





Biologische monitoring zoete rijkswateren

**Haringvliet**  
**Hollandsch Diep**  
**Biesbosch 1994**

Notanummer: 96.032





Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

Biologische monitoring zoete rijkswateren

# Watersysteemrapportage

## Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch 1994

RIZA Nota nr.: 96.032

ISBN nummer 9036945208

ISSN nummer 1386-0143

Redactie:

J.E.W. de Hoog, H. Coops, A.A. Storm,

M. Ohm en K.H. Prins

bij citaten vermelden:

de Hoog, J.E.W., H. Coops, A.A. Storm, M. Ohm, K.H. Prins, 1997. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch 1994. RIZA nota nr. 96.032.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	5
<b>Summary</b>	7
<b>Voorwoord</b> Jan Koolen	11
<b>1. Inleiding</b> Hugo Coops	13
<b>2. Beschrijving van Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch</b> Annelies de Hoog	15
<b>3. Ecotoxicologie</b> Hannie Maas, Piet den Besten en Henk Pieters	21
<b>4. Fytoplankton</b> Ronald Bijkerk	27
<b>5. Zoöplankton</b> Pina Dekker	37
<b>6. Macrofauna</b> Esti Reinhold-Dudok van Heel	45
<b>7. Water- en oeervegetatie</b> Hugo Coops en Peter Jesse	51
<b>8. Vissen</b> Jan Klein Breteler	59
<b>9. Watervogels</b> Kees Koffijberg, Ronald Zollinger en Rob ter Horst	65
<b>10. Amfibieën en reptielen</b> René Krekels, Ben Crombachs en Raymond Creemers	75
<b>11. Zoogdieren</b> Dennis Wansink	79
<b>12. Integratie</b> Annelies de Hoog, Marieke Ohm en Joan van der Velden	85
<b>Soortenregister</b>	91
<b>Literatuur</b>	101
<b>Verantwoording</b>	107
<b>Colofon</b>	109



# Samenvatting

Bert Storm

**Dit rapport geeft een overzicht van de ecologische toestand van het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch in het jaar 1994. Waar mogelijk zijn ook oudere gegevens gebruikt voor trendanalyses. Het doel van deze rapportage is een zo compleet mogelijke actuele beschrijving van het watersysteem, waarbij verbanden gelegd worden tussen de verschillende groepen organismen.**

Het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch maken deel uit van het mondingsgebied van Rijn en Maas. Voor de afsluiting van het Haringvliet in 1970 door middel van de Haringvlietssluis stond het westelijke deel onder invloed van het zoute zeewater. De zoetwatergrens lag onder gemiddelde omstandigheden in het Hollandsch Diep en de zoetwatergetijslag bedroeg ongeveer 2 meter. Na de afsluiting is er een gering getij van 20 - 30 cm overgebleven. Grote hoeveelheden verontreinigd rivierslib bezinken in de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en de Biesbosch. Dit slib is in de laatste jaren gedeeltelijk afgedekt met schoner sediment. De vegetatie past zich aan aan de nieuwe omstandigheden: slikken verdwijnen, rietgorzen verruigen, grienden worden niet meer onderhouden en schieten door. Oeverafslag leidt tot het verdwijnen van oevergebieden. Om dit te voorkomen zijn in de afgelopen tien jaar op grote schaal vooroeververdedigingen aangelegd.



## Ecotoxicologie

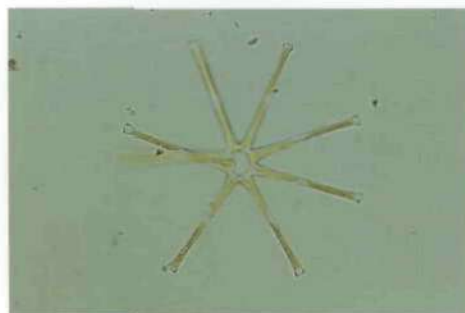
Kwikgehalten in Aal overschrijden het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) sterk. PCB-153 in Aal overschrijdt het MTR alleen nog maar in de Dordtsche Biesbosch. Op grond van het dioxine-effect van PCBs lopen hogere organismen een ernstig risico. Van de bestrijdingsmid-

delen in Aal overschrijdt alleen DDT het MTR, al vertoont het een dalende trend. Door nalevering van kwik uit de bodem dalen kwikgehaltenes in Aal van 1992-1994 nauwelijks. PCB-gehaltenes dalen wel in deze periode.

Kwikgehaltenes in Driehoeksmosselen overschrijden het MTR wel, maar zijn 10 keer zo laag als in Aal. Cadmiumgehaltenes in Driehoeksmosselen duiden erop, dat de kans op effecten bij mossele-tende organismen zeer groot is. PAKs en bestrijdingsmiddelen liggen ver beneden het MTR.

Hoge percentages kaakafwijkingen en lage dicht-heden muggenlarven in het veld wijzen op efec-ten van de waterbodem. Het oppervlaktewater van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch overschrijdt de kritische waarde in de toxiciteits-test.

In het lab heeft de vervuilde waterbodem ernsti-ge effecten op de groei van watervlooien en mug-genlarven.



## Fytoplankton

In het Hollandsch Diep en Haringvliet komt een groot deel van het Rijn- en Maaswater tezamen en neemt de verblijftijd van het rivierwater toe. De hoeveelheid en soortensamenstelling van het fytoplankton ondergaan hierbij duidelijke veranderingen. De zomergemiddelde gehaltenes chlorofyl-*a* zijn in het algemeen een factor twee lager dan in Rijn en Maas en de abundantie van kiezelwieren neemt af ten gunste van flagellaten. Belangrijke oorzaken zijn begrazing en silicium-gebrek. Blauwwierbloei komt niet voor omdat de verblijftijd in het Hollandsch Diep en Haringvliet hier over het algemeen te kort voor is.

De zomergemiddelde gehaltenes van chlorofyl-*a* schommelen in de jaren 1976-1994 tussen 10 en 20 g/l en vertonen vooralsnog geen duidelijk

verband met het totaal-fosfaatgehalte. De verschillen in chlorofyl-*a* op bemonsteringslocaties in het Hollandsch Diep en Haringvliet worden bepaald door de rivierafvoer. Bij een hoge afvoer (> 2000 m<sup>3</sup>/s te Lobith) is het verloop op beide locaties overeenkomstig en zorgt begrazing van algen stroomafwaarts voor een afname van het gehalte. Bij een lagere afvoer worden de verschillen groter en krijgen in het Haringvliet flagella-ten en in de zomer blauwwieren de kans om hun aandeel in het fytoplankton te vergroten, ten koste van de kiezelwieren uit het rivierplankton.



