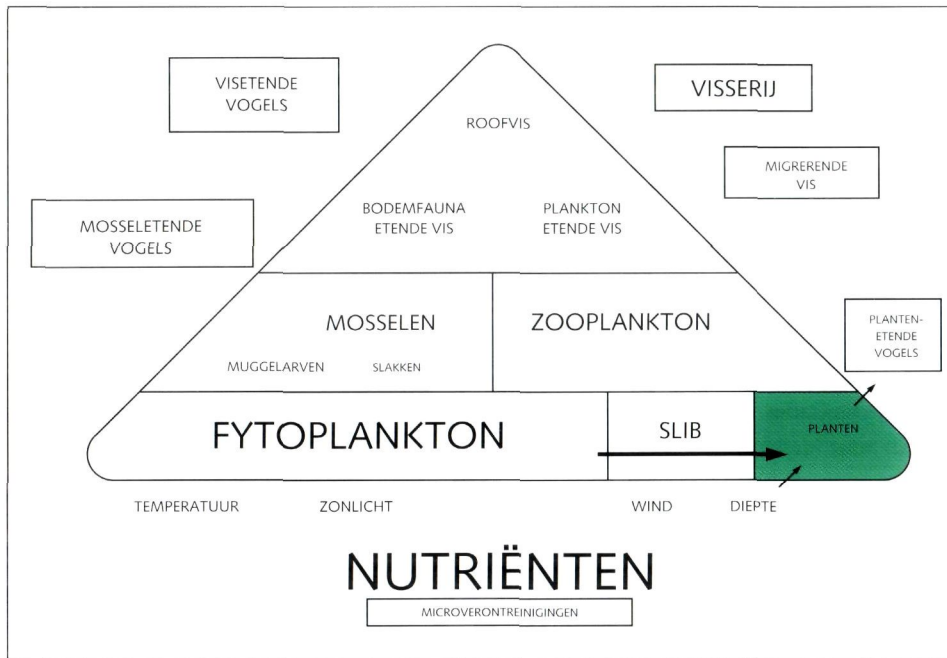


## 5. Water- en oeverplanten

Paulien Hartog (Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.), Jolande de Jonge (RIZA) en Roel Doef (RIZA)



Water- en oeverplanten 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.

Met waterplanten worden in dit hoofdstuk zowel hogere planten (bijv. fonteinkruiden) als lagere planten (bijv. kranswieren) bedoeld. Oeverplanten kunnen helofyten zoals Riet en biezen zijn, maar ook planten die boven de waterlijn wortelen zoals Harig wilgenroosje.

Water- en oeverplanten kunnen op verschillende manieren bijdragen aan het voorkomen van helder water:

- 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 bodempopwoelende vissen;
- sommige soorten scheiden chemische stoffen uit welke de groei van algen remmen (allelopathie).

Ecologische herstelprogramma's van meren en plassen zijn er veelal op gericht om de vroegere dominantie van water- en oeverplanten en de geassocieerde levensgemeenschap weer terug te brengen. In het IJsselmeer/Markermeer is de waterplantenbedekking echter van oudsher beperkt tot de ondiepe delen tot 2 meter.

### Resultaten 1992/1993

#### Waterplanten

De resultaten van de monitoring zijn weergegeven in figuur 1.

De meest voorkomende soorten zijn Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*). Ook komen veel draadwieren voor. De meeste waterplanten komen voor in water met een diepte van 1 tot 2 meter.

Hieronder worden enkele deelgebieden besproken.

#### IJsselmeer, Friese kust

Uit de resultaten van de oriënterende vegetatievluchten in 1991 (Doef 1992) blijkt dat langs de Friese kust de verspreiding van waterplanten beperkt is tot het gebied tussen de Afsluitdijk en Hindelopen en een lokatie bij Lemmer (Steile bank). In de beschutting van de Makkumerwaarden komen relatief veel waterplanten voor. Elders gaat het om verspreide kleine veldjes.

Bij de lokatie-bemonsteringen (Makkum, Hindelopen en Lemmer) is de hoogste soortenrijkdom bij Makkum aangetroffen. Hier komen in de zone tussen 0 en 150 cm diepte naast meer al-

gemene groepen en soorten zoals draadwieren, Doorgroeid fonteinkruid en Schedefonteinkruid ook kranswier (*Chara spec.*), Tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) en Zannichellia (*Zannichellia palustris ssp. palustris*) voor. Ook bij Lemmer is Tenger fonteinkruid aangetroffen.

#### IJsselmeer, Noord-Hollandse kust

Tijdens de oriënterende vegetatievluchten in 1991 zijn alleen waterplanten waargenomen bij Enkhuizen en in de haven van Den Oever. Bij Andijk, waar in 1993 een nieuw oever- en moerasgebied is aangelegd zijn alleen draadwieren en darmwier (*Enteromorpha sp.*) aangetroffen.

#### Markermeer, Gouwee en IJmeer

Vanuit de lucht zijn rondom Marken, midden in de Gouwee en langs de kust van Volendam, Edam en Schardam verscheidene velden met fonteinkruiden waargenomen. Bij de Hoornse Hop komen fonteinkruiden voor tot 3-5 km uit de kust. In het IJmeer komen grote velden waterplanten voor die afnemen in de richting van Amsterdam. Op de bemonsterde lokaties Gouwee Noord, Gouwee Zuid en IJmeer komt kranswier (*Chara spec.*) voor naast de eerdergenoemde algemene soorten. Alleen in het zuidelijke deel van de Gouwee komt een groot veld Ster-

kranswier (*Nitellopsis obtusa*) met een hoge bedekking voor.

#### Oeverplanten

In figuur 2 is het met oeverplanten begroeide areaal weergegeven. Dit ligt vooral langs de Friese kust en langs het IJmeer.

De dominante oeverbegroeiingen zijn nat, hoogopgaand rietland met soorten als Watermunt (*Mentha aquatica*), Wolfspoot (*Lycopus europaeus*) en Kleine lisdodde (*Typha angustifolia*), natte ruigten en wilgenstruwelen met soorten als Riet (*Phragmites australis*), Haagwinde (*Calystegia sepium*), Moeraswederik (*Stachys palustris*), Rietgras (*Phalaris arundinacea*), Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) en Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) en droge ruigten en wilgenstruwelen met planten die niet aan de invloed van grond- en oppervlaktewater gebonden zijn, zoals Kweek (*Elymus repens*) en Brandnetel (*Urtica dioica*).

Hieronder worden weer verschillende deeltrajecten van de IJsselmeerkust besproken.

#### Friese kust

Het oeverplanten-areaal langs de Friese kust loopt van de Afsluitdijk tot net voorbij Hindeloopen en langs de zuidelijk kust tot aan Lemmer. De belangrijkste vegetatietypen zijn natte rietlanden en natte ruigten.

Op de bemonsterde locaties bij Makkum komen naast de algemene oeverplanten op enkele lagere delen Mattenbies (*Scirpus lacustris s.l.*) en Heen (*Scirpus maritimus*) voor. Bij Lemmer groeit Moerasmelkdistel (*Sonchus palustris*).

#### Noordhollandse kust

Langs de Noordhollandse kust zijn alleen bij Den Oever, ten westen van Andijk en ten noorden van Enkhuizen oeverplanten aanwezig. Het betreft overwegend ruigten.

#### Markermeer, Gouwzee en IJmeer

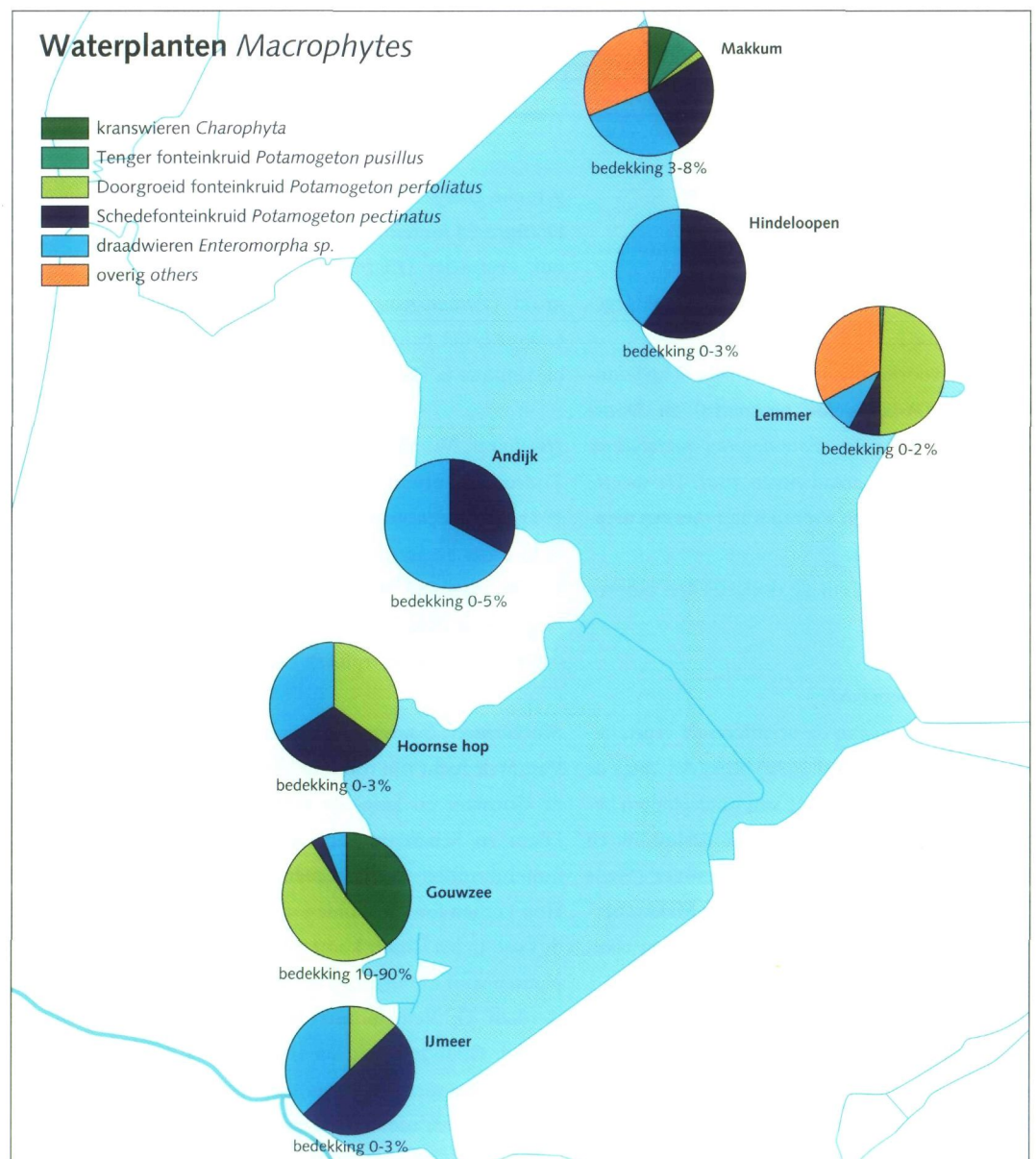
Oeverplantenvegetaties komen hier voor aan de noordkant van Marken, langs de Gouwzee, het IJmeer en langs de kust van Flevoland. Op de bemonsterde locaties Hoornsche Hop, Gouwzee (noord), Gouwzee (zuid) en IJmeer komen riet- en ruigtevegetaties voor. Bij de Gouwzee (noord) staat hierin veel Rietzwenkgras, terwijl ook Moerasmelkdistel hier is aangetroffen.

Langs het IJmeer komt Grote engelwortel (*Angelica archangelica*) voor als verruigende soort in een Rietzwenkgrasvegetatie. Elders langs het IJmeer slaat Grauwe wilg in de ruigtevegetatie op. Mattenbies en Heen komen hier op twee oeverlocaties voor, in een verruigende vegetatie met veel Rietgras.

## Ontwikkelingen

### Historische gegevens

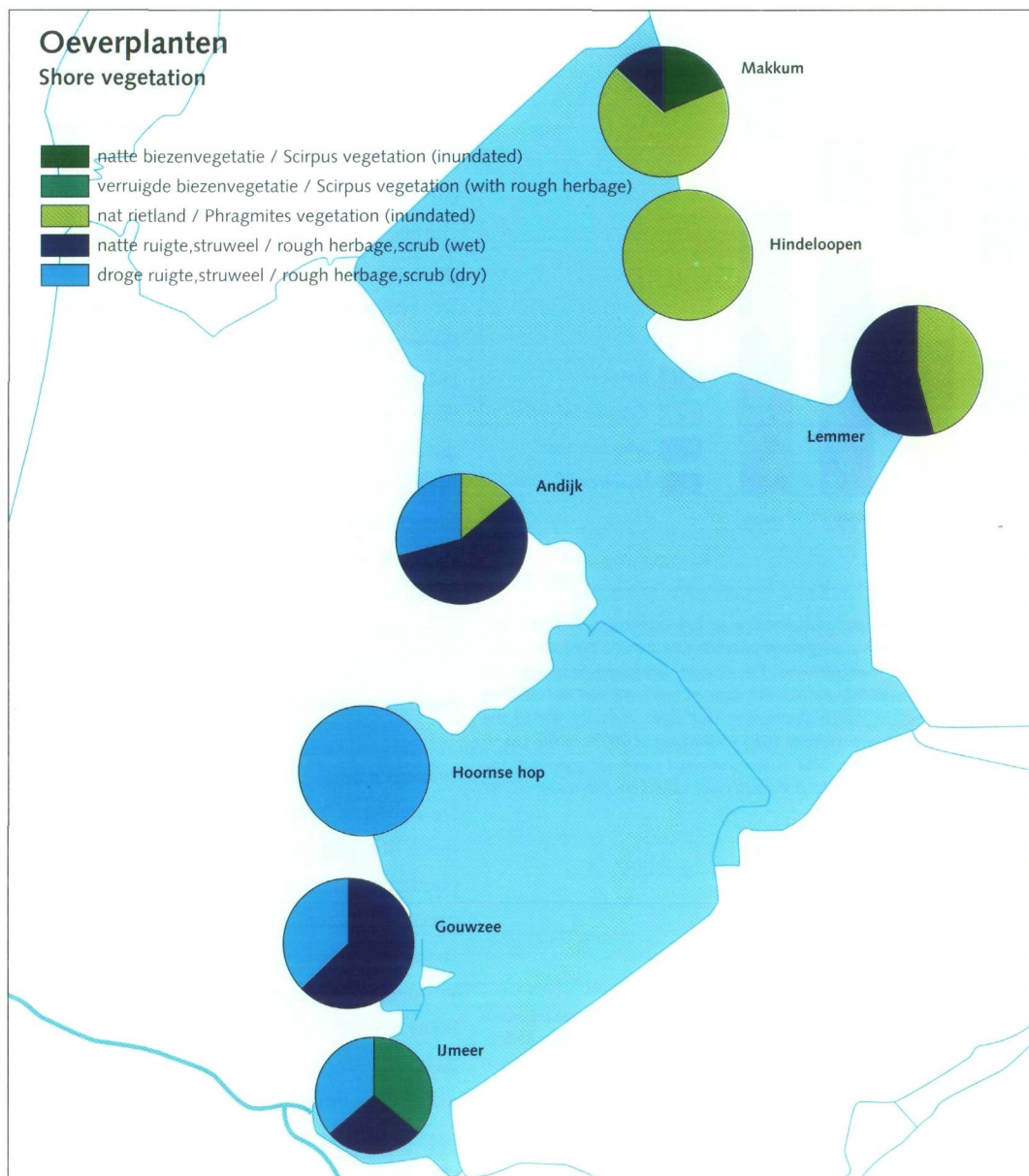
In de jaren na de aanleg van de Afsluitdijk zijn door verzoeting de typische water- en oeverplanten van zoute en brakke milieus langs het



**Figuur 1**

In de taartdiagrammen is het aandeel van de belangrijkste soorten waterplanten in 1992 weergegeven. Daaronder is het bedekkingspercentage weergegeven.

The pie charts show the proportion of the major types of water plants in 1992. The cover percentage is given below the charts.



