselen een belangrijkere rol gespeeld voor de waterhelderheid dan voorheen werd gedacht (Noordhuis, 2000). Driehoeksmosselen blijken hier de laatste jaren sterk af te nemen, terwijl de algen juist toenemen. Voorheen werd gedacht dat de algengroei in het Markermeer vooral licht gelimiteerd was, maar dit blijkt achteraf niet het geval. Met het chlorofyl-a gehalte neemt ook de troebelheid nog verder toe. Het fostaatgehalte in het Markermeer vertoont daarbij de laatste vijf jaar een gelijkblijvende trend.

9.2 Huidige stabiliteit

Ondanks deze veranderingen van inzichten is in de Veluwerandmeren het voorkomen van waterplanten nog steeds een van de belangrijkste stabiliserende factoren van het heldere water. Onder stabiliteit wordt verstaan het uiterlijk onveranderd blijven van belangrijke doelvariabele in het ecosysteem (helderheid, waterplanten etc.), ondanks veranderingen in de externe factoren (fosfaatbelasting, weersomstandigheden). De oorzakelijke verbanden zijn echter minder sterk dan voorheen werd gedacht. In de huidige toestand zijn drie belangrijke factoren aan te wijzen voor de grote waterhelderheid:

1. het areaal kranswieren en andere waterplanten
2. het afvissen van de Brasem stand wanneer deze boven een drempel uitkomt
3. het voorkomen van driehoeksmosselen.

Al deze drie factoren zijn sterk aan elkaar gerelateerd doordat ze elkaar direct of indirect beïnvloeden. Dit bemoeilijkt het inschatten van de huidige stabiliteit. Desalniettemin zijn wij nog steeds van mening dat waterplanten de belangrijkste stabiliserende factor voor de heldere water toestand is. Het Veluwemeer is daarom het meest stabiel, terwijl het Wolderwijd, Nulderneauw en het Drontermeer volgens de stabiliteitsstudie zich nog steeds bevinden in een tussensituatie. De tussensituatie zou volgens het stabiliteitsmodel niet stabiel zijn. Het systeem heeft immers de neiging om te veranderen naar een volledig troebel of naar een volledig helder meer (Scheffer, 1998; Portielje en Van den Berg, submitted). Hoewel zekerheid hierover niet te geven is, lijkt de situatie in het Wolderwijd toch stabiel, omdat de situatie nu al c. 5 jaar bestaat zonder grote fluctuaties in het systeem. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat het Wolderwijd uit twee systemen bestaat, doordat er weinig uitwisseling is tussen deze twee delen. Een dergelijke situatie is minder stabiel dan een volledig helder meer, omdat uitwisseling tussen gebieden in een meer nooit volledig uitgesloten is. De betekenis van de vaargeul voor de beperking van uitwisseling is onbekend, maar het is wel duidelijk dat de vaargeul de grens vormt tussen beide systemen en dus een belangrijke factor kan zijn in de huidige stabiliteit. Een complexerende factor daarbij is de zandwinning die net ten noordwesten van de vaargeul wordt uitgevoerd. Dit beïnvloedt vrijwel zeker de waterkwaliteit op het meetpunt negatief. Het meest illustratief hiervoor is de trendbreuk in zwevend stof en doorzicht tussen Nulderneauw en het Wolderwijd sinds 1997. Sinds 1997 is het Wolderwijd ten opzichte van het Nulderneauw troebeler door hogere gehalten zwevend stof. Ook in het Drontermeer waren er in 1999 en 2000 opvallende verhogingen in het zwevend stof gehalte. Een aannemelijke (biologische) verklaring voor deze toename ontbreekt

9.3 Conclusies en aanbevelingen

Ten opzichte van vorige jaar is de stabiliteit verder toegenomen. Het fostaatgehalte is verder gedaald (behalve Nulderneauw) en de inwendige bedekking van kranswieren is toegenomen. Ook de Driehoeksmosselen zijn toegenomen in de Veluwerandemeren; ten opzichte van de vorige kartering in 1998 zijn de dichtheden min of meer verdubbeld (tabel 8.1). Tot op heden is er relatief weinig aandacht geweest voor de stabiliserende werking van de visserij, de interactie tussen Brasem en kranswieren, en de filtratie van Driehoeksmosselen. Aan de laatste twee onderwerpen wordt waarschijnlijk binnenkort meer aandacht besteed door zowel RIZA als RDIJ. Voor de betekenis van de visserij is nog steeds weinig aandacht. Het is wel waarschijnlijk dat op korte termijn dit zichzelf goed reguleert, mits de prijs van Brasem niet lager wordt. Het effect van een lagere visserij inspanning is nog moeilijk in te schatten. Het verdient de aanbeveling goed op de hoogte te zijn van de Brasem vangst.