## Zoöplankton

Watervlooien zijn dominant in het zoöplankton. Stroomafwaarts neemt hun dichtheid toe, terwijl overig zoöplankton afneemt. In het voorjaar tot mei zijn raderdieren de algemeenste groep in het zoöplankton. In het Haringvliet is een omvangrijke zoöplanktonpopulatie aanwezig die door begrazing een grote invloed heeft op de fytoplanktondichtheid.

Uit het lengteverloop van de watervlo *Daphnia* in 1994 valt af te leiden dat een sturende invloed van plankton etende vis in het Haringvliet ontbreekt. In het Hollandsch Diep is de dichtheid en gemiddelde lengte van watervlooien lager dan in het Haringvliet. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk de kortere verblijftijd van het water, waardoor de omstandigheden voor de groei van grote watervlooien minder gunstig zijn.

Zowel in het Hollandsch Diep als in het Haringvliet lijkt de ontwikkeling van *Daphnia* in het voorjaar te worden geremd ten gunste van *Bosmina*. Dit hangt waarschijnlijk samen met een hogere afvoer en hogere gehaltenes van zwevend stof in deze periode.



## Macrofauna

De macrofauna-samenstelling vertoont over het gehele gebied betrekkelijk weinig verschillen. De algemeenste soorten zijn de Tiggervlokreeft, Kaspische slijkgarnaal en Jenkins waterhoren. De ecotopen diep slib en ondiep fijn zand met de daarbij behorende kenmerkende macrofauna komen het meest voor. Aan riviermondingen gebonden ecotopen als 'profundaal zand' en 'slikkige oevers en platen' met de daarbij behorende soorten ongewervelde dieren, zijn vrijwel geheel verdwenen. Met Riet begroeide slikkige zandoevers, waarin duikerwantsen, slijkhafte en slakken dominant aanwezig zijn, zijn nog maar marginaal aanwezig. Driehoeksmossel komt voornamelijk voor in het oostelijk Haringvliet en westelijk Hollandsch Diep; de dichtheden lijken toe te nemen sinds 1990. Op één plaats in het Haringvliet is onverwacht een kenmerkende soort van voor de afsluiting, de Getijdenslak, gevonden.

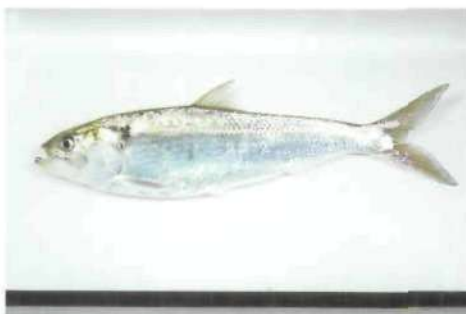


## Water- en oevervegetatie

De afsluiting van het Haringvliet heeft tot gevolg gehad dat de kenmerkende vegetatie van zoete getijdengebieden en van de zoet-zoutovergang vrijwel is verdwenen. De begroeiing met Riet en biezen is sterk achteruit gegaan. Daarvoor in de plaats is een ontwikkeling van waterplanten en

ruigtes te zien. In ondiepe delen zijn Doorgroeid fonteinkruid en Schedefonteinkruid te vinden. In kleine kreken in de Biesbosch komen nu waterplanten van stilstaand water voor. Waterplanten komen over het algemeen tot op een diepte van 1 meter voor.

In gebieden achter vooroeverdammen vindt weinig of geen spontane uitbreiding van de oeverplantenvegetatie plaats. Van de ontwikkeling van waterplanten en draadalg in de beschutte gebieden achter vooroeverdammen profiteren watervogels.



## Vissen

Na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 zijn de mariene vissoorten in het Haringvliet vervangen door vissoorten die kenmerkend zijn voor het zoete water. De diversiteit in de visstand van het gehele gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch neemt daardoor sterk af. De voor het gebied kenmerkende aan brak water gebonden soorten zijn bijna volledig verdwenen.

Het Haringvliet en Hollandsch Diep zijn eerst gekoloniseerd door Baars, Blankvoorn en Brasem. In de tweede helft van de 70-er jaren is in het Haringvliet in totaal gemiddeld 29 kg/ha vissen met een kor gevangen, in de 80-er jaren 43 kg/ha en in de eerste helft van de 90-er jaren 63 kg/ha. In het Hollandsch Diep liggen deze hoeveelheden ongeveer twee keer zo hoog. De biomassa van Brasem neemt geleidelijk toe. Deze soort is momenteel in het gehele gebied veruit dominant. De toename in de totale vangst is voornamelijk het resultaat van de expansie van Brasem. Snoekbaars is in het laatste decennium de belangrijkste predator geworden.

In de periode 1992-1994 zijn zowel in het

Haringvliet als in het Hollandsch Diep 27 zoetwatervissoorten met de fuik gevangen. Haringvliet en Hollandsch Diep lijken tegenwoordig een functie als opgroei gebied voor jonge Snoekbaars, Baars en Bot te vervullen.



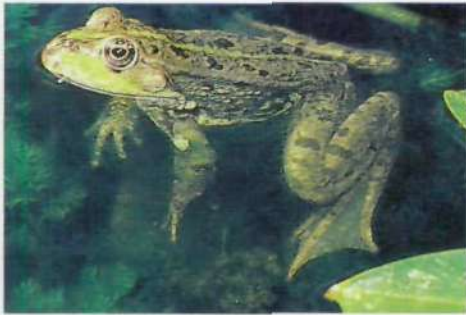
## Vogels

Hollandsch Diep, Haringvliet en Biesbosch herbergen een vogelbevolking van vooral plantenters, zoals zwanen, ganzen en grondeleenden. Deze soorten zoeken hun voedsel in de buitendijkse grasgorzen. De hoogste aantallen zijn aanwezig in de periode november-februari. Haringvliet en Biesbosch trekken de meeste vogels aan. Het Hollandsch Diep is van veel minder belang omdat de grasgorzen hier grotendeels ontbreken.