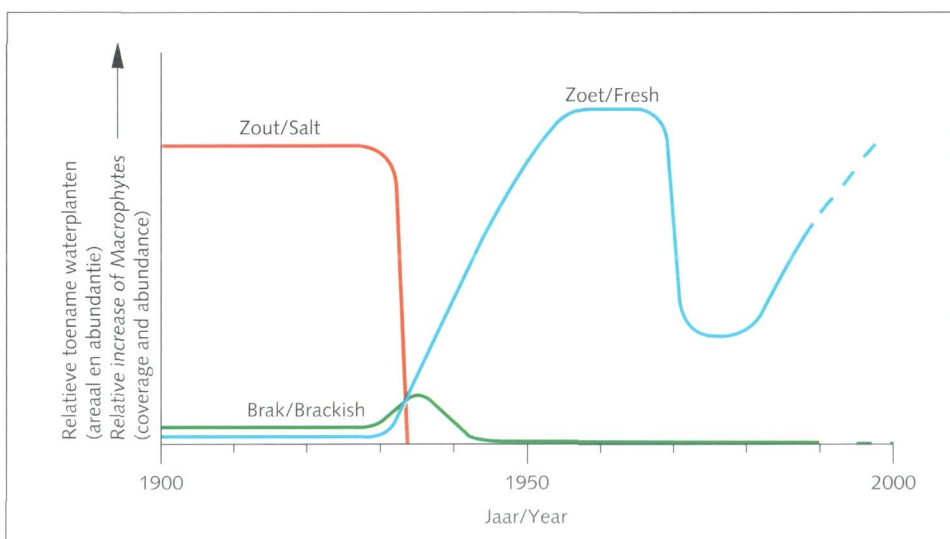
**Figuur 2**

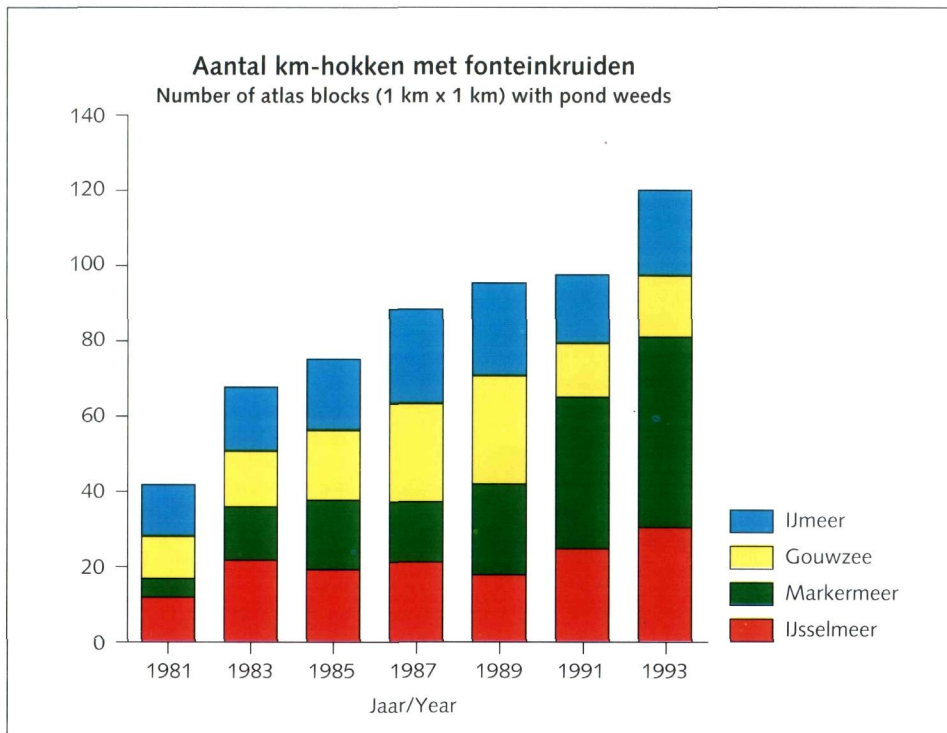
De met planten begroeide oevers bevinden zich voornamelijk langs de Friese kust en langs het IJmeer. De huidige oeverplantbegroeiing heeft geringe mogelijkheden om uit te groeien tot goed ontwikkelde, natte biezen- en rietvelden. Door het huidige waterpeilbeheer en doordat grote delen van de oevers met stenen zijn bestort, ontbreekt een geschikt oevermilieu. *The vegetation-covered shores are mainly found along the Frisian coast and the shore of the IJmeer lake. The current shore vegetation has little opportunity to become well-developed wet rush and reed-shores. Current water level management and the fact that large portions of the shores are paved with stone render the shore environment unsuitable for this.*

**Figuur 3**

Ontwikkeling van watervegetaties uit het IJsselmeergebied (uit Doef et al. 1991). Zout, brak en zoet staan respectievelijk voor zout-, brak- en zoetwatervegetaties. *Development of water vegetation from the IJsselmeer region (from Doef et al. 1991). Salt, brackish and fresh stand for saltwater, brackish water and freshwater vegetation.*

IJsselmeer verdwenen (figuur 3). Daarvoor, tussen 1900 en 1932, was het zoutgehalte van het Zuiderzeewater niet homogeen verdeeld. Daardoor konden plaatselijk zoutwatersoorten als Groot zeegras (*Zostera marina*) en Klein zeegras (*Zostera noltii*) voorkomen, terwijl elders typische brakwatersoorten als *Ruppia spec.* en Zilte watterranonkel (*Ranunculus baudotii*) groeiden. Langs de oever konden in die tijd ook weinig kritische zoetwatersoorten als Schedefonteinkruid, Zannichellia (*Zannichellia palustris ssp. pal.*) en Doorgroeid fonteinkruid optreden. Na 1932 kwamen langs de oevers relatief grote biezenvelden voor, terwijl in het water fonteinkruiden en kranswieren groeiden (Coops 1992) (Doef et al.





**Figuur 4**

Aantal kilometerhokken waarin vanuit het vliegtuig fonteinkruiden zijn aangetroffen in het IJsselmeer, Markermeer, Gouwzee en IJmeer in de periode 1981 tot en met 1993. In het IJsselmeergebied bevinden de meeste fonteinkruiden zich langs de Friese kust. De kranswieren in de Gouwzee zijn niet meegerekend. De afname van fonteinkruiden in de Gouwzee in 1991 en 1993 ten opzichte van voorgaande jaren is wellicht veroorzaakt door de opkomst van kranswieren (Doef *et al.* 1994). *Number of square-kilometre sample areas in which pondweed was seen from the air in the waters of the IJsselmeer, Markermeer, Gouwzee and IJmeer in the period from 1981 to the end of 1993. In the IJsselmeer area, most of the pondweed grows along the Frisian coast. Charophyta in the Gouwzee were not counted. The decrease of pondweed in the Gouwzee in 1991 and 1993 as compared to previous years could be the result of the increased prevalence of charophyta (Doef *et al.* 1994).*

**Foto 7**

Waterplanten hebben lokaal een sterke invloed op het doorzicht van de waterkolom. Dit verbeterde doorzicht wordt enerzijds veroorzaakt doordat fytoplankton de voedselconcurrentie veelal verliest van de aanwezige waterplanten. Daarnaast vindt er in waterplantvelden minder opwerveling van bodemmateriaal plaats. Beide mechanismen resulteren in een beter doorzicht ten opzichte van buiten de waterplantvegetaties. Omdat de bedekking van waterplanten laag is (en zal blijven) zullen waterplantvegetaties geen rol kunnen spelen in het streven naar een helder IJsselmeer en Markermeer.



1991).

De sterke golfslag en het diepteverloop in het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer vormen beperkingen voor de waterplanten, waardoor de totale bedekking nooit erg hoog is geweest. Door de eutrofiëring van het oppervlaktewater sinds de vijftiger jaren is de soortendiversiteit sterk teruggelopen.

De periodiek optredende massale bloei van blauwalgen had een verslechtering van het doorzicht tot gevolg. Plaatselijk werd het lichtklimaat voor de waterplanten nog verder verslechterd door epifytische algen en ingevangen slib. Eutrofiëring leidde waarschijnlijk ook tot een verhoogde Brasemstand, met als gevolg opwoelen van de bodem en verhoogde troebelheid van het water waardoor de vestigingskans voor planten nog verder verminderde.

## Recente ontwikkelingen

### Waterplanten

De algemene trend voor het IJsselmeer, Markermeer, de Gouwzee en het IJmeer is dat het waterplantenareaal zich de laatste 10 jaar enigszins herstelt. Het totaal aantal kilometerhokken van IJsselmeer, Markermeer en IJmeer waar fonteinkruiden voorkomen is de laatste 12 jaar uitgebreid van zo'n 40 in 1981 tot ±120 in 1993 (figuur 4). Vooral in het Markermeer is deze uitbreiding duidelijk. In de Gouwzee is naast het oppervlak met fonteinkruiden, ook het oppervlak met kranswieren toegenomen. Een mogelijke verklaring voor dit herstel is de daling van de nutriëntenbelasting, hoewel dit niet in een verbetering van het doorzicht op de reguliere monsterpunten geresulteerd heeft. Een andere mogelijkheid is de toegenomen visserij op (poot)Brasem, een vis welke door bodemwoeling een negatieve invloed op watervegetatie kan hebben (o.a. ten Winkel & Meulemans 1984). Zo kan de toename van kranswieren op het Wolderwijd sinds 1991 (Hosper *et al.* 1994) mogelijk gekoppeld zijn aan de intensieve visserij op Brasem (Backx 1994). De exacte oorzaken zijn echter vooralsnog onbekend.

Een belangrijk deel van de watervegetatie komt voor op plaatsen die relatief beschermd liggen (Makkum, Hoornsche Hop, Gouwzee). Golfslag

heeft het meeste invloed op waterplanten in ondiepe zones. Bij het huidige slechte doorzicht (zie hoofdstuk 2) ligt het potentieel begroeibare waterplanten-areaal alleen in de ondiepe zone, waar golfslag een belangrijke rol kan spelen.

In hoeverre het herstel van de laatste jaren in de toekomst zal doorzetten is niet duidelijk. De gegevens uit de dertiger en veertiger jaren wijzen erop dat in principe een groter deel van het IJsselmeer met waterplanten begroeid kan raken, hoewel dit op de schaal van het IJsselmeer nog altijd gering zal zijn. Voor een echte dominantie van

waterplanten, met bedekkingen van 20-40% van het totale bodemoppervlak van het IJsselmeer/Markermeer, dienen de diepere delen gekoloniseerd te kunnen worden. Hiervoor is in elk geval een substantiële verbetering van het doorzicht nodig tot waarden van 3 à 4 meter, hetgeen in de geschiedenis van het IJsselmeer/Markermeer nog nooit is voorgekomen.

Hoewel de bedekking met waterplanten op de schaal van het gehele IJsselmeer/Markermeer gering is, vertegenwoordigen de begroeide lokaties

niettemin een hoge ecologische waarde. In de huidige fonteinkruid- en kranswielvelden foerageren na de ruitijd Knobbelzwanen, Kleine zwanen, Meerkoeten en duikeenden. In de Gouwee is het voorkomen van Krooneenden gerelateerd aan het voorkomen van Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*).

Van andere organismen in de begroeide arealen is veel minder bekend. In de Gouwee is het aantal taxa macrofauna gemiddeld het hoogst van alle monsterpunten (zie hoofdstuk 6). Van de



Foto 8

#### Watervegetatie

De ontwikkeling van de watervegetatie wordt middels twee technieken gevolgd:

- De soortensamenstelling wordt onderzocht via gedetailleerde karteringen op diverse lokaties. Per lokatie worden op verschillende diepten vakken van 10 x 10 meter geïnventariseerd, waarbij soortensamenstelling en bedekkingspercentages bepaald worden.
- De verspreiding van watervegetatie over het gehele IJsselmeergebied wordt bepaald m.b.v. luchtfotokartering.

In 1992 is de soortensamenstelling op een 6-tal lokaties vastgesteld. De verspreiding van watervegetatie middels verkenning met een vliegtuig en luchtfoto's is uitgevoerd in 1993. Daar deze laatste gegevens nog niet zijn uitgewerkt wordt bij de bespreking van de verspreiding gebruik gemaakt van gegevens uit 1989 (Doef *et al.* 1991) en de oriënterende vegetatievuchten in 1991 en 1992 (Coops *et al.* 1992; Doef 1992).

#### Oevervegetatie

De ontwikkeling van de oevervegetatie wordt eveneens gevolgd middels een combinatie van gedetailleerde opnamen op verschillende lokaties en verkenningen vanuit het vliegtuig.

De gedetailleerde opnamen zijn uitgevoerd in 1993 (De Groene Ruimte, 1993), waarbij 7 lokaties geïnventariseerd zijn. Per lokatie zijn langs raaien soorten en bedekkingspercentages van de vegetatie bepaald. Deze zijn vervolgens geordend in een aantal kenmerkende vegetatietypen.

In 1993 zijn door de Meetkundige Dienst luchtfoto's gemaakt. Hierover wordt in 1995 gerapporteerd. Voor deze rapportage is gebruik gemaakt van gegevens uit 1987 (Doef *et al.* 1991). De verwachting is dat sindsdien op km<sup>2</sup>-schaal geen grote veranderingen zijn opgetreden.

visstand is geen informatie bekend.

### Oeverplanten

De huidige oeverplanten-begroeiing in het IJsselmeergebied heeft geringe mogelijkheden om uit te groeien tot goed ontwikkelde, natte biezen- en rietvelden (Coops, H. in Doef *et al.* 1991). Biezen hebben een droogvallend, maar vochtig substraat nodig om te kunnen kiemen. Door het waterpeilbeheer en doordat grote delen van de oevers met stenen zijn bestort, ontbreekt het geschikte milieu, zodat generatieve voortplanting niet succesvol is. De bestaande biezenpollen kunnen zich alleen nog vegetatief vermeerderen en zijn onderhevig aan vraat door vogels en beschadiging door recreanten (Doef *et al.* 1991).

In de huidige oeverplanten-begroeiing zijn naast resten van de oorspronkelijke natte biezen- en rietvelden, enkele waardevolle ruigtesoorten aanwezig. Moerasmelkdistel is een soort van dynamische ruigtemilieus in en langs zwak brakke wateren. Deze soort, die in de Nederland omringende landen sterk achteruitgaat of bedreigd is,

heeft zich in Nederland de laatste jaren uitgebreid door verzoeting van het IJsselmeer en verzilting van de rivieren en kanalen. Grote engelwortel is een soort van voedselrijke, zoete of dikwijls zwak brakke standplaatsen, die meestal boven de waterspiegel liggen maar met een zekere regelmaat worden overspoeld. Deze soort komt in Nederland alleen voor in buitendijkse rietlanden, grienden en langs de grote rivieren.

Vergroting van de natte oeverplanten-zones in het IJsselmeergebied is alleen mogelijk door een actieve aanpak. In het Natuurbeleidsplan wordt een groot deel van de oevers in het IJsselmeergebied aangeduid als natuurontwikkelingsgebied. Dit omvat de gehele Friese en Noord-hollandse kust, de oever van Zuidelijk Flevoland en de dijk Lelystad-Enkhuizen (Ministerie LNV 1990). Op verschillende plaatsen worden momenteel al natuurontwikkelingsplannen in die richting opgesteld danwel uitgevoerd. Hierin wordt o.m. de aanleg van "zachte" oevers, vooroevers en moerasontwikkeling voorgesteld. Op deze manier zal het oeverplanten-areaal zich stellig belangrijk kunnen vergroten. Mogelijk kunnen brede

"moeraszones" tot ontwikkeling worden gebracht, die zelf zorgen voor het rustige milieu waarbinnen veel moerasplanten goed functioneren. Een natuurlijker verloop van het waterpeil (hoog in winter en voorjaar, lager in de zomer) is hierbij van positieve invloed.

## Belangrijkste conclusies

- Het areaal ondergedoken waterplanten is het afgelopen decennium toegenomen. De exacte oorzaken van de toename zijn nog onbekend.
- De huidige oeverinrichting biedt weinig mogelijkheden voor waardevolle natte oevervegetaties. Een actieve aanpak middels de aanleg van zachte oevers, vooroevers en moerasontwikkeling kan leiden tot een belangrijke vergroting van het areaal natte biezen- en rietvelden. Daarnaast kan een natuurlijker peilbeheer de kwaliteit van de oevervegetatie verbeteren.

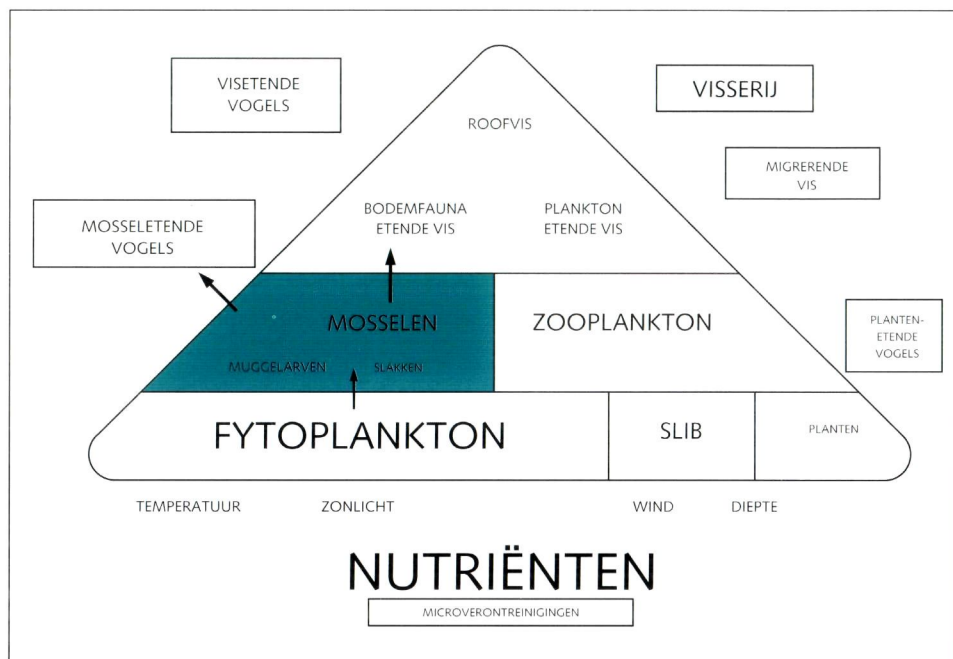


Foto 9

In de Gouwzee komt veel kranswier voor. De uitgestrekte kranswievelden bieden voor veel kleinere waterdieren, zoals slakken en kreeftachtigen een geschikt biotoop. Op de foto zijn kolonies met mosdierpjes zichtbaar.

## 6. Macrofauna

### Bram bij de Vaate en Marianne Greijdanus-Klaas (RIZA)



Ongewervelde dieren (macrofauna) vormen een hoofdonderdeel van de (bodem)voedselketen. De meeste dieren behoren tot de secundaire producenten, die leven van algen, detritus en bacteriën. Deze dieren vormen een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels. Daarnaast komen ook tertiaire producenten voor. Dit zijn carnivoren die leven van andere macrofauna en soortgenoten.