De ontwikkeling van perifyton op waterplanten is sinds 1999 voor het eerst gevolgd en verdient de aanbeveling verder te volgen, omdat het een goede indicator vormt van de conditie van het ecosysteem en een geringe meerwerk heeft bij de waterplantenkartering. Eind 2001 wordt het eindrapport afgerond van een tweejarig onderzoek naar de potentiële risico's van perifyton voor waterplanten.

Baggerwerkzaamheden (zandwinning en vaargeul) hebben een negatieve invloed op de meetpunten van waterkwaliteit in het Wolderwijd. Het verleggen van het meetpunt is een reële optie om een representatief beeld van de waterkwaliteit in de diepere vegetatieloze delen van de meren te krijgen. De breuk die ontstaat in de trendlijn kan worden ondervangen door een extra meetpunt te situeren. Het verdient de aanbeveling om de kennis over de

slibproblematiek in de Veluwerandmeren te verbeteren. Door toenemende vaardiepte van schepen en vaarbewegingen heeft mogelijk ook de scheepvaart een negatief effect op de waterkwaliteit in de vaargeul. Enerzijds heeft dit mogelijk alleen locale gevolgen en dus voor de situering van de meetpunten, anderzijds zijn mogelijk ook effecten op ecosysteem niveau. Ook de betekenis van de diepe zandwinputten als bezinkingsgebied voor slibrijk water zijn onvoldoende bekend en verdient nadere aandacht.

Referenties

Berg, M.S. van den & M. Rutten (2000). Een verkennend onderzoek naar de ontwikkeling van perifyton op waterplanten in de Veluwerandmeren in 2000. RIZA werkdocument 2001x.

Bovar (1986). Algemene projectinformatie. Rapport BOVAR.

Bijkerk, R. (2001). Verwerking en presentatie planktongegevens Veluwerandmeren tot en met 2000. Koeman en Bijkerk rapport 2001-24.

De witte, B.J., L.van Pelt & J. Postema (2000). Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2000. RDIJ-rapport 2000-11.
Helmerhorst, T.H., 1996. 10 jaar BOVAR Eutrofiëringsbestrijding in de Veluwerandmeren met een blik op de toekomst. H2O 18:527-529.

Lammens, E.H.R.R., M-L. Meijer, E. van Nes & M. van den Berg (submitted). The effect of commercial fishery on the rapid expansion of *Chara* beds in Lake Veluwe. Submitted to Freshwater Biology

Reeders, H.H. & T.H. Helmerhorst (1996). Op weg naar helderheid, een herorientatie van BOVAR gericht op 2000. BOVAR rapport 96.01, RDIJ, Lelystad.

Meijer, M.L., Lammens, E., M. van den Berg, W. Joosse, R. Noordhuis, R. Portielje (2000). Voortgangsrapportage Veluwerandmeren 1999. Riza werkdocument 2000.145x.

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.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1998). Vierde Nota Waterhuishouding, Regeringsbeslissing, 162 pp.

van Moorsel, G.W.N.M., A. Bak & R. Munts (2001). Status van de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) in de randmeren in 2000. Bureau Waardenburg bv, rapport 01-009, Culemborg.

Noordhuis, R. (2000). Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: Watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer. RIZA rapport 2000.050, Lelystad.

Noordhuis, R., D.T. van der Molen & M.S. van den Berg (2000). Wavomij. Voorspellingsmodel voor watervogels, rekenregels Veluwemeer. RIZA Werkdocument 2000.093X, Lelystad.

Noordhuis, R., D.T. van der Molen & M.S. van den Berg (2001). Response of herbivorous water birds to the return of *Chara* in Lake Veluwe, The Netherlands. Aquatic Botany, in press.

Noordhuis, R. (submitted). Water birds as indicators of ecosystem changes in the borderlakes of Flevoland, The Netherlands. Concept voor Freshwater Biology.