In het gebied komen in internationaal opzicht belangrijke aantallen voor van Grauwe gans, Brandgans en Smient. De Krakeend is één van de meest karakteristieke soorten. Op nationaal niveau zijn de aantallen overwinteraars van Aalscholver, Wintertaling, Wilde eend, Slobeend en Kuifeend hoog. Ten opzichte van andere zoete Rijkswateren zijn grote aantallen ganzen en grondeleenden aanwezig.

Wintertaling is door het verdwijnen van slikken sterk achteruit gegaan. Een afname van biezenvelden heeft geleid tot minder overwinterende Grauwe ganzen. Andere soorten, zoals Fuut, Slobeend en Kuifeend, hebben duidelijk geprofiteerd van de afsluiting en de daarmee gepaard gaande veranderingen in het voedselaanbod. Bij Smient en Krakeend is de toename mogelijk versterkt door een toename van de populatie in Noordwest-Europa. Daarnaast is bij Fuut, Knobbelswaan en Tafeleend sprake van een uitwisseling met wateren als het Volkerak en de Grevelingen.





## Amfibieën en reptielen

Rivierbegeleidende soorten van meer bovenstrooms gelegen gebieden komen in geringe aantallen voor in het benedenrivierengebied. Een getijdengebied is van nature door de hoge dynamiek en hogere zoutgehaltes minder geschikt voor de ontwikkeling van amfibieën. Na 1970 ontstonden gunstiger omstandigheden voor amfibieën in de buitendijkse gebieden. De algemene Gewone pad, Middelste groene kikker, Kleine watersalamander, Bruine kikker en Meerkikker komen er nu voor. Als enig reptiel komt de Ringslang voor in de Sliedrechtsche Biesbosch. Van oost naar west is een afname in het aantal soorten en dichtheden te zien. Aanwezigheid van vis en afwezigheid van waterplanten oefenen een negatieve invloed uit op amfibieën.



## Zoogdieren

In Hollandsch Diep, Haringvliet en Biesbosch is het aantal zoogdiersoorten toegenomen. De voor zoet water kenmerkende Meervleermuis, Muskusrat en Noordse Woelmuis komen er voor. Door de verruiging zijn de buitendijkse gebieden geschikt geworden voor echte landzoogdieren zoals Egel, Mol, Aardmuis en Rosse woelmuis. Zeezoogdieren zoals Gewone zeehond, Tuimelaar en Bruinvis zijn uit het Hollandsch Diep en Haringvliet verdwenen. Ook de Otter komt er

niet meer voor. Bij een aangepast beheer of een ander gebruik van de Haringvlietssluisen kan het gebied een belangrijke bijdrage leveren aan het behoud van enkele bedreigde zoogdiersoorten in Nederland, zoals de Noordse woelmuis en de Gewone zeehond.



## Integratie

Aan de hand van de belangrijkste conclusies uit de hoofdstukken wordt een overzicht gegeven van de huidige situatie van het ecosysteem Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch. Bij een toetsing van de gegevens met de AMOEBE blijkt dat de meeste doelvariabelen ver verwijderd zijn van de historische en geconstrueerde referentie. Het huidige beheer van de Haringvlietssluisen heeft een abrupte overgang van zoet naar zout tot gevolg en een vermindering van het getij. Bij een voorzetting van dit beheer zal het Haringvliet nog sterker op een meer gaan lijken en de Biesbosch op een moeras. Trekvisser kunnen de sluisen niet passeren; steltlopers vinden weinig voedsel door een gering areaal ondiep gebied; ter voorkoming van oeverafslag blijft zware oeververdediging nodig. Door een alternatief beheer kunnen de systeemeigen soorten terugkeren in het gebied.

## Summary

**This report presents an overview of the ecological conditions in the Haringvliet, the Hollandsch Diep and the Biesbosch in the year 1994. Where it was possible, older data were also used in order to supply trend analyses.**

**The objective of this report is to describe the present water system as fully as possible, relating to various groups of organisms.**

Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch belong to the area of the Rhine and Meuse estuaries. Before the Haringvliet was closed off from the sea in 1970 by means of the Haringvliet-sluisen, its western part stood under the influence of the salt seawater. In average conditions salt water influence extended into the Hollandsch Diep and the tidal movement of the fresh water was about 2 metres. The enclosure reduced the tidal movement to 20-30 cm. Great quantities of polluted river silt are deposited in the Nieuwe Merwede, Hollandsch Diep and Biesbosch. In the past few years this silt has been partly covered by less polluted sediment.

Vegetation is adapting to the new conditions: mud flats are disappearing, reed-marshes are becoming scrubby, osier beds are no longer maintained and become overgrown. Erosion of banks causes shore areas to disappear. To prevent this, off-shore bank protections have been constructed on a large scale during the past ten years.

## Ecotoxicology

Mercury concentrations in *Anguilla anguilla* are far above the Maximum Permissible Concentration (MPC). PCB-153 in *Anguilla anguilla* now is above MPC only in the Dordtse Biesbosch. Due to the dioxine effect of PCBs higher organisms are at serious risk. Of the agrochemicals in *Anguilla anguilla* only DDT exceeds MPC, but the level is declining. Because of posterior issue of mercury from the bottom the concentrations of mercury in *Anguilla anguilla* have hardly declined over the period 1992-1994, whereas the concentrations of PCB have declined over this period.

Mercury concentrations in *Dreissena polymorpha* exceed MPC but are ten times as low as in *Anguilla anguilla*. Cadmium concentrations in *Dreissena polymorpha* indicate that the effects of cadmium are likely to be great on organisms feeding on mussels. PAHs and agrochemicals are far below MPC.

High percentages of jaw deformities and low densities of Chironomidae larvae in the field indicate effects caused by the water bottom.

In toxicity tests the surface waters of Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch exceed the critical values.

In the lab the polluted water bottom has serious effects on the growth of *Daphnia* sp. and Chironomidae larvae.