De ongewervelde dieren zijn in het algemeen plaatsgebonden en daardoor sterk afhankelijk van de ter plaatse heersende milieumomstandigheden. Gevoelige soorten worden daarom beschouwd als geschikte indicatoren voor de lokale kwaliteit van het milieu. Niet alleen de waterkwaliteit, maar ook fysieke componenten als stroomsnelheid, bodemsamenstelling, waterdiepte, e.d. spelen hierbij een rol.

De hoogste biomassa macrofauna wordt in het IJsselmeer-Markermeer traditioneel gevormd door Driehoeksmosselen. Deze organismen vormen zowel in termen van draagkracht (bottom-up; voedsel voor vogels en vissen) als in termen van consumptie (top-down; filtratie van algen en detritus) een factor van belang.

### Resultaten 1992

#### De diversiteit van de levensgemeenschap

Op de lokaties met slibrijk zand zijn de meeste taxa van ongewervelde dieren aangetroffen (tabel 1). Hoewel de verschillen niet significant zijn, lijkt er een afname van het aantal taxa op te treden met het grover worden van het bodemsubstraat. Op slechts één lokatie in het IJsselmeer is slibrijk zand aangetroffen. Omdat in de monsters van deze lokatie uitzonderlijk lage aantallen van ongewervelde dieren zijn aangetroffen is deze lokatie buiten beschouwing gelaten.

Verschillen in het voorkomen van taxa in de onderscheiden biotopen zijn vooral veroorzaakt door dansmuggen en weekdieren en in mindere mate door kreeftachtigen en bloedzuigers. In

fijn/medium zand zijn van al deze groepen de minste taxa aangetroffen (zie tabel 2). Van de in totaal 17 taxa van de dansmuggen zijn er slechts 3 tot 5 in fijn/medium zand in het IJsselmeer en het Markermeer/IJmeer aangetroffen. In slibrijk zand in de Gouwzee daarentegen zijn 12 taxa van deze groep gevonden.

De soortenrijkdom bij de weekdieren is het grootst in de biotoop fijn zand van het IJsselmeer. Van de in totaal 11 aangetroffen taxa zijn er in deze biotoop in het IJsselmeer 10 gevonden; in fijn/medium zand van zowel het IJsselmeer als het Markermeer/IJmeer zijn slechts 4 taxa aangetroffen.

Een ander belangrijk verschil tussen het Markermeer/IJmeer en het IJsselmeer is het voorkomen

van mijten. Deze groep is nauwelijks in het Markermeer/IJmeer aangetroffen. In het IJsselmeer echter is hun dichtheid in de biotopen fijn en fijn/medium zand aanzienlijk. Omdat ze niet tot op soortsniveau zijn gedetermineerd, worden ze bij de bespreking van de resultaten verder buiten beschouwing gelaten. In het totaal aantal taxa (tabel 3) is ook de groep van de wormen buiten beschouwing gelaten.

#### Totale dichtheden

De totale dichtheden macrofauna zijn weergegeven in tabel 3.

Evenals bij het aantal taxa lijkt ook de dichtheid van de ongewervelde dieren af te nemen met een toename van de korrelgrootte van de bodem. Ook hier zijn de verschillen echter niet significant. De hoogste gemiddelde dichtheden per biotoop zijn aangetroffen in het Markermeer/IJmeer. In de biotopen slibrijk zand en fijn zand zijn het vooral de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en de Tiggervlokreeft (*Gammarus tigrinus*) die verantwoordelijk zijn voor deze hoge dichtheden, in de biotoop fijn/medium zand zijn dat de vedermuggen (*Chironomus spec.*), het dansmuggentaxon (*Glyptotendipes gr. pallens*) en in mindere mate eveneens de Tiggervlokreeft (tabel 4). Dat de gemiddelde dichtheden van

Tabel 1

Het minimum, gemiddelde en maximum aantal aangetroffen taxa per lokatie, onderverdeeld naar biotopen in de onderscheiden gebieden. The minimum, average and maximum number of taxa encountered per site, divided into the biotopes of the respective areas.

Biotoop / Biotope	Aantal taxa / Number of taxa								
	IJsselmeer			Marker-/IJmeer			Gouwzee		
	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.
slibrijk zand / silty sand				12	18	21	19	20	21
fijn zand / fine-grained sand	4	10	15	9	12	17			
fijn/medium zand									
fine-grained / medium sand	6	8	10						

Hoofdgroep / Division	Aantal taxa / Number of taxa						Totaal / Total
	slibrijk zand / silty sand		fijn zand / fine-grained sand		fijn/medium zand / fine-grained/medium sand		
	MM	GZ	YM	MM	YM	MM	
Hirudinea (bloedzuigers)	3	4	5	3	2	2	5
Crustacea (kreeftachtigen)	3	4	4	4	1	2	6
Trichoptera (kokerjuffers)	2	2	1	1	0	2	2
Ephemeroptera (eendagsvliegen)	0	1	0	0	0	0	1
Lepidoptera (vlinders)	1	1	0	0	0	0	1
Chironomidae (dansmuggen)	7	12	10	11	3	5	17
Mollusca (weekdieren)	8	6	10	5	4	4	11

Tabel 2

Aantal taxa per hoofdgroep per biotoop in onderscheiden gebieden. (YM = IJsselmeer, MM = Markermeer en IJmeer, GZ = Gouwzee). Number of taxa per division per biotope in the respective areas (YM = IJsselmeer, MM = Markermeer en IJmeer, GZ = Gouwzee).

Gebied / Area	Biotoop / biotope	Gemiddeld aantal / Average number	95% betr.	s.e.
IJsselmeer	fijn zand / fine-grained sand	4,9	2,5 - 5,8	0,1
	fijn medium zand / fine-grained/medium sand	3,6	2,1 - 6,2	0,1
Marker-/IJmeer	slibrijk zand / silty sand	10,8	5,5 - 21,1	0,1
	fijn zand / fine-grained sand	9,7	4,5 - 20,8	0,2
	fijn medium zand / fine-grained/medium sand	5,5	2,6 - 11,6	0,1
Gouwzee	slibrijk zand / silty sand	3,8	2,1 - 6,9	0,1

Tabel 3

Het gemiddeld aantal ongewervelde dieren per 35 cm<sup>2</sup>, het 95% betrouwbaarheidsinterval en de standaardfout per biotoop in de onderscheiden gebieden. Average number of invertebrates per 35 cm<sup>2</sup>, the 95% reliability interval and the standard deviation per biotope in the respective areas.

ongewervelde dieren in vergelijkbare biotopen in het IJsselmeer beduidend lager liggen dan in het Markermeer/IJmeer kan te maken hebben met het feit dat de stand van benthivore vissen (soorten die bodemdieren eten, zoals Brasem en Blankvoorn) in het IJsselmeer aanzienlijk hoger is (zie hoofdstuk 4).

### Dominante en subdominante taxa

De dominante en subdominante taxa in de verschillende biotopen worden weergegeven in tabel 4. Onderstaand worden deze besproken. Tevens wordt enige auto-ecologische informatie gegeven.

#### Driehoeksmossel

De Driehoeksmossel is een filter-feeder. Het voedsel, voornamelijk bestaande uit fytoplankton, wordt uit het water gefiltreerd. Ze bewonen harde substraten in zowel stromende als stagne wateren. Met byssusdraden hechten ze zich daarop vast. Het is een soort die oorspronkelijk niet in West-Europa thuis hoorde. In 1827 werden Driehoeksmosselen voor het eerst in Nederland waargenomen (Van Benthem Jutting 1922). Binnen enkele jaren na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 was het toen ontstane IJ-

sselmeer door de Driehoeksmossel gekoloniseerd (Havinga 1941). Vóór de afsluiting was reeds een populatie van bescheiden omvang in het oostelijk deel van het gebied aanwezig, namelijk in de brak tot zoete IJsseldelta (Wibaut-Isebre Moens 1954). Aangenomen wordt dan ook dat

Tabel 4

Dominante (XX) en subdominante (X) taxa per biotoop in onderscheiden gebieden (YM = IJsselmeer, MM = Markermeer en IJmeer, GZ = Gouwzee). Een taxon is dominant genoemd als de levensgemeenschap in een biotoop er voor 20% of meer uit bestaat. Taxa die voor 20% of meer deel uitmaken van de levensgemeenschap minus de dominante soorten worden subdominant genoemd (Franzen 1991).

Dominant (XX) and subdominant (X) taxa per biotope in the respective areas (YM = IJsselmeer, MM = Markermeer en IJmeer, GZ = Gouwzee). A taxon is classified as dominant if it accounts for 20% or more of the biotic community of a biotope. Taxa that make up 20% or more of the biotic community minus the dominant species are termed subdominant (Franzen 1991).

Taxon	Biotoop en gebied / Biotope area						
	slibrijk zand / silty sand			fijn zand / fine-grained sand		fijn/medium zand / fine-grained/medium sand	
	YM	MM	GZ	YM	MM	YM	MM
Dreissena polymorpha (Driehoeksmossel)	XX	XX	XX	XX	XX		
Gammarus tigrinus (Tijgervlokreeft)	XX	X		X	X		X
Pisidium sp. (erwtmosselen)	XX			X		XX	
Chironomus sp. (vedermug)			X				XX
Glyptotendipes gr. pallens (dansmug)		X					XX
Cladotanytarsus sp. (dansmug)				X			
Potamopyrgus antipodarum (Jenkins brakwaterslakje)					XX	X	
Valvata piscinalis (Vijverpluimdrager)							X

van daar uit het totale gebied gekoloniseerd is (Van Benthem Jutting, 1954).

Uit de resultaten van de monitoring (tabel 4) blijkt dat Driehoeksmosselen in alle biotopen dominant zijn behalve op het slibrijke zand in het IJsselmeer en op het fijn/medium zand in het Markermeer/IJmeer. In deze beide biotopen zijn ze overigens wel aangetroffen.

In het IJsselmeer zijn de Driehoeksmosselen voornamelijk aangetroffen in:

- een gebied gevormd door het Breezand, de Middelgronden, Knokkels en Munnikplaat;
- een gebied gevormd door de Wieringer Vlaak, Oude Zeug, Gammels en Kreupel;
- het gebied ten zuiden van de lijn Enkhuizen-Rotterdamsche Hoek (Noordoostpolder).

In het Markermeer zijn vrijwel uitsluitend Driehoeksmosselen aangetroffen in het centrale deel en in het overgangsgebied met het IJmeer. In beide gebieden zijn, in vergelijking met de mosselrijke gebieden in het IJsselmeer, de aangetroffen hoeveelheden echter gering.

#### Tijgervlokreeft

Ook de Tijgervlokreeft is een immigrant en komt



oorspronkelijk uit Noord-Amerika. Evenals de Driehoeksmossel is het een dominante soort in het Nederlandse deel van de Rijn (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas 1991, 1993). De introductie in Nederland moet in het begin van de zestiger jaren hebben plaatsgevonden (Pinkster & Platvoet 1986). Door o.a. het relatief grote aantal generaties per jaar is de soort een duidelijke concurrent voor de inheemse soorten. In 1965 werd de Tijgervlokreeft voor het eerst massaal in het IJsselmeer waargenomen (Heermans 1972). Evenals de overige soorten vlokreeften leeft de Tijgervlokreeft vlak boven de bodem. Obstaten en oneffenheden in de bodem worden gebruikt als schuilgelegenheden. Vlokreeften zijn alleseters en zijn op hun beurt weer een belangrijke voedselbron voor vissen.

Uit de resultaten van de monitoring blijkt dat de Tijgervlokreeft vrijwel overal in dominante of subdominante dichtheden voorkomt. Alleen op het slibrijke zand in de Gouwee en op het fijn/medium zand in het IJsselmeer zijn de dichtheden t.o.v. andere taxa dermate laag dat ze niet tot de groep van de (sub-)dominante taxa kunnen worden gerekend.

#### Erwtmosselen

Anders dan Driehoeksmosselen leven erwtmosselen in diverse bodemtypen. Het zijn deposit-feeders, wat betekent dat ze gesedimenteerde organisch materiaal (detritus) als voedselbron benutten. In het IJsselmeergebied zal dat voornamelijk afgestorven fytoplankton zijn.

Uit de resultaten van de monitoring blijkt dat de erwtmosselen (*Pisidium* spp.) als geslacht vooral belangrijk zijn in het IJsselmeer. De aangetroffen individuen zijn niet tot op de soort gedetermineerd. Bekend is echter dat recent tenminste vijf soorten van dit geslacht in het IJsselmeer voorkomen. Van Bethem Jutting (1954) vond in de periode 1933-1943 zeven soorten.

Het *Jenkins brakwaterslakje* (*Potamopyrgus antipodarum*) is een soort die oorspronkelijk niet in Nederland voorkwam. Men veronderstelt dat de soort afkomstig is uit Nieuw Zeeland (o.a. Roth

1987). De eerste waarnemingen in Nederland dateren van 1913 (Adam 1942). Aan het substraat worden geen bijzondere eisen gesteld. Zowel zachte bodems als harde voorwerpen worden gekoloniseerd. Predatie door zowel vissen (Fretter & Graham 1978) als door duikeendensoorten als Tafelend en Kuifeend (Crozet *et al.* 1980) is vastgesteld.

Uit de monitoring blijkt dat het Jenkins brakwaterslakje alleen dominant is in de biotoop fijn zand in het Markermeer/IJmeer.

De *Vijverpluimdrager* (*Valvata piscinalis*) is een

algemeen voorkomende slakken-soort in vrijwel alle watertypen in Nederland zonder duidelijke voorkeur voor specifieke biotopen (Cleland 1954). Verwacht mag worden dat ook deze slak door vissen en duikeenden gegeten kan worden. Bekend is dat de Vijverpluimdrager de tussen-gastheer is voor trematoden van het geslacht *Cotylurus*. Massale sterfte onder de Pos en de Spiering in het IJsselmeergebied kan wellicht aan het voorkomen van deze trematoden worden geweten. Ook onder visetende watervogels kan, na het eten van besmette vis, sterfte optreden (Swennen 1981).

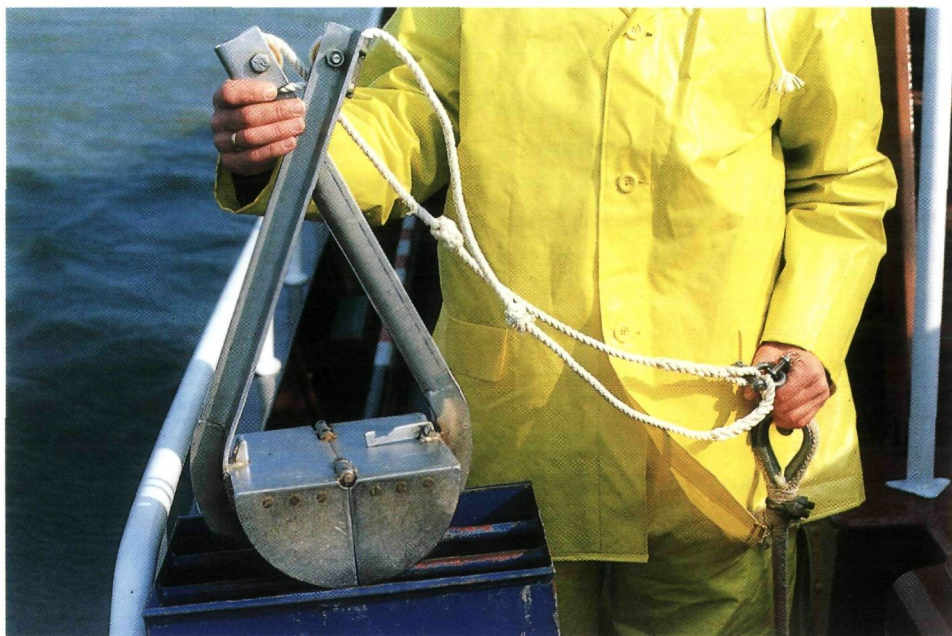


Foto 10

De macrofauna is bemonsterd met een Akkermanboor (25 cm<sup>2</sup>), een Van Veenhapper (440 cm<sup>2</sup>) en een box-corer (780 cm<sup>2</sup>). De bemonstering heeft zich beperkt tot de meest voorkomende bodemtypen, welke op basis van bekende gegevens (Van Eerden & Bij de Vaate 1984; De Jong & Bij de Vaate 1989) vooraf waren vastgesteld. Voor een verdere beschrijving wordt verwezen naar de standaardvoorschriften die zijn opgesteld ten behoeve van de MWTL.

Na de uitvoering van het bemonsteringsprogramma bleek dat de bodemsamenstelling niet overeenkwam met deze gegevens (zie tabel). Hierdoor is de biotoop zandrijk slib in het geheel niet bemonsterd en bleken de gekozen lokaties niet evenredig verdeeld te zijn over de onderscheiden biotopen.

Gebied	Bodemtype		
	Slibrijk zand	Fijn zand	Fijn/medium zand
IJsselmeer	1	9	2
Marker-/IJmeer	4	6	1
Gouwee	3		

Van alle gevangen organismen op de Driehoeksmossel na is de soortensamenstelling en het aantal bepaald. Van de Driehoeksmossel is het biovolume bepaald.

Het totale IJsselmeergebied kon niet in één periode worden bemonsterd. Het IJsselmeer is in het najaar van 1992 bemonsterd, het Markermeer en het IJmeer in het najaar van 1993. In de Gouwee heeft geen inventarisatie van Driehoeksmosselen plaatsgevonden.

De Vijverpluimdrager is alleen in het biotoop fijn/medium zand in het IJsselmeer als subdominante soort aangetroffen.