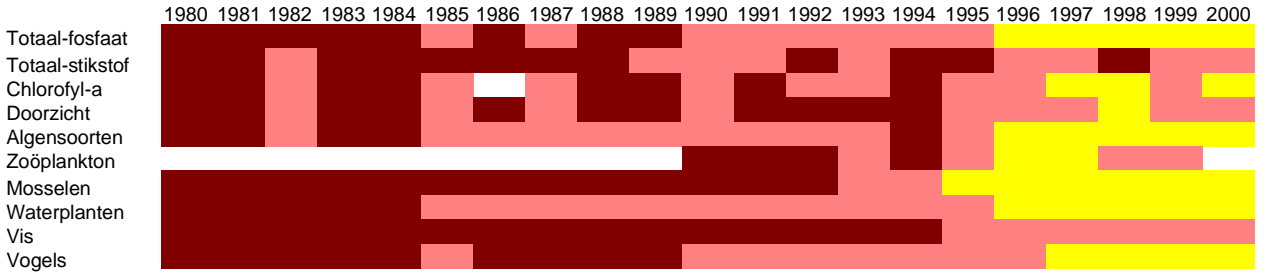
Portielje, R. & D.T. van der Molen (1997). Trendanalyse eutrofiëringstoestand van de Nederlandse meren en plassen, deelrapport I voor de Vierde Eutrofiëringsevenquête. RIZA-rapport 97.060.ISBN 9036951062, 90 pp.

Tjeenk Willink, W.J.A. (2001). Vluchten boven Wolderwijd, Nuldernauw, Veluwemeer en Drontermeer 2000. Heldere plekken in relatie tot aanwezigheid van waterplanten en kleuren van het water. RDIJ-werkdocument 2001-2, BOVAR-rapport 01.05.Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied, Lelystad.

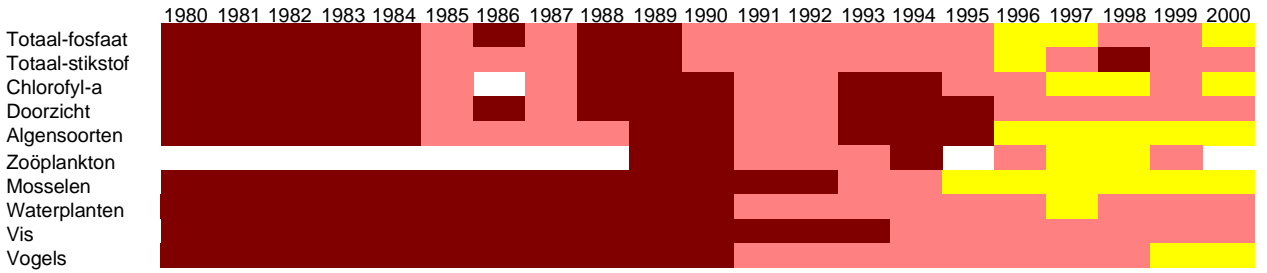
Bijlage

Rood=ongewenste toestand, Rose=stap op de goede weg, Geel is gewenste toestand, voor criteria zie Meijer et al. (1999), p79.

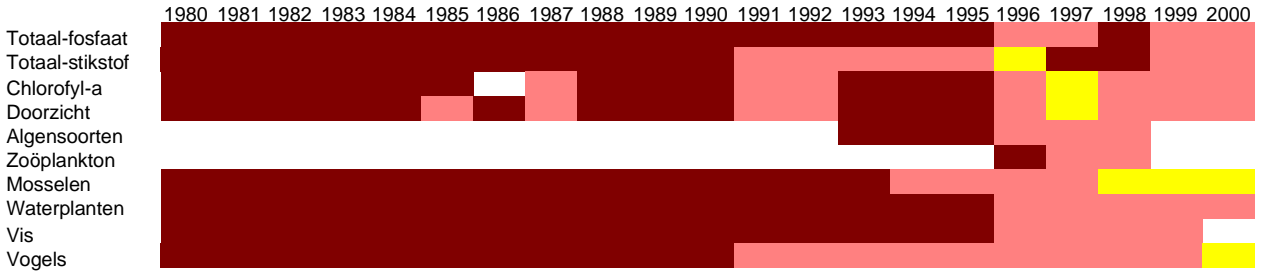
Veluwemeer



Wolderwijd



Nuldermauw



Drontermeer