## Phytoplankton

In the Hollandsch Diep and the Haringvliet a large part of the water carried by the Rhine and the Meuse are collected and the residence time of the river water increases. As a result, the quantity and the composition of the varieties of phytoplankton undergo clear changes. The average summer concentrations of chlorophyll-*a* generally are twice as low here as in the Rhine and the Meuse, and the abundance of diatoms decreases in favour of flagellates. Grazing and lack of silicon are important causes. Blue-green algal blooms does not occur, because the residence time of the water in Hollandsch Diep and Haringvliet generally is too short. The average summer concentrations of chlorophyll-*a* fluctuated between 10 and 20 µg/l in the period 1976-1994 and as yet no clear relation has been detected to the total phosphate concentration. The differences between the levels of chlorophyll-*a* in sampling locations in the Hollandsch Diep and Haringvliet are determined by the level of river discharge. When the discharge is high (>2000 m<sup>3</sup>/s at Lobith), development is similar at both locations, and grazing by algae downstream causes decrease of the concentration. When the discharge is lower the differences increase and in the Haringvliet flagellates, and in summer Cyanobacteria, have the opportunity of increasing their proportion of the phytoplankton, at the expense of the diatoms in the river plankton.

## Zooplankton

Water fleas dominate in the zooplankton. Downstream their density increases, while the density of other zooplankton decreases. Early in the year, until May, Rotifers are the largest group in the zooplankton. The Haringvliet has a large population of zooplankton, which by grazing has

a great influence on phytoplankton density. From the changes in length of the water flea *Daphnia* in 1994, it can be deduced that there is no directing influence of plankton-eating fish in the Haringvliet. In the Hollandsch Diep the density of water fleas is lower and their average length is shorter than in the Haringvliet. The cause probably is that, due to the shorter residence time of the water, the circumstances for the growth of big water fleas are less favourable.

In the Hollandsch Diep as well as in the Haringvliet the development of *Daphnia* in spring seems to be tempered in favour of *Bosmina*. This probably correlates with a greater discharge and higher concentrations of suspended matter in this period.

## Macroinvertebrates

The composition of the macroinvertebrates shows relatively few differences in the entire area. The most common species are *Gammarus tigrinus*, *Corophium curvispinum* and *Potamopyrgus antipodarum*. The ecotopes 'profundal silt' and 'littoral fine sand' and the pertaining characteristic macroinvertebrates occur most frequently. Ecotopes characteristic of river estuaries, such as 'profundal sand' and 'muddy banks and flats', and the pertaining species of invertebrates have almost completely disappeared. Muddy sand-shores growing reeds, in which Corixidae, *Caenis* sp. and snails are dominant, are only marginally represented. *Dreissena polymorpha* occurs mainly in the eastern part of the Haringvliet and in the western part of the Hollandsch Diep; their densities appear to have been increasing since 1990. In one place in the Haringvliet a species characteristic of the pre-enclosure period, *Mercuria confusa*, was unexpectedly found.

## Water- and shoreline vegetation

The enclosure of the Haringvliet caused the disappearance, almost totally, of vegetation characteristic of freshwater tidal areas and of fresh water-salt water transitional areas. The spread of reeds and rushes has declined sharply. In their place macrophytes and scrubland have

developed. In shallow areas *Potamogeton perfoliatus* and *P. pectinatus* can be found. In small creeks in the Biesbosch macrophytes characteristic of stagnant water now occur. Macrophytes generally occur to a depth of 1 metre.

In areas behind off-shore dams little or no spontaneous expansion of shore-plant vegetation occurs. Water birds benefit from the development of macrophytes and filamentous algae in the sheltered areas behind off-shore dams.

## Fish

After the Haringvliet was closed off from the sea in 1970, the marine fish species in the Haringvliet have been replaced by species of fish that are characteristic of fresh water. As a result, the diversity of the fish stock in the whole area of Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch has decreased. The species dependent on brackish water that were characteristic of the area have almost completely disappeared.

Haringvliet and Hollandsch Diep were first colonized by *Perca fluviatilis*, *Rutilus rutilus* and *Abramis brama*. An average of 29 kg/ha of fish was caught with trawl-nets during the latter half of the seventies, 43 kg/ha during the eighties and 63 kg/ha during the first half of the nineties. In the Hollandsch Diep the quantities were about twice as big. The biomass of *Abramis brama* is gradually increasing. At present this species is very dominant throughout the area. The increase in the total catch is due mainly to the expansion of *Abramis brama*. *Stizostedion lucioperca* has become the most important predator during the past decade.

In the period 1992-1994, 27 species of freshwater fish were caught with fykes, in both the Haringvliet and the Hollandsch Diep. Haringvliet and Hollandsch Diep appear to have a function nowadays as where young *Stizostedion lucioperca*, *Perca fluviatilis* and *Platichthys flesus* reach maturity.

## Birds

The bird population that Hollandsch Diep, Haringvliet and Biesbosch are home to, includes especially herbivores, such as swans, geese and

shovelers. These species seek their food in the grass-marshes outside the dikes. Their number is greatest in the period from November to February. Haringvliet and Biesbosch attract most birds. The Hollandsch Diep is of much less importance because there grass-marshes are largely lacking.

Internationally important numbers of *Anser anser*, *Branta leucopsis* and *Anas penelope* occur in the area. *Anas strepera* is one of the most characteristic species. On a national scale, the numbers of *Phalacrocorax carbo*, *Anas crecca*, *A. platyrhynchos*, *Anas clypeata* and *Aythya fuligula* that winter in the area, are high. In regard to other national freshwater bodies, large numbers of geese and shovelers occur.

*Anas crecca* have declined much, due to the reduction in mud flats. A decrease in the number of rush-fields has resulted in fewer *Anser anser* wintering. Other species, such as *Podiceps cristatus*, *Anas clypeata* and *Aythya fuligula*, have clearly benefited from the enclosure and the concomitant changes in food supply. Regarding *Anas penelope* and *Anas strepera*, the increase may have been

reinforced by the increase in their populations in northwest Europe in general. Regarding *Podiceps cristatus*, *Cygnus olor* and *Aythya ferina* shifting to waters such as Volkerak and Grevelingen also plays a role.

## Amphibians and reptiles

Fluviatile species from areas upstream occur in low numbers in the downstream river area. A tidal area is by nature less suited to the development of amphibians because of its high dynamics and its greater salinity. After 1970 circumstances more favourable to amphibians developed in the areas outside the dikes. *Bufo bufo*, *Rana klepton esculenta*, *Triturus vulgaris*, *Rana temporaria* and *Rana ridibunda* now occur in these areas. The only reptile is *Natrix natrix*, in the Sliedrechtse Biesbosch. Going from east to west, a decrease in the number of species and densities can be observed. Presence of fish and absence of macrophytes have a negative effect on amphibians.