**Vedermuggen** (*Chironomus* sp.) komen voor in vrijwel alle watertypen. In het algemeen hebben ze een voorkeur voor de wat zachtere modderbodems. De meeste soorten zijn ongevoelig voor organische verontreinigingen en zeer lage zuurstofgehalten (Moller Pillot & Buskens 1990). Daarom zijn relatief hoge dichtheden van Chironomus-larven indicatief voor organische verontreiniging (Hawkes 1979) en wellicht ook voor relatief hoge concentraties van detritus op bodems, waardoor lage zuurstofspanningen in de toplaag kunnen optreden. Moore (1979) beschouwt de zuurstofspanning in de toplaag van de bodem als de belangrijkste faktor in het voorkomen van muggelarven. Het voedsel van vedermuggen ten slotte bestaat ook grotendeels uit detritus. Muggelarven vormen op hun beurt weer een belangrijke voedselbron voor benthivore vis (o.a. Brasem).

De vedermug *Chironomus* sp. is alleen dominant aangetroffen in het biotoop fijn/medium zand in het Markermeer

Van de **dansmuggen** zijn twee taxa aangetroffen. De dansmug *Glyptotendipes* gr. *pallens* is volgens Moller Pillot & Buskens (1990) een algemene soort in eutrofe wateren. Het is een bewoner van harde substraten en komt vooral voor op planten waarop ze zich als mineerder gedragen (Reiss 1968). Het feit dat dit taxon veelvuldig is aangetroffen in de biotopen slibrijk zand en fijn/medium zand in het Markermeer geeft aan dat de ecologische amplitude groter is dan tot nu toe verondersteld.

Larven van het dansmuggengeslacht *Cladotanytarsus* zijn bewoners van kale zandbodems. In heldere wateren worden sessiele kiezelalgen benut als voedsel. Dit zal in het Markermeer/IJmeer, waar dit geslacht dominant was, waarschijnlijk niet het geval geweest zijn omdat het doorzicht daar te gering is om groei van kiezelalgen op de bodem te veronderstellen. Wellicht dat gesedimenteerd fytoplankton en/of detritus hier de voornaamste voedselbron vormt. Het geslacht *Cladotanytarsus* is intolerant voor organi-

sche verontreinigingen (Wilson & McGill 1982). Het is alleen subdominant aangetroffen in het biotoop fijn zand in het Markermeer.

### Bijzondere soorten

Naast de genoemde vrij algemene taxa is er nog een aantal bijzondere soorten aangetroffen.

In de Gouwzee is de kreeftachtige *Cyathura carinata* gevonden. Het is een soort die voorkomt in brakke wateren (Holthuis 1956). Waarschijnlijk is deze soort met het uitgeslagen brakke water uit de omliggende polders (Van der Hammen 1992) in de Gouwzee terecht gekomen.

Zowel in de Gouwzee als in het Markermeer/IJmeer is een tweede brakwater kreeftachtige waargenomen, n.l. de soort *Corophium lacustre*. Ook deze soort kan met het uitgeslagen polderwater of vanuit het Binnen IJ het IJsselmeergebied zijn binnengedrongen.

In beide deelgebieden werd ook de rheofiele (stromingminnende) waterslak *Theodoxus fluviatilis* (Zoetwaterneriet) aangetroffen. Deze soort komt overigens ook voor op de stenen in de oeverzone in beide gebieden (Bij de Vaate ongepubl. geg.). Bekend is dat vanwege golfslag, waardoor op beperkte schaal stromingen worden opgewekt, in het litoraal geschikte habitats kunnen ontstaan voor rheofiele soorten. Echter deze soort is nog nooit eerder in bodemonsters aangetroffen omdat het tevens een soort is met een voorkeur voor harde substraten.

Tenslotte is in de biotoop fijn zand in het IJsselmeer eveneens een rheofiele zoetwaterslak aangetroffen. Het betreft de Eeltslak (*Lithoglyphus naticoides*), een soort die al eens eerder in deze biotoop is aangetroffen (Bij de Vaate & Van Eerden 1990). Kennelijk weet zich een populatie in het IJsselmeer in stand te houden. Omdat het een soort is van benedenlopen van rivieren (Krause 1949) zullen de eisen die de soort stelt aan stroming niet bijzonder hoog zijn.

## Ontwikkelingen

### Historische gegevens

Over de ongewervelde dieren in het IJsselmeer-

gebied in de periode 1932-1992 zijn slechts fragmentarische gegevens bekend. Daarbij komt dat de bemonsterde biotopen in het algemeen niet voldoende zijn gedefinieerd. Vergelijkingen met eerder uitgevoerd onderzoek zijn dus nauwelijks te maken. Ook waren in de literatuur geen relevante gegevens te vinden over levensgemeenschappen van ongewervelde dieren in zoetwatermeren ter grootte van het IJsselmeer en Markermeer, die gelegen zijn in alluviale gebieden en in een vergelijkbare klimaatzone. Alleen het voorkomen van Driehoeksmosselen is regelmatig in kaart gebracht. Hierop wordt onderstaand ingegaan.

### De ontwikkeling van de Driehoeksmossel

De beschikbare informatie van de ontwikkeling van de Driehoeksmossel is gegeven in figuur 1 (IJsselmeer) en figuur 2 (Markermeer).

#### IJsselmeer

Voor het IJsselmeer zijn een viertal inventarisaties bekend:

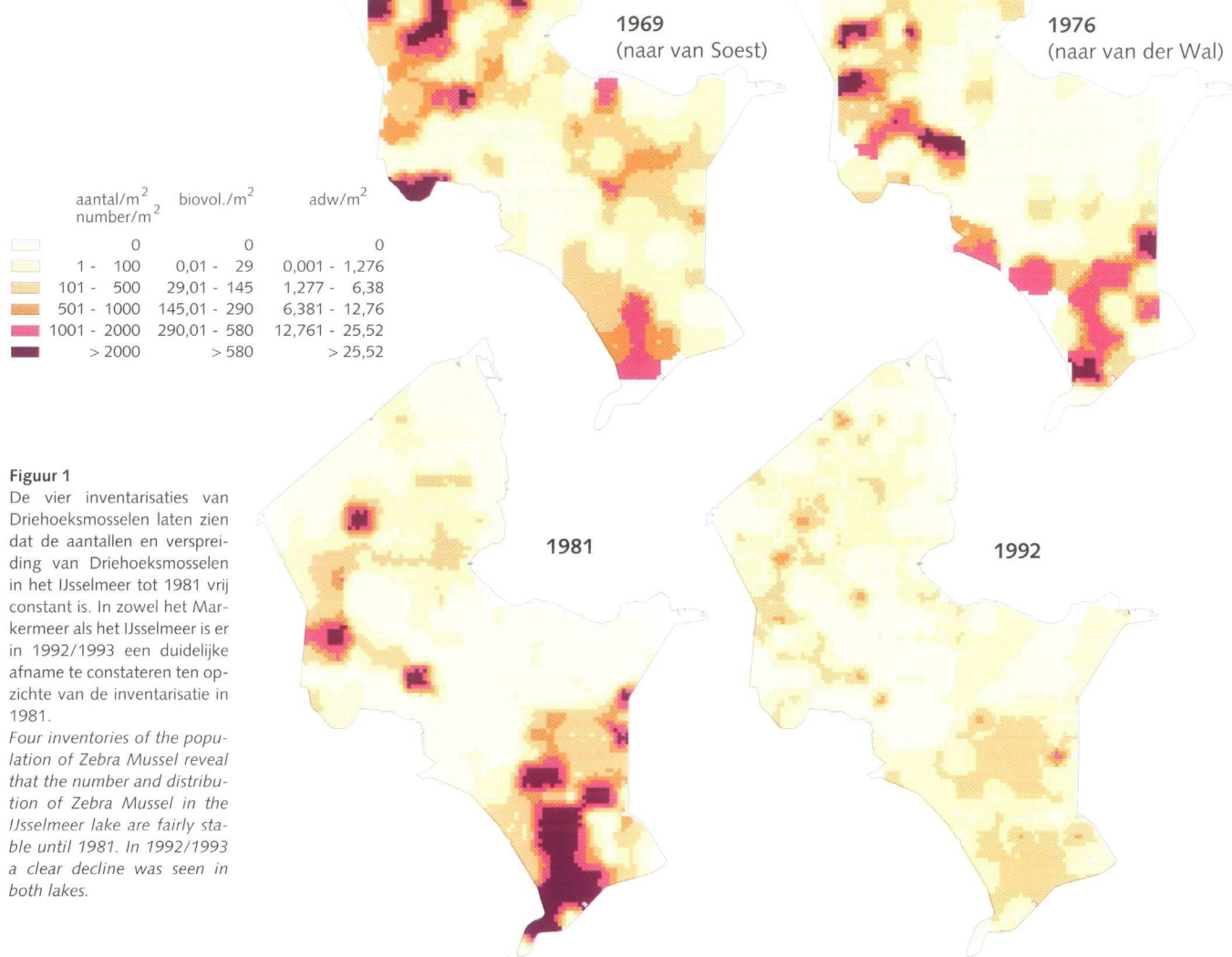
- In 1968 en 1969 (Van Soest, 1970)
- In 1976 (van der Wal, 1979)
- In 1981 (Bij de Vaate, 1991)
- In 1992 (dit rapport)

Onderstaand worden deze opnamen besproken en globaal vergeleken met de opname in 1992. Een goede vergelijking tussen de dichtheden in 1992 en in de voorafgaande jaren is echter moeilijk te maken. In 1992 is het biovolume bepaald als maat voor de biomassa, daarvoor zijn uitsluitend aantallen bepaald.

De eerste kwantitatieve informatie is van Van Soest (1970) die in 1968 en 1969 het huidige IJsselmeer en het noordelijk deel van het Markermeer (de dijk Enkhuizen-Lelystad moest nog aangelegd worden) min of meer systematisch inventariseerde. Belangrijke concentraties van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer werden in dezelfde gebieden aangetroffen als in 1992. Daarnaast werden ze ook aangetroffen in het gebied wat thans het noordelijk deel van het Markermeer is.

### Driehoeksmossel IJsselmeer

#### Zebra mussel IJsselmeer



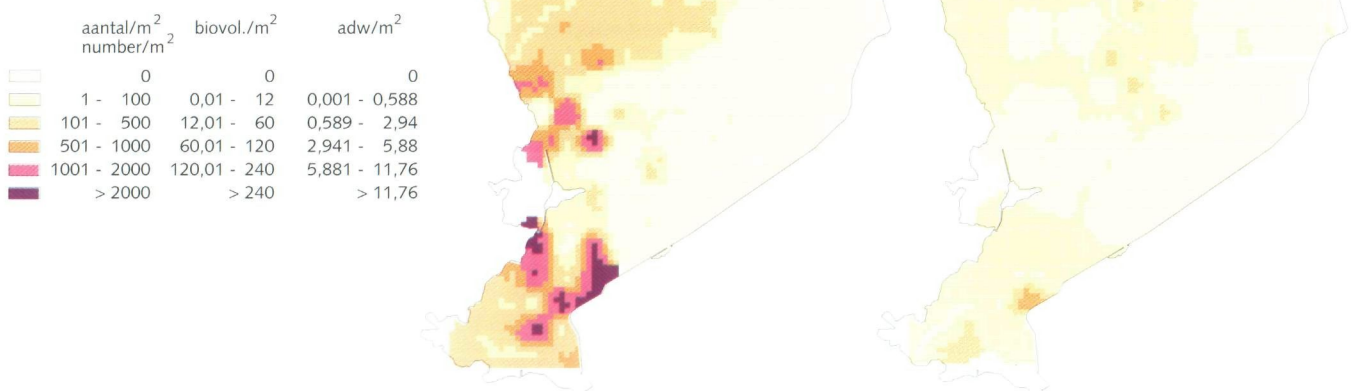
**Figuur 1**

De vier inventarisaties van Driehoeksmosselen laten zien dat de aantallen en verspreiding van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer tot 1981 vrij constant is. In zowel het Markermeer als het IJsselmeer is er in 1992/1993 een duidelijke afname te constateren ten opzichte van de inventarisatie in 1981.

*Four inventories of the population of Zebra Mussel reveal that the number and distribution of Zebra Mussel in the IJsselmeer lake are fairly stable until 1981. In 1992/1993 a clear decline was seen in both lakes.*

### Driehoeksmossel Markermeer

#### Zebra mussel Markermeer



**Foto 11**

De Driehoeksmossel is een 'filter-feeder', dat wil zeggen dat de Driehoeksmossel het voedsel (detritus en algen) uit het water filtert. Onderzoek heeft aangetoond dat bij hoge aantallen driehoeksmosselen de hoeveelheid uit het water gefilterde algen dermate groot is dat het doorzicht in de waterkolom verbetert. Of de driehoeksmosselpopulatie in het IJsselmeer en Markermeer een positieve invloed op het doorzicht hebben is waarschijnlijk maar nog niet aangetoond.



In 1976 voerde Van der Wal (1979) opnieuw een inventarisatie uit. De dijk Enkhuizen-Lelystad was inmiddels aangelegd waardoor het Markermeer was ontstaan. De inventarisaties van Van der Wal beperkten zich hoofdzakelijk tot het IJsselmeer. In het Markermeer werd geïnventariseerd op een betrekkelijk gering aantal lokaties in het westelijk deel. In grote lijnen kwam de verspreiding van de Driehoeksmosselen in het IJsselmeer toen ook goed overeen met de situatie zoals die in 1992 werd aangetroffen.

Het totale IJsselmeergebied (exclusief de Gouwezee) werd geïnventariseerd in 1981 (Bij de Vaate 1991). Opnieuw was de verspreiding van Driehoeksmosselen in het IJsselmeer vergelijkbaar met die in 1992.

**Markermeer; de invloed van slib**

Van het Markermeer zijn een tweetal opnamen bekend van na de aanleg van de Houtribdijk in 1975:

- Een opname in 1981 (Bij de Vaate 1991)
- De opname in 1993 (dit rapport)

In 1981 werden Driehoeksmosselen vrijwel uit-

sluitend aangetroffen ten westen van de lijn Enkhuizen-Blocq van Kuffeler (Zuidelijk Flevoland) en in het gehele IJmeer met uitzondering van de gebaggerde vaargeulen en de zandwinputten (zie figuur 1).

Bij de inventarisatie in 1993 is een zeer duidelijke achteruitgang te constateren in de verspreiding in het gebied ten westen van de lijn Enkhuizen-Blocq van Kuffeler. Zo werden in het gebied ten zuiden van Enkhuizen, in de Hoornse Hop en in het gebied onmiddellijk ten zuiden daarvan nauwelijks nog Driehoeksmosselen aangetroffen, dit in tegenstelling tot 1981. Een oriënterend onderzoek naar de oorzaak van deze achteruitgang (Bij de Vaate 1994) heeft uitgewezen dat de toplaag van de bodem in deze gebieden thans op vele plaatsen bestaat uit een laag *slib* met een dikte van 5 tot 10 cm. Onder deze laag slib, de zogenaamde IJsselmeerafzetting, worden de schelpresten van mariene oorsprong aangetroffen die in de periode daarvoor dienden als aanhechtingssubstraat voor de Driehoeksmosselen. Veranderingen in het sedimentatiepatroon van het opgewervelde bodemmateriaal moeten de oorzaak zijn van de achteruitgang van de Driehoeksmosselen in het Markermeer. Ook andere

macrofauna blijkt in fijn slib slechts in geringe dichtheden voor te komen (o.a. Bij de Vaate en Wanink 1985).

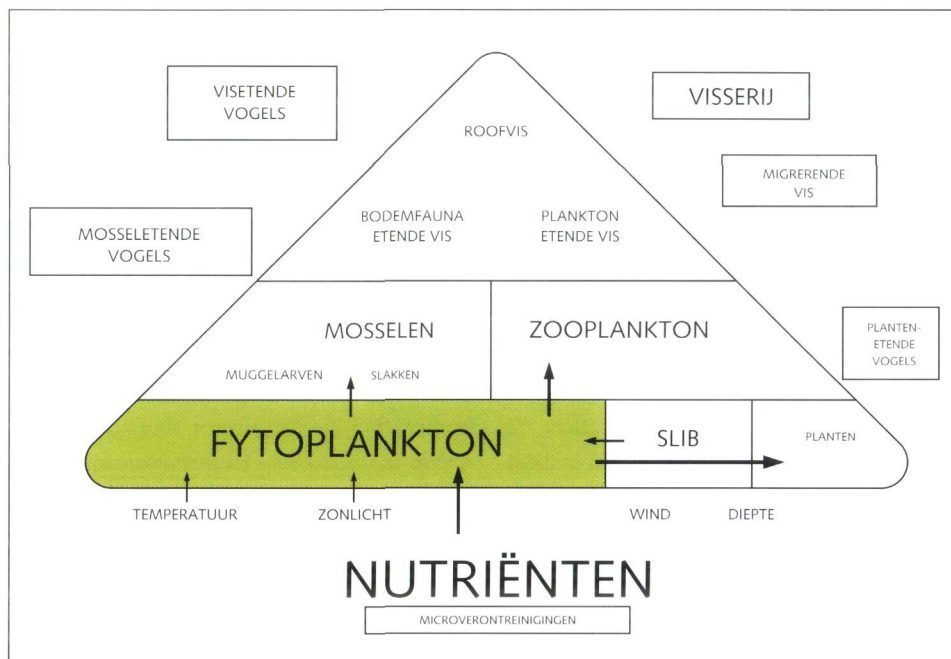
De achteruitgang van de populatie Driehoeksmosselen in het IJsselmeer heeft wellicht twee oorzaken. Vooral het zuidelijke deel van de populatie ondervindt hinder van de toegenomen sedimentatie. Dit als gevolg van de aanleg van de van de Houtribdijk (1975). De afname van het noordelijke deel van de populatie is wellicht het gevolg van de toegenomen predatiedruk van duikeenden (m.n. Toppereenden) door de afname van de overige Driehoeksmosselgebieden.

**Belangrijkste conclusies**

- Van de macrofauna in het IJsselmeer-Markermeer zijn slechts weinig gegevens beschikbaar. De meeste informatie is bekend van Driehoeksmosselen.
- In zowel het Markermeer als het IJsselmeer is een sterke achteruitgang van de populatie Driehoeksmosselen geconstateerd. Waarschijnlijk hangt dit samen met de aanwezigheid van een dunne laag slib op de bodem.

## 7. Fytoplankton

Ronald Bijkerk (Koeman en Bijkerk bv.)



Fytoplankton is de verzamelnaam voor zwevende algen. Deze algen (wieren) zijn de belangrijkste primaire producenten in het IJsselmeer en Markermeer. Fytoplankton kan worden ingedeeld in groepen, waarvan diatomeeën (kiezelwieren), groenwieren, blauwwieren en cryptofyten de belangrijkste zijn in het IJsselmeer en Markermeer. Fytoplankton wordt geconsumeerd door zoöplankton en Driehoeksmosselen. Afgestorven fytoplankton (detritus) is belangrijk voedsel voor macrofauna zoals muggelaren.

Het beheer van de Nederlandse meren en plaspen is erop gericht de dominantie van het fytoplankton te doorbreken. Het verlagen van de nutriëntenbelasting (de bottom-up) en het bevorderen van waterplanten zijn hiervoor geëigende instrumenten. Maar ook het versterken van de consumptie van het fytoplankton door zoöplankton en Driehoeksmosselen (top-down benadering) is van belang. Een actief beheer van de visstand (reductie planktivore en benthivore vis, stimulatie roofvis) kan hierbij een belangrijke rol spelen.

In het IJsselmeer en Markermeer worden de hoeveelheid en soortensamenstelling van het fytoplankton bepaald door de beschikbaarheid van voedingsstoffen en licht. Belangrijke nutriënten zijn fosfor, stikstof en silicium. In het Markermeer zijn de gehalten van de opgeloste nutriënten lager dan in het IJsselmeer. Door de hogere zwevend stofgehalten is de gemiddelde hoeveelheid licht in de waterkolom eveneens lager dan in het IJsselmeer. Een gevolg van deze verschillen is dat de algenbiomassa, gemeten als het chlorofyl- $\alpha$  gehalte, in het Markermeer lager is.

### Resultaten 1992

#### Algenbiomassa

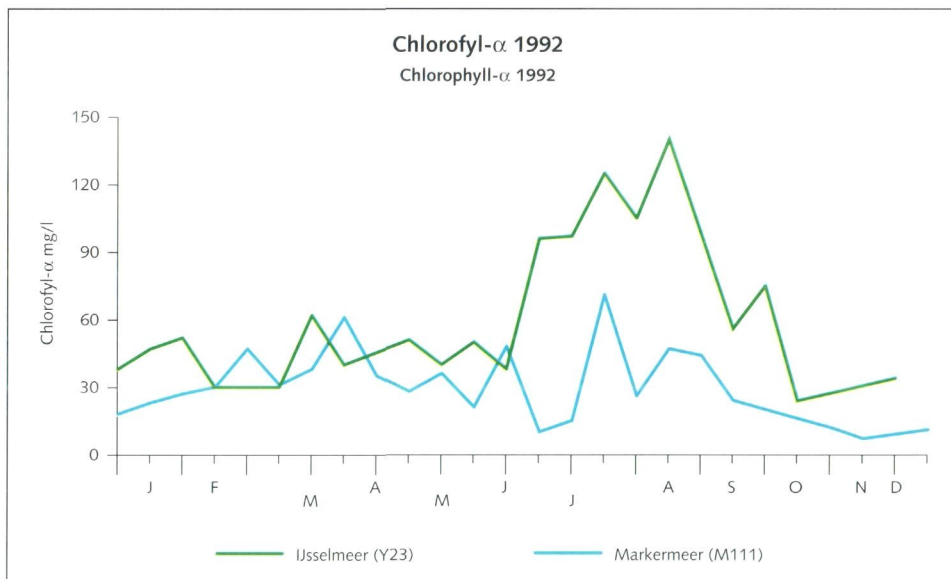
Het verloop in algenbiomassa in het IJsselmeer en Markermeer, uitgedrukt in het chlorofyl- $\alpha$  gehalte, wordt weergegeven in figuur 1.

Het zomergemiddelde gehalte van chlorofyl- $\alpha$  ligt beneden de grenswaarde van 100  $\mu\text{g/l}$ , maar boven de streefwaarde van de voorlopige IJssel-

meeramoerbe (20-30  $\mu\text{g/l}$ , zie Werkgroep WSV 1993). In het IJsselmeer zijn de zomergemiddelde gehalten ongeveer twee maal hoger dan in het Markermeer. Dit verschil treedt vooral op in de tweede helft van de zomer, wanneer in het IJsselmeer in tegenstelling tot het Markermeer hoge chlorofyl- $\alpha$  gehalten van 80-150  $\mu\text{g/l}$  voorkomen. In het voorjaar zijn de gehalten veelal vergelijkbaar, vermoedelijk door de hogere graas-

druk van zoöplankton in het IJsselmeer (zie hoofdstuk 8 over zoöplankton). De verschillen in de tweede helft van de zomer kunnen toegeschreven worden aan het ongunstiger lichtklimaat en de lagere stikstofgehalten in het Markermeer. Berger c.s. (1986) menen dat de groei van het fytoplankton in het Markermeer vermoedelijk nooit optimaal is, door de sterke wisselingen in slibgehalte en lichtklimaat en het van tijd tot tijd lage aanbod van voedingsstoffen.

Op het zuidelijke monsterpunt van het IJsselmeer ligt de algenbiomassa duidelijk lager dan in het midden en het noorden. Dit hangt samen met de instroom van IJsselwater dat relatief veel voedingsstoffen bevat (Vrind *et al.* 1995). Eenmaal aangekomen in het IJsselmeer worden deze nutriënten gedurende het transport noordwaarts geleidelijk vertaald in algenbiomassa. Dit verschijnsel veroorzaakt een duidelijke zuid-noord gradiënt in de dichtheid van het zoöplankton



**Figuur 1**

Het verloop van het chlorofyl- $\alpha$  gehalte, als maat voor de biomassa in het IJsselmeer en Markermeer.

Seasonal change of chlorophyll- $\alpha$  concentration as indicator of biomass of phytoplankton in lake IJsselmeer and lake Markermeer.



Foto 12

Het fytoplankton is in het peiljaar op zes locaties, tweewekelijks bemonsterd met behulp van een steekbuis. Van deze monsters wordt onder een microscoop vastgesteld wat de soortensamenstelling van de fytoplanktongemeenschap is. Van het monster wordt ook het chlorofyl- $\alpha$  gehalte bepaald. Dit chlorofyl- $\alpha$  gehalte is een veelgebruikte maat voor de hoeveelheid fytoplankton. De bemonsteringslocaties voor fytoplankton zijn afgestemd op de locaties van het chemisch meetnet en zoöplankton. Voor gedetailleerde informatie over de monitoringsmethodiek wordt verwezen naar het RIZA werkdocument 91.152 ax.

(zie hoofdstuk 8).

### Soortensamenstelling en dichtheid

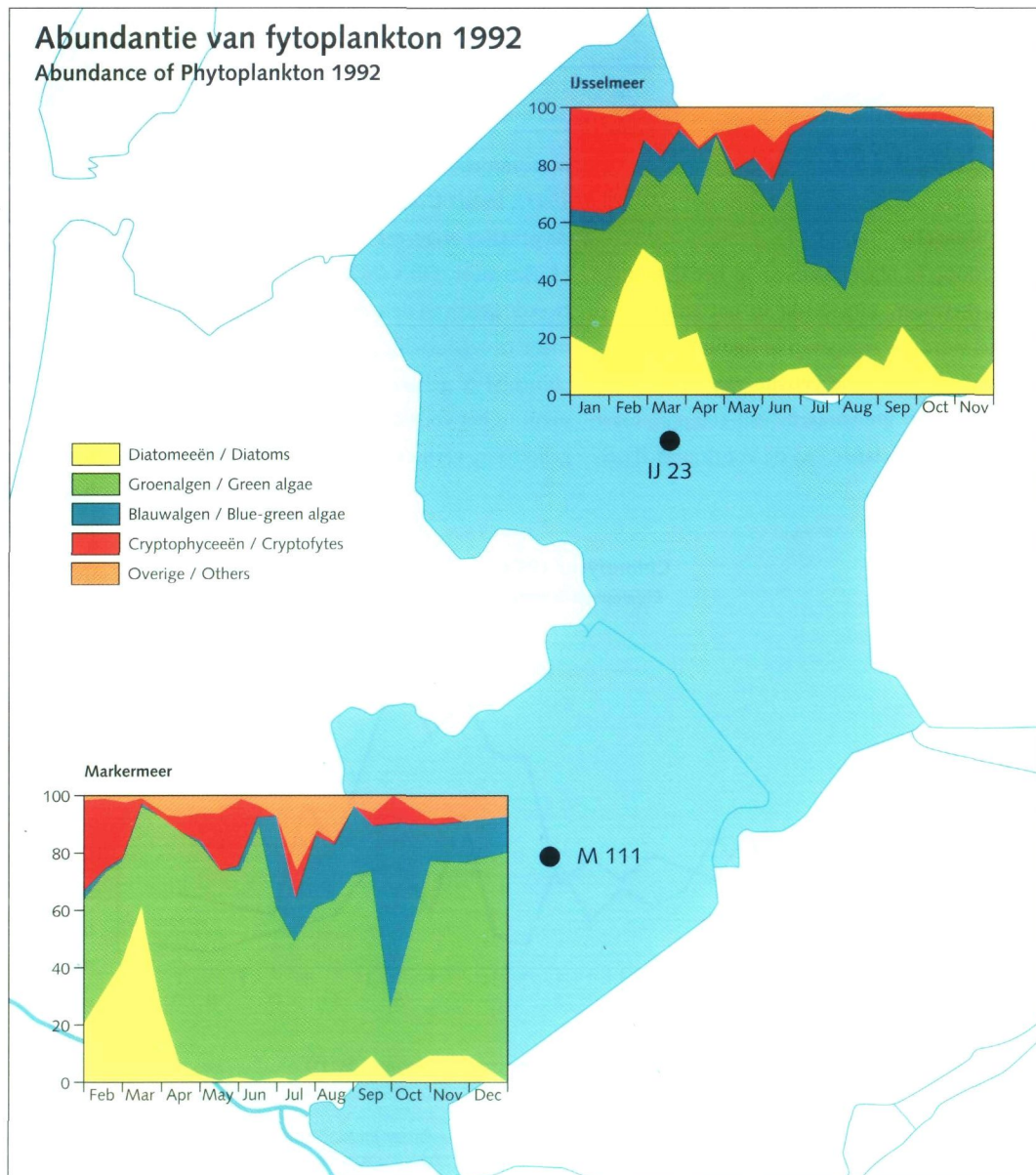
Het verloop in de biomassabijdrage van fytoplanktongroepen op een monsterpunt in het IJsselmeer en Markermeer is weergegeven in figuur 2. In figuur 3 en 4 is op diverse monsterpunten het verloop in dichtheid van verschillende hoofdgroepen weergegeven.

In 1992 worden in het IJsselmeer en Markermeer dezelfde fytoplanktonsoorten aangetroffen. Wel zijn er een aantal duidelijke verschillen in dichtheden van sommige soorten. Groenwieren, met

als belangrijkste vertegenwoordiger *Scenedesmus*, overheersen een groot gedeelte van het jaar. In het vroege voorjaar wordt deze dominantie onderbroken door diatomeeën, die bij de nog lage watertemperaturen sneller kunnen groeien dan groenwieren. Talrijk zijn *Diatoma tenuis*, *Asterionella formosa* en een groot aantal niet-geïdentificeerde pennate diatomeeën. Belangrijke vertegenwoordigers onder de centrale diatomeeën zijn *Skeletonema subsalsum* en *Stephanodiscus hantzschii*. Vanaf juni neemt het aandeel blauwvieren toe met diverse soorten, waarvan *Aphanocapsa elachista* en *Aphanizomenon flos-aquae* op alle meetpunten veel worden waarge-

## Abundantie van fytoplankton 1992

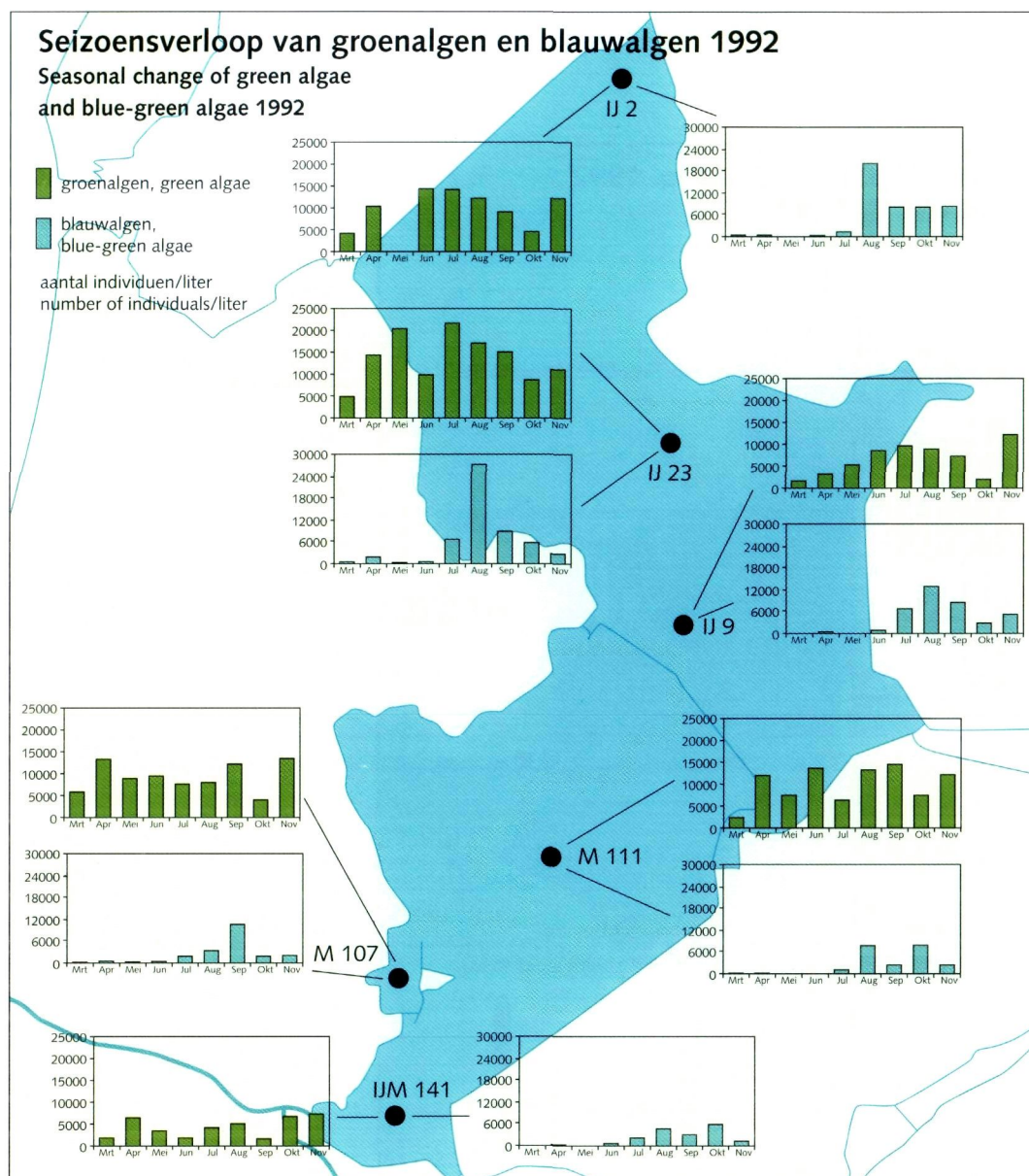
### Abundance of Phytoplankton 1992



Figuur 2

De procentuele abundantie van fytoplanktongroepen in het IJsselmeer en Markermeer vertonen een sterke overeenkomst. Groenalgen zijn het hele jaar het meest dominant aanwezig. Daarnaast zijn in het voorjaar kiezelwieren talrijk en vanaf de zomer vooral ook de blauwalgen.

The percentages of phytoplankton groups occurring in the IJsselmeer and Markermeer lakes display a high degree of correspondence. Green algae are the most predominant throughout the year. In addition, diatom algae are abundant in the spring, as are blue-green algae starting in the summer.



**Figuur 3**

Het seizoensverloop van groenalgen en blauwalgen op zes locaties in het IJsselmeer en Markermeer.

*The seasonal abundance of green and green-blue algae at six sites in the IJsselmeer and Markermeer lakes.*

nomen. *Microcystis aeruginosa* bereikt alleen in het IJsselmeer tamelijk hoge dichtheden en is in het Markermeer slechts bescheiden aanwezig. Kleine flagellaten, zoals *Chroomonas* sp. en *Chrysochromulina parva*, zijn in beide wateren van tijd tot tijd abundant.

De groep groenwieren is het hele jaar belangrijk. Naast de bekende geslachten *Scenedesmus* en *Monoraphidium* treden verschillende kolonievormende groenwieren op de voorgrond, waaronder *Coelastrum microporum* (vooral in het IJsselmeer), *Tetrastrum komarekii* en *Dactylosphaerium jurisii*/*Dictyosphaerium subsolitarum* (vooral in het Markermeer). Minder talrijk maar typisch voor het IJsselmeerpilankton zijn *Pediastrum kawraiskyi* en *Planctonema lauterbornii*. Abundant maar problematisch te determineren is een groep "kleine ronde cellen". Mogelijk gaat

het hier om losse *Aphanocapsa*- of *Microcystis*-cellen, of om losse *Dactylosphaerium*-cellen.