## Mammals

In Hollandsch Diep, Haringvliet and Biesbosch the number of mammal species has increased. Because the areas outside the dikes have roughened, they have become suited to proper terrestrial mammals such as *Erinaceus europaeus*, *Talpa europaea*, *Microtus agrestis* and *Clethrionomys glareolus*. *Myotis emarginatus*, *Ondatra zibethicus* and *Microtus oeconomus*, which are characteristic of fresh water, occur in Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch.

Marine mammals such as *Phoca vitulina*, *Tursiops truncatus* and *Phocoena phocoena* have disappeared from Hollandsch Diep and Haringvliet. So has *Lutra lutra*. If management is adapted or if the Haringvliet-slucies are used differently, the area may in future make an important contribution to the preservation of some threatened species of mammals in the Netherlands, such as *Microtus oeconomus* and *Phoca vitulina*.



# Voorwoord

Jan Koolen

Het lezen van deze Watersysteemrapportage roept bij mij veel herinneringen aan de pioniertijd van de monitoring van de rijkswateren op. Ging het in de 50'er jaren om nog niet meer dan zuurstof, zout, BZV-5 en fenolen op vier plaatsen in Nederland (het programma van de Internationale Rijncommissie); toen ik in 1964 bij het RIZA kwam, werd één van mijn eerste taken het opzetten van een beter dekkend monitoringsprogramma. Jaar in jaar uit, met elke zinvolle parameter die meetbaar werd, werd het programma verder opgebouwd en uitgebreid. Ik bemoeide me hoofdzakelijk met de organisatie, maar ik kreeg wel steeds meer waardering voor de groepen collega's die te maken kregen met die expansiedrift: de analisten en de gegevensverwerkers. Beide groepen hebben sindsdien een enorme vlucht genomen.

Tot ver in de 70'er jaren mochten we ons alleen maar bemoeien met de waterfase. Dat werd steeds frustrerender, want de connectie met bodemslib en organismen werd steeds evidenter. Zo was het pijnlijk om te moeten constateren dat we in het water van de Waddenzee de meeste pesticiden en PCB's niet konden aantonen, terwijl rondom de zeehonden doodgingen en de sternkolonies op bijvoorbeeld Griend gedecimeerd werden. Gelukkig keerde het tij en konden vanaf ongeveer 1980 meer en meer compartimenten van het watersysteem in de monitoring worden meegenomen. Dat werd in belangrijke mate bevorderd door allerlei zeer relevante vormen van procesonderzoek door uitstekende collega's: het eutrofiërvraagstuk, de herbevolking van de Rijn met macrofauna, ecotoxicologie, het gedrag van vissoorten en de beïnvloeding daarvan, mobiliteit van zware metalen en organische microverontreinigingen in slib, het gedrag van oeverbegroeiing enzovoort.

Het monitoringsonderzoek staat niet op zichzelf en heeft dat ook nooit gedaan. Het is altijd uiterst relevant voor die andere grote poot van het RIZA, die zich bezighoudt met het tegengaan van lozingen en met het emissiebeleid. De urgentie van hun werk kan veelal prima worden ondersteund door de problemen die zich in de oppervlaktewatersystemen voordoen en die worden ontdekt bij de monitoring en bij het onderzoek naar de processen in het oppervlaktewater.

Ook groeide de aandacht van Rijkswaterstaat uit tot meer dan het echte water: men kwam tot integraal waterbeheer, met alle betekenissen die het woord integraal kan hebben (bestuurslagen, aaneengesloten wateren dan wel stroomgebieden, water met bodem en oevers en oeverlanden, water en bodemwater, chemie naast hydrologie en biologie). De Derde Nota Waterhuishouding werd hiervoor een fantastische steun in de rug. Dit alles heeft geleid tot de multidisciplinaire aanpak van de monitoring zoals we die nu voor ons zien. Een heel mooi evolutieproces en ik ben blij dat ik daaraan kon meewerken.

Dat alles zie ik nu toegepast op een gebied waarvoor ik al mijn halve leven lang privé-belangstelling heb: de Biesbosch, met de wijde omgeving. Als onderdeel van het estuarium van de grootste rivier van West-Europa is het een uniek en uiterst waardevol natuurgebied. Gezien de enorme waterstaatkundige ingrepen die hier de laatste 30 jaar zijn gedaan en de gevolgen daarvan, staat dit gebied gelukkig bij velen in de belangstelling. Enerzijds willen we weten wat de verwachte en onverwachte gevolgen van die grote ingrepen nu eigenlijk zijn. Het jaar 1970 is al 27 jaar geleden en toen werd gedacht dat de nieuwe situatie zo'n 25 jaar nodig zou hebben om zich te stabiliseren. Nu weten we dat dat nog wel een eeuw kan duren, zeker als we de ontwikkeling van bossen meerekenen. In die eeuw zal er nog veel meer veranderen: de aanvoer van het slijpsel van Midden-Europa houdt uiteraard nooit op en zal morfologische gevolgen blijven geven. Zo kunnen we eind volgende eeuw een verlenging van de Biesbosch tot bij Tiengemeten tegemoet zien en daarna gaat de aanslibbing steeds verder door naar het westen.

Toch blijken we die processen niet vrij te kunnen laten verlopen. Enerzijds neemt de spijt over het verloren gaan van de getijbeweging door het afsluiten van het Haringvliet toe en wordt door Rijkswaterstaat Directie Zuid Holland een uiterst serieuze en bewerkelijke poging gedaan om te zien of de Haringvlietsluizen weer open kunnen. Anderzijds vindt de Nederlandse overheid dat teveel natuur verloren is gegaan en worden als compensatie daarvoor allerlei gebieden aangewezen als natuurontwikkelingsgebied, zo ook polders in de Biesbosch. De Biesboschnatuur zal

met een derde uitgebreid worden ( $\pm 2100$  hectare). Die plannen lagen al een tijd in de kast, maar doordat er plotseling veel vraag kwam naar klei voor het versterken van de rivierdijken, kon onverwacht snel met de inrichting voor de natuurontwikkeling worden begonnen.