#### *Dichtheidsverschillen binnen het IJsselmeer en Markermeer*

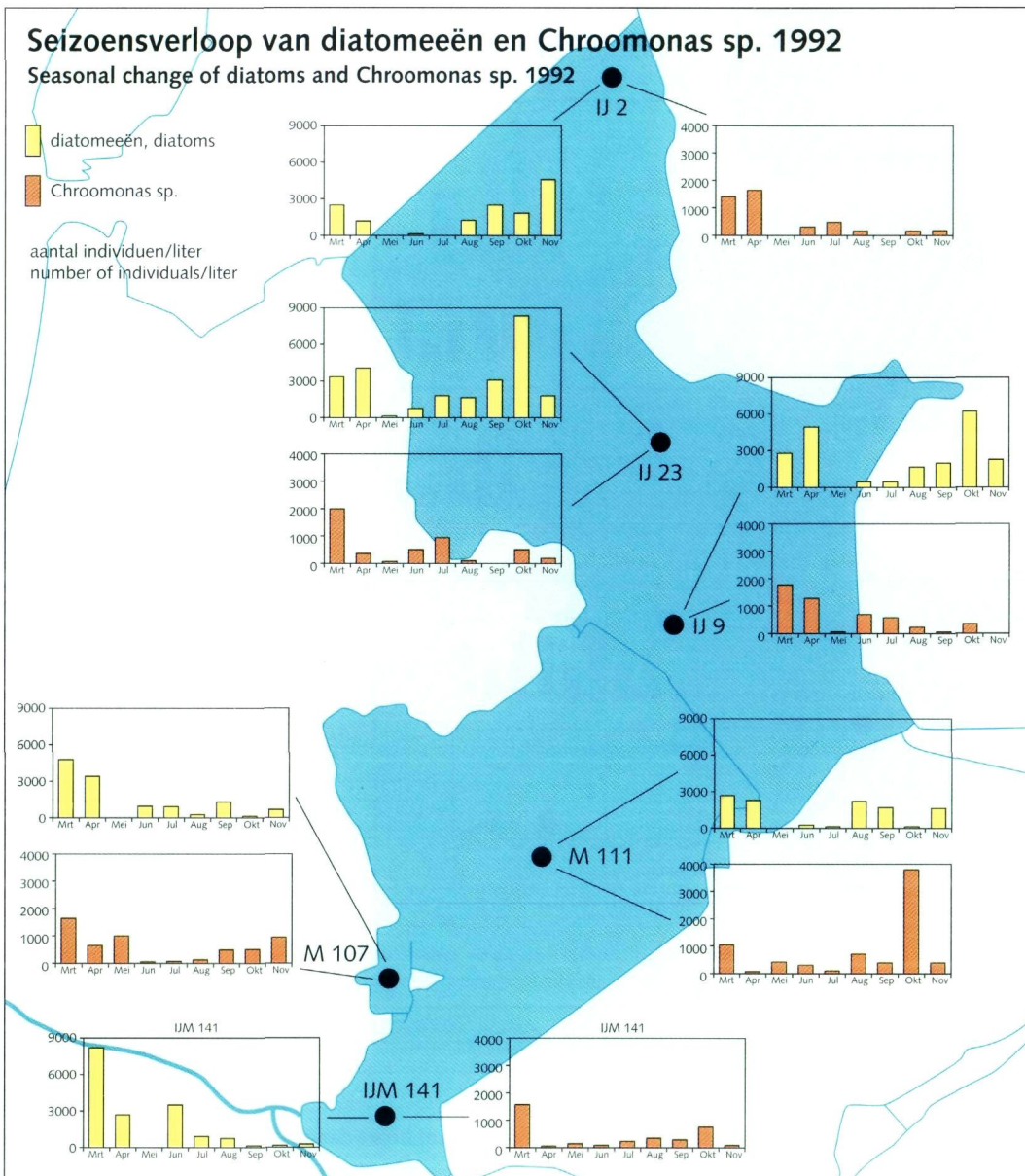
De gradiënt in chlorofyl- $\alpha$  gehalten in het IJsselmeer (zie figuur 1) is ook terug te vinden in de soortensamenstelling van het fytoplankton. Zo is de absolute dichtheid van groenwieren (het aantal waargenomen individuen per ml) in het zuidelijke deel van het IJsselmeer het laagst, evenals de dichtheid van blauwwieren (figuur 3).

Ook tussen de meetpunten in het Markermeergebied is een verschil te zien in het jaargemiddelde percentage groenwieren (figuur 3). In het IJmeer is de relatieve abundantie van groenwieren significant lager en die van blauwwieren signifi-

cant hoger dan in het Markermeer en de Gouwezee. De relatief hoge aantallen in het IJmeer van *Skeletonema* en *Asterionella* in maart en *O. agardhii* in juni-november wijzen op een beïnvloeding door water afkomstig uit het Gooi- en Eemmeer.

#### *Dichtheidsverschillen tussen IJsselmeer en Markermeer*

Van de meeste fytoplanktonsoorten zijn de waargenomen maximale dichtheden in het IJsselmeer niet opvallend hoger dan in het Markermeer. Uitzonderingen vormen *Microcystis aeruginosa* (en de hiermee geassocieerde *Pseudanabaena mucicola*), *Coelastrum* spp. en *Scenedesmus* spp., alle talrijker in het IJsselmeer, *Dictyosphaerium subsolitarum*, *Monoraphidium contortum*, *Dichotomococcus curvatus*, *Tetrastrum*



**Figuur 4**

Het seizoensverloop van diatomeeën en de talrijkste vertegenwoordiger van de cryptofyten: Chroomonas spec. In het IJsselmeer hebben diatomeeën naast een voorjaarspiek ook een najaarspiek.  
*The seasonal abundance of diatoms and the most prevalent member of the Cryptophyte division: Chroomonas spec. In the IJsselmeer lake, a bloom of diatoms is seen in the autumn as well as the spring.*

*komarekii* en de groep "kleine ronde cellen", alle talrijker in het Markermeer. Men kan zeggen dat het Markermeer in 1992 een minder sterk *Scenedesmus-Microcystis*-karakter heeft (Berger 1988) dan het IJsselmeer, als gevolg van de lagere en sterker fluctuerende beschikbaarheid van licht en nutriënten. Binnen de groenwiegemeenschap is er een hoger percentage van soorten met relatief kleine cellen, solitair of in niet-compacte kolonies. Bij deze kleine cellen zal zowel de lichtabsorptie als de opnamesnelheid van nutriënten per eenheid celvolume relatief groot zijn. Dit kan voordelen bieden in situaties waar de beschikbaarheid van nutriënten of licht beperkt is, of

sterk fluctueert (Reynolds 1988). Ook cryptofyceën, in beide meren overeenkomstig abundant, worden geassocieerd met meren waar de nutriëntengehalten laag zijn of sterke schommelingen vertonen (STOWA 1993).

## Ontwikkelingen

### Historische gegevens

#### Periode 1932-1942

In de periode 1932-1942 is het fytoplankton van het IJsselmeer op kwalitatieve wijze onderzocht

door Wibaut-Isebreë Moens (1954). Het blijkt dat veel van de huidige talrijke soorten zich in de jaren kort na de afsluiting hebben gevestigd, aangevoerd door Zwarte Water, IJssel, Utrechtse Vecht en Eem. *Microcystis aeruginosa* behoorde na 1934 tot "de meest gewone soorten", terwijl *Aphanizomenon flos-aquae* vanaf 1935 in "verschillende jaren 'waterbloei' veroorzaakte" (Wibaut-Isebreë Moens, 1954). Beide blauwwier-soorten zijn karakteristieke bewoners van meso- tot eutrofe, diepere meren.

Van de groenalgen kon *Crucigenia quadrata* (zie de opmerking hieronder) vanaf 1934 worden



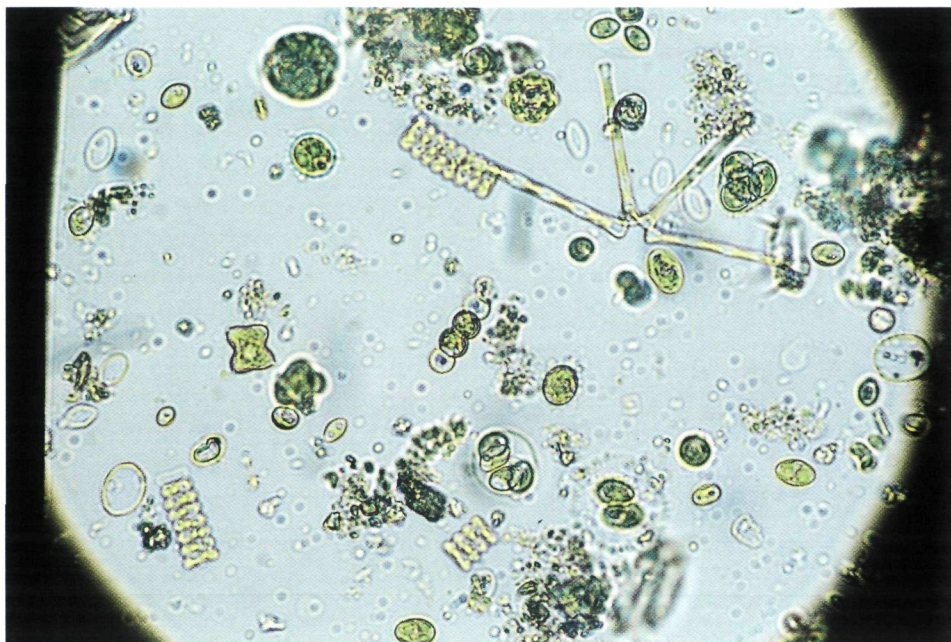


Foto 13

Fytoplankton is belangrijk voedsel voor zoöplankton. Niet alle fytoplanktonsoorten zijn echter gemakkelijk te consumeren. Kiezelwieren zijn voor veel zoöplankton moeilijk te verteren vanwege het harde kiezelskeletje. Van sommige draadvormige blauwwieren zoals *Oscillatoria agardhii* is bekend dat *Daphnia* erin verstrikt raken en zodoende de graas van zoöplankton op fytoplankton verlagen. Onder zomerse omstandigheden is *Oscillatoria agardhii* in het IJsselmeer een algemene soort.

beschouwd als een typische IJsselmeersoort. *Pediastrum kawraiskyi*, ook vóór de ontzilting al aanwezig, werd na 1937 niet meer teruggevonden maar was in 1992 weer opvallend vertegenwoordigd, mogelijk door de toename van het chloridegehalte. Van de diatomeeën behoorden *Melosira granulata*, *Actinocyclus normanii*, *Asterionella formosa* en *Diatoma tenuis* na 1935 tot de algemene en soms talrijke soorten.

Over de algenbiomassa in deze jaren zijn nauwelijks gegevens bekend. Berger & Sweers (1988) geven aan dat de gemiddelde biomassa in de periode 1932-1942 een factor 1.5 tot 13 lager was dan in 1973. Dit als gevolg van de eutrofiëring van het IJsselmeer in die periode.

#### Periode 1972-1984

Uit de jaren 1942-1971 zijn geen langere tijdreeksen van fytoplankton bekend. Fytoplanktongegevens uit de periode 1972-1984 zijn gepubliceerd door Berger *et al.* (1986) en Berger & Sweers (1988). Het fytoplankton werd getalsmatig overheerst door groenalgen met een jaargemiddelde abundantie van meer dan 50%. Be-

langrijkste taxa waren eveneens *Scenedesmus* en *Coelastrum microporum* en verder *Pediastrum* en *Crucigenia quadrata* (deze soort is vermoedelijk identiek met *Tetrastrum komarekii*; uit waarnemingen blijkt dat *T. komarekii* talrijk is in zowel het IJsselmeer als het Markermeer (Bijkerk pers. med). Belangrijke diatomeeën (uit de voorjaarsperiode) waren ook toen *Melosira granulata*, *Asterionella formosa* en *Diatoma tenuis*. De maximale abundantie van blauwwieren in de zomermaanden bedroeg in de meeste jaren niet meer dan 4-20%. In de warme en droge zomer van 1976 waren de percentages in juli-september echter aanzienlijk hoger: IJmeer 22% (*Microcystis*), Markermeer 34-63% (*Microcystis* en *Oscillatoria agardhii*), IJsselmeer (midden) 85-93% (*Oscillatoria agardhii*).

Algen die in geen van de vorige studies werden genoemd zijn de cryptofyceeën en de diatomee *Skeletonema subsalsum*. Beide ontbreken altijd in oudere planktonlijsten. Wat *Skeletonema* betreft kan dit een gevolg zijn van een identificatieprobleem. Een feit is dat het aantal waarnemingen van deze diatomeeën in Europese en Noord Amerikaanse rivieren en meren sinds de zeventiger

jaren aanmerkelijk is gestegen. Deze stijging wordt wel verklaard uit een toename van het zoutgehalte in de betreffende wateren (Hasle & Evensen 1976).

De biomassa van het fytoplankton was kenmerkend voor geëutrofiëerde wateren. De (zomergemiddelde) chlorofyl- $\alpha$  gehalten varieerden van 70 tot 140  $\mu\text{g/l}$  (zie hoofdstuk 2 en Berger & Sweers 1988).

#### Recente ontwikkeling: afnemende eutrofiëring

De belasting van het IJsselmeer met nutriënten uit de Rijn vertoont sinds 1985 een dalende trend, na een lange periode van toename. Deze trend, welke zich vertaalt in de nutriëntengehalten, is een direct gevolg van de inspanningen in het kader van het Rijn- en Noordzee Actie Programma.

De effecten van deze afnemende belasting vertalen zich traditioneel het eerst aan de basis van de voedselketen, in het fytoplankton. In het IJsselmeer is dit echter nog niet het geval (zie hoofdstuk 2). De precieze oorzaken hiervan zijn voornamelijk onduidelijk.

In het Markermeer zijn de chlorofyl- $\alpha$  gehalten eveneens min of meer constant gebleven. In dit meer lijkt de soortensamenstelling echter wél een (geleidelijke) verschuiving te ondergaan. Zo treedt sinds 1982 een periodieke dominantie op van *Aphanizomenon flos-aquae*. Deze blauwalg onderscheidt zich van *Microcystis aeruginosa* en *Oscillatoria agardhii* door zijn vermogen om atmosferische stikstof te benutten. Het lijkt erop dat er sinds 1982 regelmatig een stikstoflimitatie van de algengroei optreedt: kortstondige perioden met zeer lage nitraat- en ammoniumgehalten worden vanaf 1982 waargenomen, terwijl sinds 1985 in het derde kwartaal een langere periode voorkomt met zeer lage gehalten opgelost anorganisch stikstof (DIN), waarbij de verhouding met ortho-fosfaat (DIN/DRP ratio) daalt tot 4 of lager (Dekker 1993). Ook lijkt een verschuiving op te treden naar kleine groenwieren als *Monoraphidium contortum*, *Dactylosphaerium jurisii*, *Dichotomococcus curvatus* en flagellaten als *Chroomonas*.

Bij een verdere afname van de fosfaatbelasting van het IJsselmeer zullen in de toekomst de

frequentie en omvang van *Microcystis*-bloeien naar verwachting minder worden dan in de periode 1972-1986, evenals de dichtheid van diatomeeën en groenwieren als *Scenedesmus* en *Coelastrum*. Incidentele bloeien van *Oscillatoria agardhii* blijven mogelijk, afhankelijk van de weersomstandigheden 's zomers (microstratificatie en langdurige perioden met temperaturen van 20°C of hoger, zoals in 1989 (Berger *et al.* 1986; van Duin 1992) en zolang er in het aangevoerde water omvangrijke populaties van deze soort aanwezig zijn. Bij een vermindering van het fosfaatgehalte zullen ook in het Markermeer de maximale aantallen diatomeeën en *Scenedesmus* in het voorjaar lager worden. In de zomermaanden lijkt fosfaat niet groei limiterend, zodat het effect in deze periode gering zal zijn. Het percentage blauwwieren in het Markermeer, gemiddeld over de maanden juli-september, benaderde in 1992 overigens wel de referentiewaarde van 20%.

In het hoofdstuk Integratie (hoofdstuk 10) wordt verder ingegaan op de effecten van afnemende eutrofiëring.

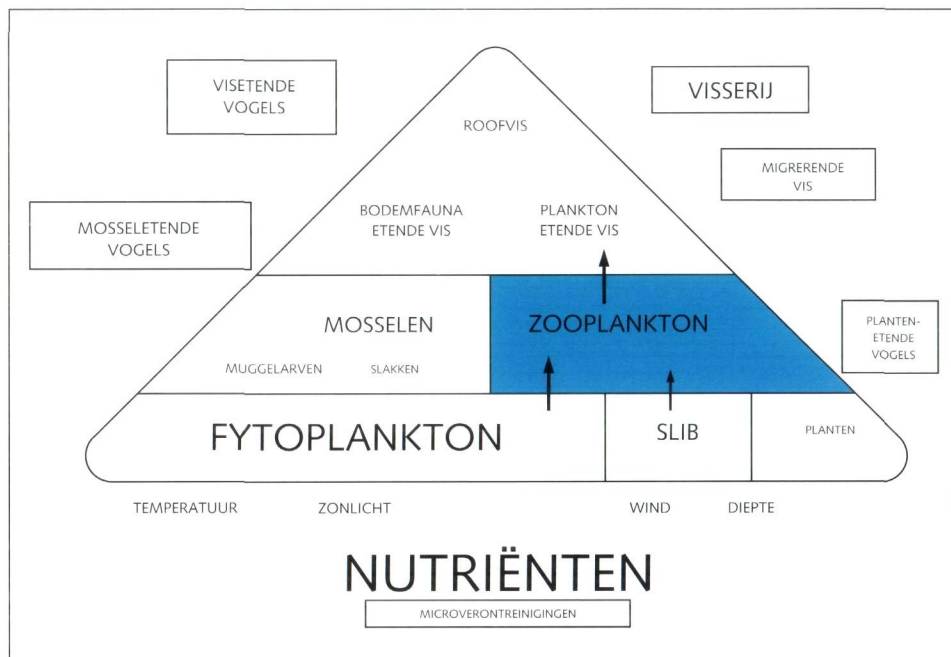
wacht worden. Bij welke fosfaatgehalten en in welke mate dit precies zal optreden is nog onduidelijk.