Het zijn beide ingrijpende maatregelen. Zij kunnen elkaar versterken, want bij de inrichting van de natuurontwikkelingspolders wordt nadrukkelijk gestreefd naar herstel en introductie van de getijbeweging; de morfologie in die polders wordt er helemaal op toegesneden. Om het buitenwater toe te laten, hoeven op een aantal voorbereide plaatsen alleen nog maar de dijken te worden doorgestoken. Door deze twee plannen wordt het Biesboschgebied weer teruggebracht naar zijn natuurlijke ontstaansproces: wat ooit allemaal Biesbosch geweest is, wordt met de bijbehorende morfologie weer aan het gebied teruggegeven en de getijbeweging komt weer voor een deel terug.

Aan dit alles is één grote 'maar' verbonden: wanneer kunnen de Haringvlietsluizen worden opengezet en kunnen de polderdijken worden doorgestoken? We moeten afwachten hoe de maatschappij oordeelt over de Milieu Effect Rapportage voor het beheer van de Haringvlietsluizen die nu wordt voorbereid en wat voor termijnen daaraan verbonden zullen zijn. Maar in elk geval is afgesproken, dat noch de Haringvlietsluizen, noch de polderdijken open mogen voordat de huidige waterbodems op de relevante plaatsen in het gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch zijn gesaneerd en voordat de kwaliteit van water en slib in de rivieren voldoende is verbeterd.

Hiermee kom ik op de essentie van de monitoring en van de rapportage daarover. Beide zijn van het grootste belang voor het voorbereiden en nemen van de juiste beslissingen: bij de MER en bij eventuele besluiten als 'saneren die benedenrivieren', 'zet de sluizen maar open' en 'steek de dijken maar door'. Hoe ver in de toekomst die besluiten zullen liggen? Als ik in het hoofdstuk Ecotoxicologie kijk naar kwik en PCB's in Aal en naar cadmium in Driehoeksmossel, dan ben ik niet optimistisch, ondanks de forse vermindering van de gehalten aan deze stoffen in water en zwevend stof gedurende de laatste decennia.

We kunnen ons nog nergens gemakkelijk van afmaken.

Het is dan ook dringend noodzakelijk dat het monitoringsprogramma door blijft gaan en verder wordt geoptimaliseerd voor de belangrijke beslissingen die voor het gebied moeten worden

genomen. Met de besluiten over de sanering en over de Haringvlietsluizen zijn honderden miljoenen guldens gemoeid. Aan de aankoop en inrichting van de natuurontwikkelingspolders eveneens, zij mogen dan ook geen nieuwe valkuilen voor de fauna worden.

Ik heb veel respect voor het vele, multidisciplinaire en vaak grensverleggende werk dat aan de monitoring is verbonden. Blijf ermee doorgaan en blijf doelgericht optimaliseren! De grootste rivierdelta van West-Europa is het meer dan waard.



Foto 1

Op deze luchtfoto staat een natuurontwikkelingsproject in de Biesbosch. De Biesboschnatuur wordt met een derde van het huidige areaal uitgebreid. In feite wordt hier teruggegrepen op de vroegere situatie aan het begin van de negentiende eeuw. In dit rapport wordt de situatie van voor 1970 als referentie gebruikt.

# 1. Inleiding

Hugo Coops

In de biologische monitoring van de rijkswateren worden met een cyclus van vier jaar alle onderdelen van de rijkswateren onder de loep genomen. De biologische monitoring is onderdeel van de 'Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands', een van de taken van Rijkswaterstaat. In 1994 stond het gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch centraal. Voor u ligt het rapport dat allerlei kanten van dit

watersysteem in de periode 1990-1994 behandelt. De doelstelling van het rapport is driedig. Aan de hand van de resultaten van het biologisch meetnet en ondersteund met andere gegevens, wordt de **toestand** van het watersysteem in 1994 beschreven. Daarnaast wordt de **trend** in de voorbije periode aangehaald; hierbij is voor het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch vooral de ontwikkeling belangrijk die het ecosys-

teem heeft ondergaan vanaf de afsluiting van het Haringvliet in 1970. Een vergelijking met de periode voor die tijd wordt dan ook veelvuldig gemaakt in dit rapport. Tenslotte dient dit rapport ook voor de **toetsing** van het beleid en beheer: in dat kader wordt gerefereerd aan de doelstellingen zoals verwoord in de nota, waarin deze voor een serie 'biologische parameters' worden aangegeven.



Foto 2

Op deze foto staat een karakteristieke oeverbegroeiing: biezen. Biezen vormen een van de doelvariabelen voor het gehele gebied. Deze foto is gemaakt in de Biesbosch.





## 2. Beschrijving van Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch

Annelies de Hoog

Het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch maken deel uit van het mondingsgebied van de Maas en de Rijn. Door de eeuwen heen is het karakter van de wateren in dit gebied regelmatig veranderd. De Sint Elizabethsvloed van 1421 en de afsluiting van het Volkerak en het Haringvliet in 1969-1970 zijn het meest bepalend geweest voor hoe het gebied er nu uitziet.

Vóór 1970 vormden Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch de belangrijkste verbinding tussen de rivieren en de Noordzee als onderdelen van het estuarium van Rijn en Maas (fig. 1). Zowel in het westen als via het Krammer-Volkerak drong zeewater het Haringvliet binnen. De grens van het brakke water (300 mg Cl<sup>-</sup>/l) lag bij gemiddelde omstandigheden in het Hollandsch Diep ter hoogte van Willemstad [6]. In extreme gevallen (stormvloed) kon zout water zelfs tot in de Brabantsche Biesbosch doordringen. De getijdenwerking was nog verder naar het oosten merkbaar en bedroeg in de Biesbosch ongeveer 2 meter. Het zoute getijdengebied had dus een geleidelijke overgang naar een zoetwatergetijdengebied.

De Volkerakdam (1969) en de Haringvliet-sluizen (1970) zorgen voor drastische veranderingen en bepalen het huidige functioneren van het watersysteem. De brakwaterzone, die zo kenmerkend is voor een estuarium, is geheel verdwenen. Het water is zoet tot aan de sluisen. Van het getij is 20 à 30 cm gehandhaafd, maar door de veranderlijke rivierafvoer en door het bedieningsprogramma van de Haringvlietssluisen levert dit geen stabiele intergetijdenzone op. Voor 1970 sedimenteerde in het bekken vrijwel alleen zand, terwijl het slib naar zee werd afgevoerd; na 1970 verandert de aanvoer van zand en slib vanuit de rivieren nagenoeg niet, maar de aan- en afvoer vanuit en naar zee valt geheel weg. De bedding van de rivieren in het bekken is na 1970 te ruim voor de hoeveelheid water die daar doorheen stroomt. Het systeem 'zoekt' een nieuw evenwicht door opvulling van de bedding door een versterkte sedimentatie. Dit proces is begonnen in het oostelijk deel van het bekken en verplaatst zich langzaam westwaarts;



Figuur 1

Ligging van het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch. Het grootste deel van het water uit de Rijn en Maas wordt via dit gebied naar zee afgevoerd.

Location of the Haringvliet, the Hollandsch Diep and the Biesbosch. The largest part of the waters of the Rhine and the Meuse is discharged through this area.



Foto 3

In 1970 hebben de Haringvlietssluisen het Haringvliet afgesloten van de zee. Hierdoor is de getijbeweging in het achterliggende gebied sterk verminderd. Ook komt er geen zout water meer binnen.

het sedimentatiefront heeft nu al het Hollandsch Diep bereikt. Met deze sedimentatie is vooral in de jaren zeventig sterk verontreinigd rivierslib op de bodem terechtgekomen. In de westelijke sedimentatiegebieden vindt tegenwoordig afdekking van sterk verontreinigde sedimentlagen met schoner slib plaats.

Een ander gevolg van de afsluiting is de grootschalige afslag van oevergebieden. Het vaak lange

tijd vaste waterpeil veroorzaakt een geconcentreerde golfaanval en daarmee een teruggang van de oevers met soms tientallen meters per jaar. De aanleg van oeververdedigingen heeft deze achteruitgang uiteindelijk tot staan gebracht.

## Van oost naar west

Het watersysteem Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch is geen homogeen geheel. De meest duidelijke gradiënt is die van oost naar west. De oude situatie van het estuarium, waarin een open verbinding bestaat tussen Rijn en Maas en de Noordzee, is in het watersysteem nog goed te herkennen. In het oostelijk deel is rivierinvloed merkbaar in de Nieuwe Merwede en de Amer. In de Biesbosch heeft het watersysteem een kleinschalig en besloten uiterlijk: kreken met riet en wilgen langs de oevers. Naar het westen toe krijgt de afgesloten zeearm het karakter van een groot meer. De breedte en diepte van

het water nemen naar het westen toe, de stroomsnelheid wordt lager en het water is helderder. In het westelijk deel bevinden zich ondiepten en platen. In de Biesbosch en het Hollandsch Diep bevinden zich langs en op de oevers riet- en wilgenvegetatie en grienden; langs het Haringvliet ontbreken de wilgen en grienden en bestaan de oevers uit rietruigtes en grasgorzen (fig. 2). Biezen komen in het gehele gebied nog maar weinig voor.

Ook op kleinere schaal zijn er binnen het gebied gradiënten te herkennen. Onder water bevinden zich diepe geulen en ondieptes; het Maaswater beïnvloedt vooral een groot deel van de Brabantsche Biesbosch, terwijl het Rijnwater

overheerst in de Sliedrechtsche en Dordtsche Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Verschillen in verontreinigingsgraad van de waterbodem hangen samen met het tijdstip waarop het sediment bezonken is op verschillende plaatsen in het gebied.

## Meer of rivier?

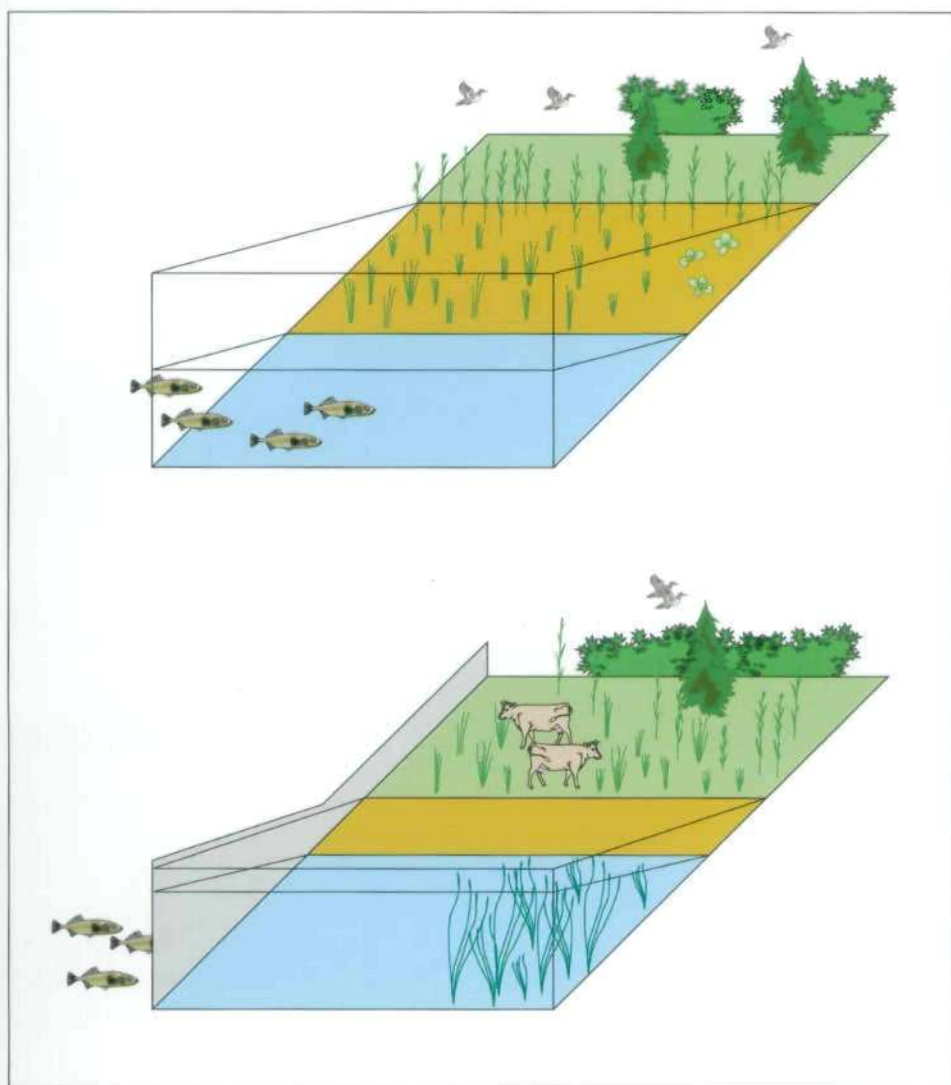
Het beheer van de Haringvlietssluisen is erop gericht om de afvoer van Rijnwater via de Nieuwe Waterweg zolang mogelijk op 1500 m<sup>3</sup>/s te houden. Bij afvoeren lager dan 1700 m<sup>3</sup>/s blijven de sluisen gesloten; het Haringvliet gedraagt zich dan vrijwel als een meer. Bij hogere afvoeren gaan de sluisen bij laag water op zee open om het overtollige rivierwater te spuien. Naarmate de rivierafvoer hoger is neemt het rivierkarakter van Hollandsch Diep en Haringvliet toe. De stroomsnelheden kunnen oplopen tot 1 m/s (tabel 1). Boven de 9500 m<sup>3</sup>/s worden de sluisen bij laag water geheel geopend. Bij hoog water op zee blijven de sluisen gesloten.