## Belangrijkste conclusies

- Sinds 1985 is er in het IJsselmeer sprake van een daling van het totaal-P gehalte als gevolg van een afnemende belasting uit de IJssel. Deze daling heeft tot op heden echter niet geresulteerd in lagere chlorofyl- $\alpha$  gehalten en/of een verschuiving in de soortensamenstelling van het fytoplankton.
- In het Markermeer treedt sinds 1982 regelmatig een dominantie op van de stikstoffixerende blauwalg *Aphanizomenon flos-aquae*. Deze dominantie is waarschijnlijk het gevolg van de sterk gedaalde fosfaatgehalten sinds het ontstaan van het Markermeer in 1975, waardoor regelmatig stikstofflimitatie van de algengroei optreedt.
- Bij een verdere afname van de fosfaatbelasting mag, in perioden dat fosfaat limiterend voor de algengroei is (naar verwachting in het voorjaar in beide meren en in de zomer in het IJsselmeer), een afname van de algenbiomassa ver-

## 8. Zoöplankton

Pim Dekker (Koeman en Bijkerk bv.)



Zoöplankton vormt een belangrijke component van het voedselweb in het Markermeer en IJsselmeer. Deze groep ongewervelde dieren omvat cladoceren, copepoden en rotatoren. Volwassen cladoceren en copepoden behoren tot het grote zoöplankton, de raderdieren tot het kleine zoöplankton. Enkele dominante geslachten van de Cladoceren zijn: *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia* en *Chydoridae*. Van de groep Copepoden is het geslacht *Cyclops* algemeen. Binnen de groep raderdieren zijn *Asplanchna*, *Polyarthra*, *Keratella* veel voorkomende geslachten.

Zoöplankton begraaft het fytoplankton en detritus. Deze begrazing is soms soortspecifiek, hetgeen wil zeggen dat bv. enkele soorten zoöplankton diatomeën consumeren terwijl ander zoöplankton graag groenalgen eet. Enkele grote zoöplanktonsoorten eten ook kleine zoöplanktonsoorten.

Grote zoöplanktonsoorten (m.n. *Daphnia* sp.) kunnen het fytoplankton sterk onderdrukken. Om deze reden zijn deze 'waterkoeien' geliefd bij de waterbeheerder. Zowel bottom-up krachten (m.n. nutriëntenreductie) als top-down krachten (reductie planktivore visstand, stimulatie roofvisstand) worden ingezet om het zoöplankton te bevorderen.

### Resultaten 1992

#### Soortensamenstelling en dichtheidsverloop

Het verloop van de dichtheid van een aantal hoofdgroepen zoöplankton wordt gegeven in figuur 1 en 2.

#### IJsselmeer

In de dichtheid van Cladoceren treedt op alle locaties een voorjaars- en nazomer-piek op (figuur 1). De eerste piek, rond mei, is het hoogst, en wordt vooral gevormd door hoge dichtheden van de geslachten *Bosmina* en *Daphnia*. Deze bedragen voor *Bosmina* 150-500 ind./l, en 100-200 ind./l voor *Daphnia*. Zowel *Bosmina longirostris* als *Bosmina coregoni* zijn algemene soorten. Van het geslacht *Daphnia* worden *Daphnia cucullata* en *Daphnia hyalina/galeata* in vergelijkbare aantallen aangetroffen.

De nazomer-piek valt in augustus/september. Hierin is vooral relatief klein zoöplankton als *Chydoridae* en *Ceriodaphnia* belangrijk. De dichtheid van deze groepen ligt tussen 50 en 100 ind./l. *Chydorus sphaericus* en *Ceriodaphnia pulchella* zijn van deze geslachten de meest algemene soorten.

Op de monsterpunten in het midden en zuiden van het IJsselmeer treedt de *Daphnia*-piek wat later op dan die van *Bosmina*, waardoor rond

juni gedurende een korte periode de dichtheid van *Daphnia* hoger is dan die van *Bosmina*. Op de noordelijke locatie is dit in augustus even het geval. Het grootste deel van het jaar zijn de dichtheden van *Bosmina* echter hoger dan die

van *Daphnia*.

De dichtheid van raderdieren (figuur 2) vertoont een eerste piek in maart/april met waarden tot 1000 individuen per liter. Het meest talrijk zijn dan *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* en

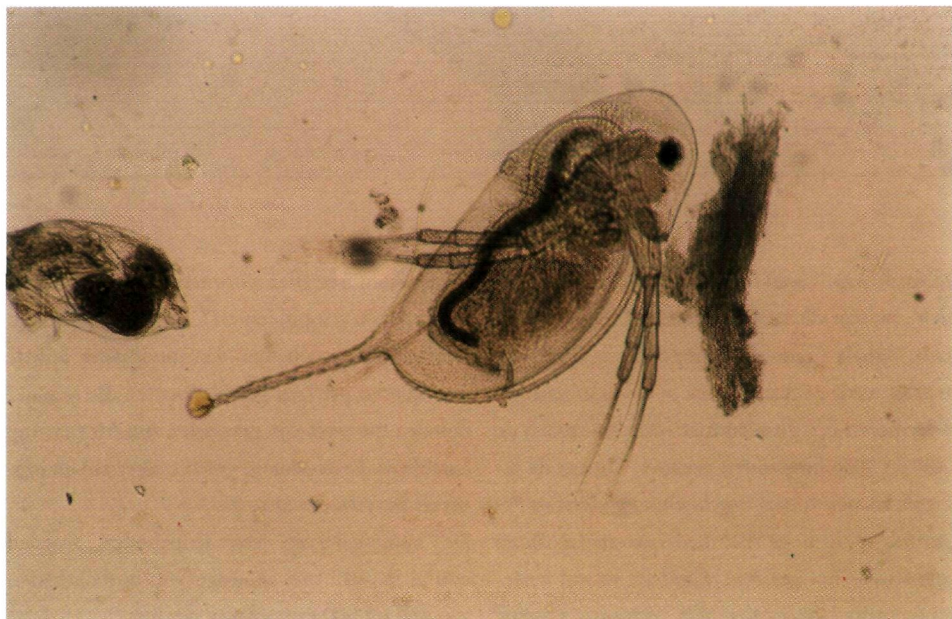
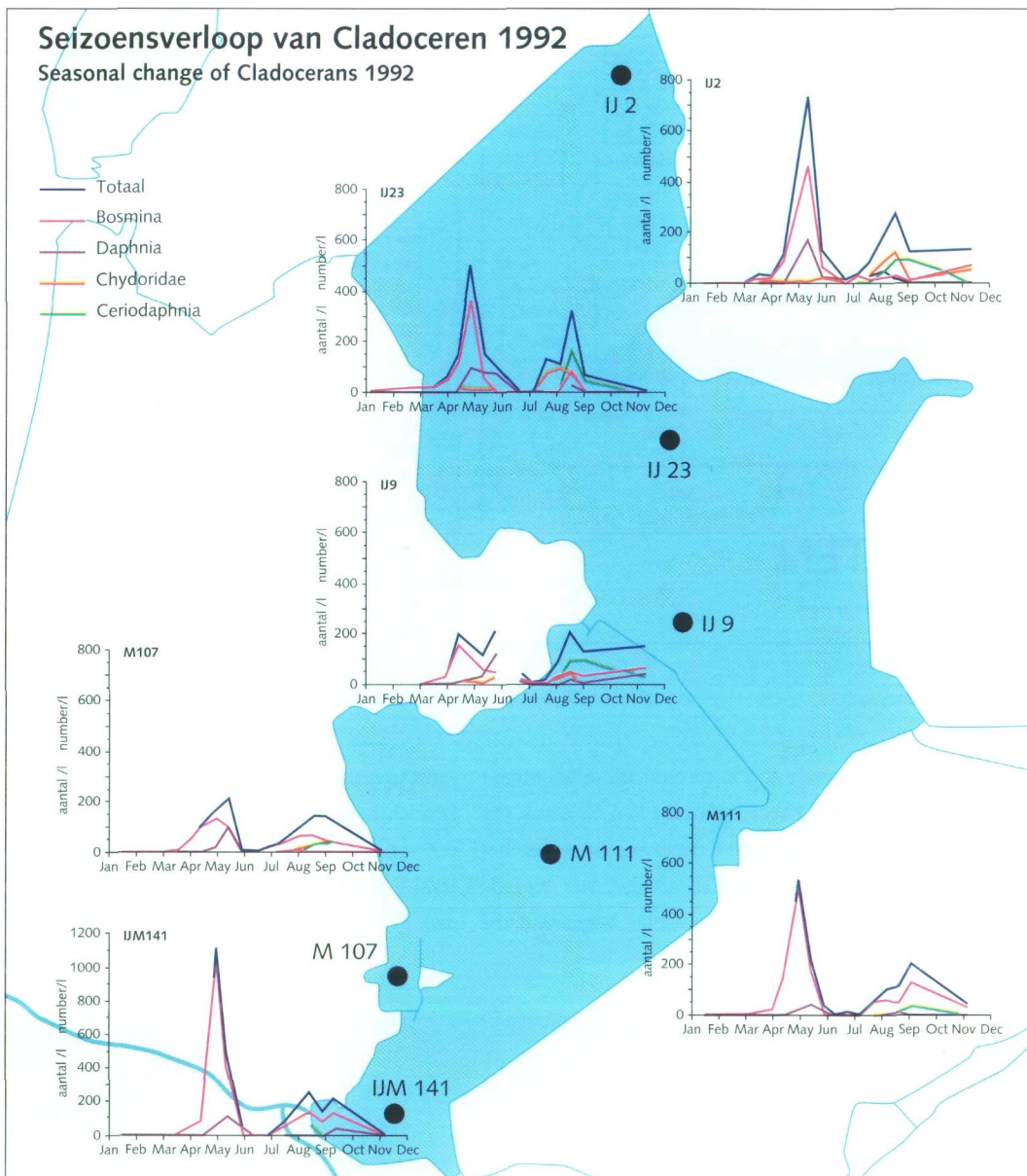


Foto 14

Net als fytoplankton wordt zoöplankton bemonsterd met een steekbuis en wordt het monster vervolgens geanalyseerd onder de microscoop. De bemonstering vindt maandelijks plaats. Naast soortensamenstelling en concentratie van de verschillende soorten zoöplankton wordt ook de gemiddelde lengte van de *Daphnia* bepaald. De gemiddelde lengte van de *Daphnia* geeft een indicatie over de omvang van de predatiedruk van vis op zoöplankton. Voor gedetailleerde informatie over de monitoringsmethodiek wordt verwezen naar het RIZA werkdokument 91.152 ax.



**Figuur 1**

De cladoceren behoren tot het relatief grote zoöplankton en vervullen een cruciale rol in het ecosysteem. Enerzijds consumeren cladoceren het fytoplankton, anderzijds zijn cladoceren belangrijk voedsel voor jonge en planktovore vis. De seizoensstrend van de populatie cladoceren vertoont een voorjaars- en najaarspiek met daartussen een korte periode van afwezigheid.

Members of the order cladocera are relatively large zooplankton and play an essential part in the ecosystem. Cladocera water fleas consume phytoplankton, on the one hand, and are an important source of food for young and planktivorous fish, on the other. The cladocera population peaks in the spring and autumn and is absent for a brief intervening period.

*Polyarthra* sp. Vanaf mei, tijdens de 'Cladoceren-piek', nemen de aantallen sterk af. Op het moment dat de Cladoceren-populatie is ingestort, in juli, treedt de tweede piek in de dichtheid van raderdieren op, ditmaal met waarden tussen de 1000 en 5000 individuen per liter. Tijdens de juli-piek komen vooral *Brachionus angularis* en *Polyarthra* sp. in hoge dichtheden voor. In juli en augustus is het geslacht *Keratella* vooral vertegenwoordigd door *Keratella cochlearis* f. *tecta*. Deze is in het voorjaar niet waargenomen, en wordt in de literatuur beschreven als typische vorm voor warme, eutrofe wateren (Pontin 1978). De in de IJsselmeermonsters aangetroffen

Copepoden betreffen voornamelijk copepodietstadia van Cyclopoïden en Calanoïden. Adulten worden in dichtheden van hoogstens enkele exemplaren per liter geteld. Soorten die in meer dan een monster zijn gevonden zijn *Mesocyclops leuckharti*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eurytemora affinis* en *Eurytemora lacustris*.

De naupliuslarven van Copepoden worden vooral in april/mei aangetroffen, in dichtheden van 400 tot 500 exemplaren per liter.

#### Toename van zuid naar noord

Bij vergelijking van de figuren van de drie monsterlocaties onderling valt op dat de dichtheden

van zuid naar noord toenemen. Het duidelijkst is dit voor de groepen *Bosmina* in mei en raderdieren in juli. Deze gradiënt houdt zeer waarschijnlijk verband met de waterverplaatsing in noordelijke richting. De door de IJssel meegevoerde voedingsstoffen worden op het traject vanaf de monding naar het noorden geleidelijk vertaald in algenproductie. Dit veroorzaakt op haar beurt een toenemende dichtheid van zoöplankton, doordat tijdens het transport netto groei optreedt.

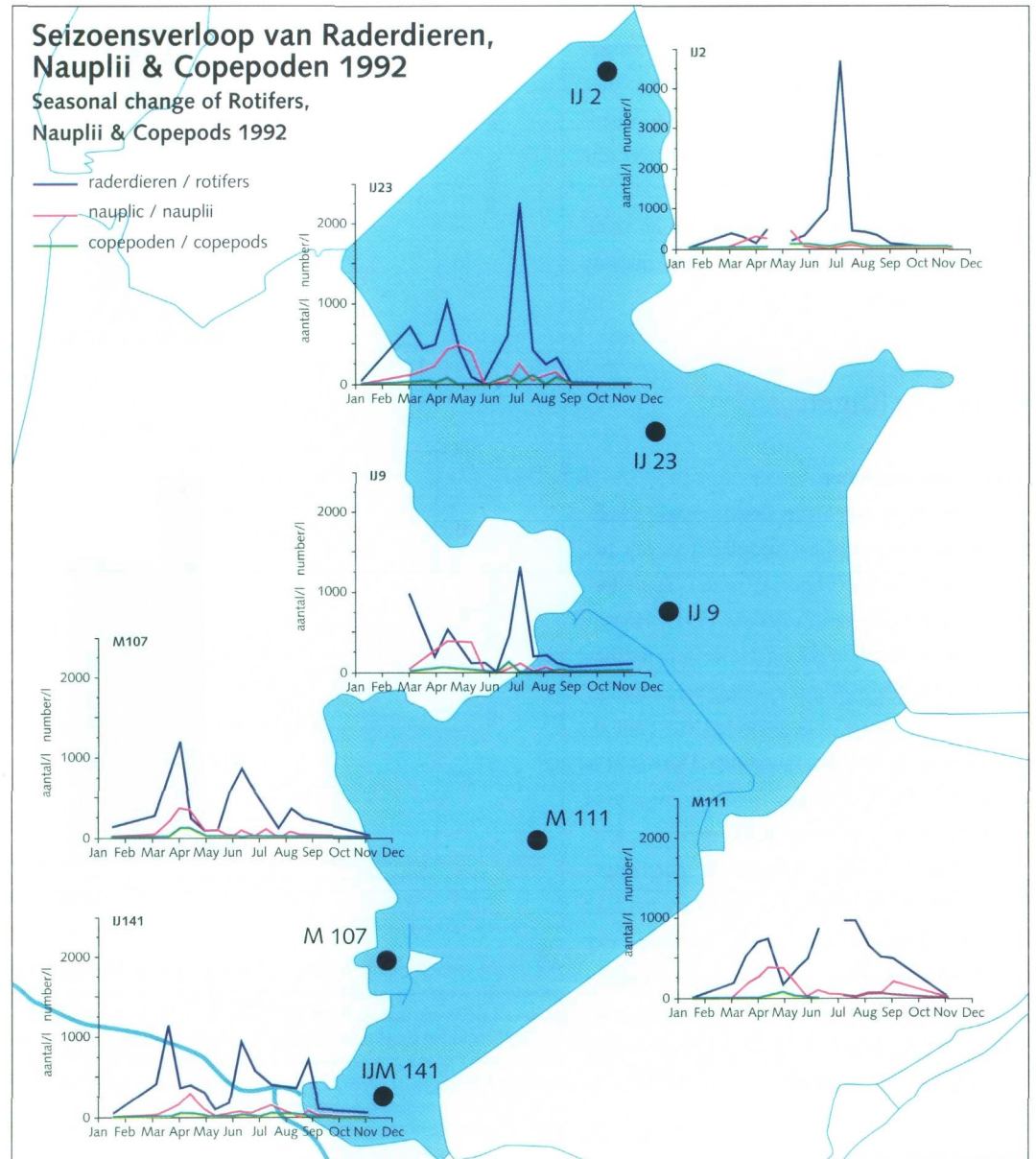
De zuid-noord gradiënt in de dichtheid van het zoöplankton komt niet duidelijk terug in het verloop van de algenbiomassa in het voorjaar

Figuur 2

De seizoenstrend van de raderdieren, nauplii en copepoden laat een samenhang zien met het seizoensverloop van Cladoceren. Zo nemen juist bij afwezigheid van cladoceren de hoeveelheid raderdieren sterk toe. De aantallen copepoden blijven in beide meren gedurende het hele jaar laag.

There is a clear correlation between the seasonal abundance of rotifera, nauplii and copepods and that of cladocera. When cladocera are absent, the rotifera population grows dramatically.

The number of copepods in both lakes remains relatively low throughout the year.



(zie hoofdstuk 7, figuur 1). Het chlorofyl- $\alpha$  gehalte is in deze periode duidelijk lager dan in de nazomer. Dit wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de sterke graasdruk van de Cladoceren, waardoor de algenbiomassa onderdrukt wordt (top-down effect).

#### Markermeer

Ook in het Markermeer is sprake van een voorjaars- en een nazomerpiek in de dichtheid van Cladoceren. Tijdens de piek in mei bedragen de maximale dichtheden van *Bosmina* op de verschillende monsterlocaties 150-1000 ind/l, en voor *Daphnia* 50-100 ind/l. De dominantie van

de kleinere *Bosmina* ten opzichte van *Daphnia* komt in het Markermeer dus sterker naar voren dan in het IJsselmeer. In het Markermeer maakt *Bosmina* bovendien het grootste deel uit van de 'Cladoceren-piek' in de nazomer. Naast *Bosmina* zijn dan ook *Ceriodaphnia* en Chydoridae in verhoogde dichtheden aanwezig. De dichtheid van deze groepen blijft op de locaties in het Markermeer echter beneden de 50 ind/l.

De soortensamenstelling van de Cladoceren in het Markermeer is in grote lijnen vergelijkbaar met die van het IJsselmeer. Een opvallend verschil is dat de kleine *Daphnia cucullata* ten opzichte van *Daphnia hyalina/galeata* sterk in aan-

tal overheerst.

Van de Copepoden wordt in het Markermeer in een groter aantal monsters volwassen exemplaren aangetroffen. De soorten die gevonden worden zijn dezelfde als in het IJsselmeer.

Het verloop in de dichtheid van raderdieren en naupliuslarven is vergelijkbaar met het IJsselmeer. De piekwaarden in de dichtheid van raderdieren in juli zijn in het Markermeer minder hoog en liggen rond de 1000 ind/l (figuur 2). Dominante raderdieren zijn *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* en *Brachionus angularis*. *Polyarthra sp.* is in het Markermeer niet in grote aantallen aanwezig. *Keratella cochlearis f. tecta*, die

's zomers in het IJsselmeer binnen het geslacht *Keratella* overheerst, komt in het Markermeer incidenteel voor. Mogelijk hangt dit samen met het hoge gehalte van anorganisch seston, waardoor het seston als geheel in het Markermeer een lagere voedingswaarde heeft (zie verder).

Van de overige soorten is voorkomen en mate van dominantie in het Markermeer vergelijkbaar met het IJsselmeer.

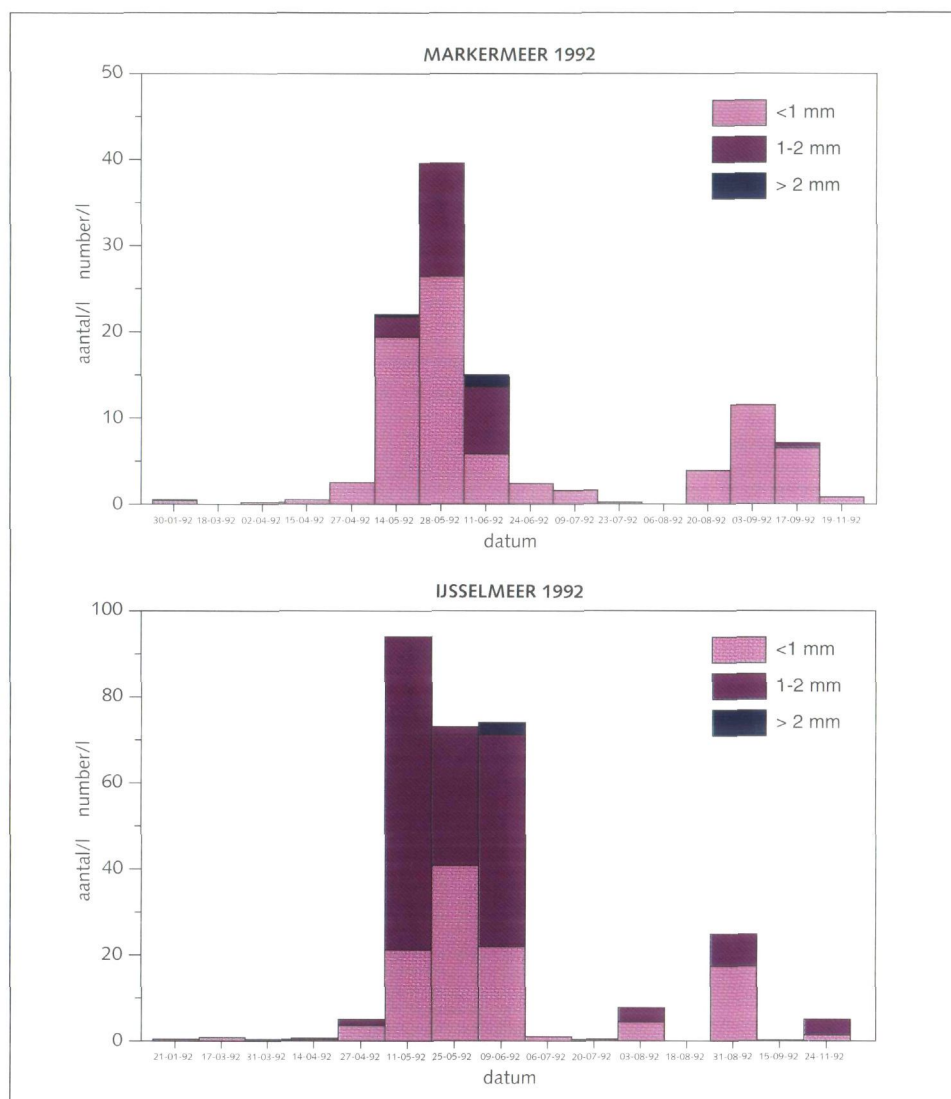
## Ontwikkelingen

### Historische gegevens

Van voorgaande jaren zijn slechts enkele kwalitatieve gegevens over het zoöplankton van het IJssel- en Markermeer bekend (m.n. Wibaut-Isebreë Moens 1954; van Zuilekom 1991). Hieruit blijkt dat er met betrekking tot de soortenrijkdom in de laatste vijftig jaar weinig veranderd is. *Daphnia cucullata* is in de periode 1932-1942 alleen in 1936 en 1937 waargenomen. Daarnaast is vanaf 1937-1942 ieder jaar *Daphnia longispina* aanwezig. In de taxonomie van *Daphnia* gr. *longispina* zijn sindsdien grote veranderingen opgetreden. Het is niet duidelijk in hoeverre het hier om een andere soort gaat dan de *Daphnia*'s van het *Daphnia hyalina/galeata*-complex. *Eurytemora lacustris*, een typische zoetwatersoort, ontbreekt tot 1942, maar is in 1992 in een groot deel van de monsters aanwezig.

### Dichtheidsverloop

Voor de meeste monsterpunten in beide meren geldt dat de afname van de Cladocerenpiek in mei het eerst inzet voor *Bosmina*, terwijl de aantallen van *Daphnia* nog toenemen (figuur 1 en 2). Dit wijst op een voedsellimitatie voor *Bosmina* door effectievere graas van *Daphnia*. Kort daarna stort de hele Cladoceren populatie in. Uit de gegevens over fytoplankton (zie hoofdstuk 7, figuur 3 en 4) blijkt dat in mei de dichtheden van cryptofyceën en diatomeeën in het IJsselmeer, en van diatomeeën in het Markermeer lager zijn dan in april. De oorzaak van het plotselinge verdwijnen van de Cladocerenpopulatie na mei hangt derhalve mogelijk samen met een verminderd voedselaanbod. Het verdwijnen van grote *Daphnia*'s in de tweede helft van juni (figuur 3)



Figuur 3

Het lengte-verloop van de *Daphnia* in het IJsselmeer en Markermeer in 1992 laat zien dat tijdens de voorjaarspiek de gemiddelde lengte van de *Daphnia* in het IJsselmeer iets groter is. Door (grootte-selectieve) predatie door vis neemt het aantal en de lengte van de *Daphnia* in het late voorjaar dramatisch af. In het najaar herstelt de populatie zich enigzins. De *Daphnia* in het IJsselmeer blijken ook dan gemiddeld iets groter dan in het Markermeer.

*Development of the average length of daphnia found in the IJsselmeer and Markermeer lakes in 1992 reveals that, on average, the length of daphnia from the IJsselmeer is somewhat longer during the spring peak. In the late spring, the (size-selective) predation habits of fish causes a dramatic decline in the length of daphnia. The population makes a slight come-back in the autumn. Daphnia of the IJsselmeer lake appear to be somewhat larger on average than those found in the Markermeer lake.*

geeft echter aan dat predatie door vis (vnl. de nieuw gerecruteerde jaarklasse) waarschijnlijk ook een rol speelt (o.a. Mills *et al.* 1987; Post & McQueen 1987). De sterk verlaagde chlorofyl- $\alpha$  gehalten in het IJsselmeer ten opzichte van de nazomer duiden erop dat het zoöplankton via graas een sturende factor voor de algenbiomassa is geweest. In andere perioden is dit waarschijnlijk niet het geval. Voor het Markermeer ligt dit minder duidelijk. De totale graasdruk van de kleinere soorten (*Bosmina*, *Daphnia cucullata*) is echter aanmerkelijk kleiner dan in het IJsselmeer.

Na de zomerpiek van de raderdieren in juli nemen de aantallen Cladoceren weer toe. In het IJsselmeer zijn Chydoridae en *Ceriodaphnia* in deze periode het meest talrijk, in het Markermeer is dat *Bosmina*. De aantallen blijven echter veel lager dan tijdens de voorjaarspiek. Tevens blijven de dieren kleiner (figuur 3). Predatie door vis is een waarschijnlijke oorzaak. Ook een vermindering van de kwaliteit van het voedselaanbod ten opzichte van april kan als eventuele oorzaak worden aangevoerd.

### Relatieve abundantie

Bij vergelijking van zoöplanktongemeenschap-

pen van ondiepe mesotrofe en eutrofe zoetwatermeren blijkt een sterke overeenkomst te bestaan in aangetroffen soorten, maar komen grote verschillen voor in relatieve abundantie (Arndt *et al.* 1993; Gulati 1990; STOWA 1993). Kenmerkend voor het zoöplankton van het IJssel- en Markermeer in 1992 is de dominantie van kleinere Crustaceën, vooral *Bosmina*, en Raderdieren. Deze dominantie komt in het Markermeer het duidelijkst naar voren: *Daphnia hyalina/galeata*, die in het IJsselmeer een belangrijk deel uitmaakt van de *Daphnia*-populatie, wordt in het Markermeer nauwelijks aangetroffen. De *Daphnia*-populatie in het Markermeer bestaat voornamelijk uit *Daphnia cucullata*, die geldt als een kleine *Daphnia*-soort.

In het zoöplankton van andere Nederlandse eutrofe meren is een dominantie van kleinere Cladoceren een typisch verschijnsel (vgl. Gulati 1990). De meest genoemde factoren die het optreden van dominantie van kleinere Cladoceren kunnen verklaren zijn selectieve predatie van groter zoöplankton door planktivore vis, en een verschuiving in het fytoplanktonaanbod naar dominantie van draad- en kolonievormende blauwalgen, waar vooral grotere Daphniïden minder goed tegen bestand zouden zijn. Het eerste punt lijkt zeker van sterke invloed, getuige de de traditioneel hoge stand van (zoö)planktivore vissen (m.n. Spiering, zie hoofdstuk Vissen) alsmede het lengteverloop van *Daphnia* in 1992. Wat het tweede punt betreft zijn de onderzoeksresultaten echter niet eenduidig (zie bijv. Dawidowicz 1990; Gulati 1990). In het IJssel- en Markermeer zijn de maximale abundanties van blauwalgen in de nazomer hoog genoeg (Hoofdstuk Fytoplankton) om in negatieve zin van invloed te zijn op de groeisnelheid van vooral *Daphnia hyalina*, maar ook van *Daphnia cucullata* (Gliwicz 1990). De lage dichtheden van *Daphnia* in het najaar zouden hier naast vispredatie mee kunnen samenhangen.

DeMott en Kerfoot (1982) beschrijven een verschil in foeragerwijze tussen *Daphnia* en *Bosmina*, die oorzaak kan zijn van verschillen in relatieve abundantie tussen beide groepen. In tegenstelling tot *Daphnia* is *Bosmina* in staat selectief te grazen op deeltjes met een hoge voedingswaarde, bijvoorbeeld flagellaten. Vooral

wanneer de dichtheid van deze voedselrijke algen relatief laag is, is *Bosmina* ten opzichte van *Daphnia* in het voordeel en stijgt de relatieve abundantie van *Bosmina*. In het IJssel- en Markermeer zou dit verschil in foerageer-selectiviteit eveneens in het najaar een rol kunnen spelen, omdat dan de kwaliteit van het voedselaanbod daalt door een toename van het aandeel blauwalgen in het fytoplankton. Opvallend is echter dat in het Markermeer, waar de dichtheden van blauwalgen lager, en van flagellaten relatief hoger zijn dan in het IJsselmeer, de dominantie van kleine Cladoceren het meest uitgesproken is. Ook op grond van de planktivore visstand, welke in het IJsselmeer als gevolg van de grotere voedselrijkdom traditioneel groter is dan in het Markermeer (zie hoofdstukken Vissen en Ecosysteembeschrijving), zou in het IJsselmeer eerder een dominantie van kleine Cladoceren verwacht worden. (zie ook van Zuilekom 1991)

#### Anorganisch seston

Een bijzonder kenmerk van het Markermeer is het gehalte aan anorganisch seston, dat periodiek zeer hoog kan zijn. In april 1992 wordt een piekwaarde gemeten van 200 mg/l, in mei en juni zijn de gemeten gehalten respectievelijk 48 en 38 mg/l. In het IJsselmeer liggen de waarden in dezelfde periode tussen de 8.5 en 12.5 mg/l.

Uit de literatuur blijkt, dat hoge anorganisch seston-gehalten van grote invloed kunnen zijn op de overlevingskansen en populatiegroei van Daphniïden (Van Donk 1991).

Soorten binnen het geslacht *Daphnia* zijn 'filterfeeders', die zonder te selecteren alle zwevende deeltjes binnen een bepaalde 'size-range' opnemen. De opname van anorganisch seston heeft een drietal directe effecten. De snelheid waarmee algen worden opgenomen wordt lager, de algen die worden opgenomen verteren minder goed, en doordat het soortelijk gewicht van een dier door de opname van anorganisch seston sterk toeneemt moet er meer energie worden besteed aan opwaartse zwembewegingen. Deze ongunstige effecten worden gemeten voor anorganisch seston met een deeltjesgrootte 1-30 µm, en bij gehalten van >10-50 mg/l (van Donk, 1991). Zoals eerder vermeld heeft *Bosmina* een foeragerwijze die selectiever is dan die van *Daphnia* (De-

Mott & Kerfoot 1982). Door actieve selectie van voedselrijke deeltjes kan *Bosmina* het aandeel van anorganisch seston in het opgenomen materiaal waarschijnlijk beperken, en staat daardoor in mindere mate bloot aan de ongunstige effecten daarvan.

Niet duidelijk is in hoeverre er verschil bestaat in de gevoeligheid voor anorganisch seston tussen *Daphnia hyalina/galeata* en *Daphnia cucullata*, waarmee verklaard zou kunnen worden waarom alleen de eerste van deze twee soorten in het Markermeer vrijwel ontbreekt.

In 1993 zijn metingen verricht aan het koolstofgehalte van *Daphnia* in het IJssel- en Markermeer (Boersma 1993 niet gepubl.). Gerelateerd aan lengte kan het koolstofgehalte dienen als maat voor de conditie van *Daphnia* (zie voor methode Boersma en Vijverberg 1994). Op basis van het koolstofgehalte blijkt de conditie van *Daphnia* in het Markermeer lager te zijn dan in het IJsselmeer. Binnen het onderzoek is echter geen onderscheid gemaakt tussen verschillende *Daphnia*-soorten, zodat onduidelijk blijft in hoeverre het hier de conditie van *Daphnia cucullata* betreft.

## Belangrijkste conclusies

- Er zijn nauwelijks historische gegevens over het zoöplankton in het IJsselmeer en Markermeer bekend.
- In het voorjaar van 1992 is het zoöplankton zeer waarschijnlijk een sturende factor voor de algenbiomassa in het IJsselmeer geweest. In andere periodes en in het Markermeer was dit waarschijnlijk niet het geval.
- In het Markermeer is het zoöplankton in het algemeen kleiner dan in het IJsselmeer. Ook zijn de dichtheden in het algemeen lager. De verschillen zijn voor een belangrijk deel terug te voeren op produktiviteitsverschillen en de hoeveelheid anorganisch seston in het water. De invloed en het samenspel van deze en daarmee verwante factoren (o.a. vispredatie, kwaliteit van het voedsel) zijn nog grotendeels onbekend.