Via de Dordtsche Kil en het Spui dringt het getij op zee nog enigszins door in het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Dit schijngetij bedraagt circa 20 - 30 cm. Bij hoge afvoeren worden de waterstandsverschillen groter omdat er alleen bij laagwater gespuid kan worden. Het grootste deel van het rivierwater gaat dan door de Haringvlietssluisen (fig. 3).

De afvoer van de Rijn was in 1994 met een jaargemiddelde afvoer van ca. 2500 m<sup>3</sup>/s iets hoger dan het langjarig gemiddelde. Vooral in de eerste helft van het jaar zijn pieken in de afvoer voorgekomen tot maximaal 8000 m<sup>3</sup>/s.

De Rijn bepaalt grotendeels de waterkwaliteit in Hollandsch Diep, Haringvliet en grote delen van de Biesbosch. In het zuidelijk deel van de Brabantsche Biesbosch en in de Amer beïnvloedt de Maas de waterkwaliteit.

Door de lage stroomsnelheden bezinkt er meer zwevend stof, zodat de waterkwaliteit zelf verbetert. Totaal-stikstof, fosfaat, koper, zink en kwik in het water voldoen niet aan de grenswaarden van de Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA). Wel is er een sterke daling opgetreden van het fosfaatgehalte sinds 1985.



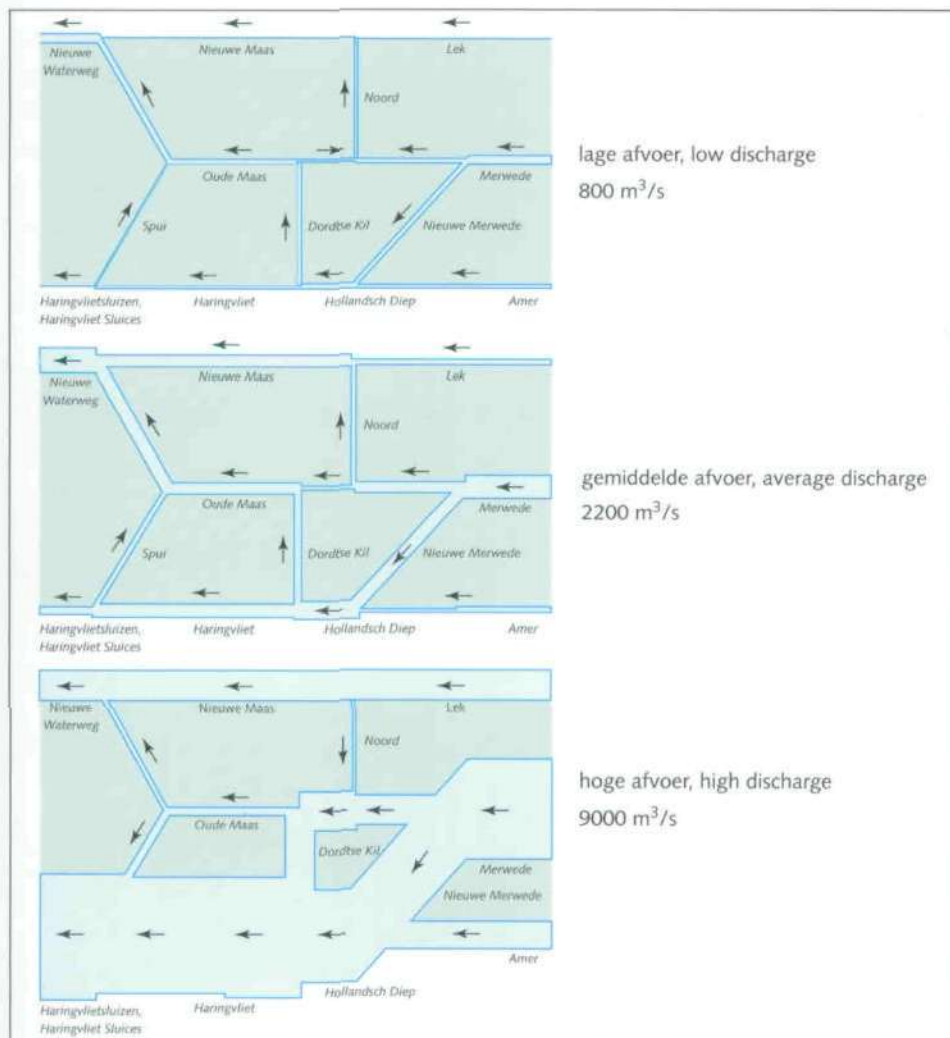
**Figuur 2**

Schematische gradiënt in het watersysteem vóór (boven) en na (onder) de afsluiting van het Haringvliet in 1970: van oost naar west minder hoge begroeiing op de oevers, minder waterplanten, diepere geulen.

Location of the Haringvliet, the Hollandsch Diep and the Biesbosch before (above) and since (below) enclosure of the Haringvliet in 1970. The largest part of the waters of the Rhine and the Meuse is discharged through this area.

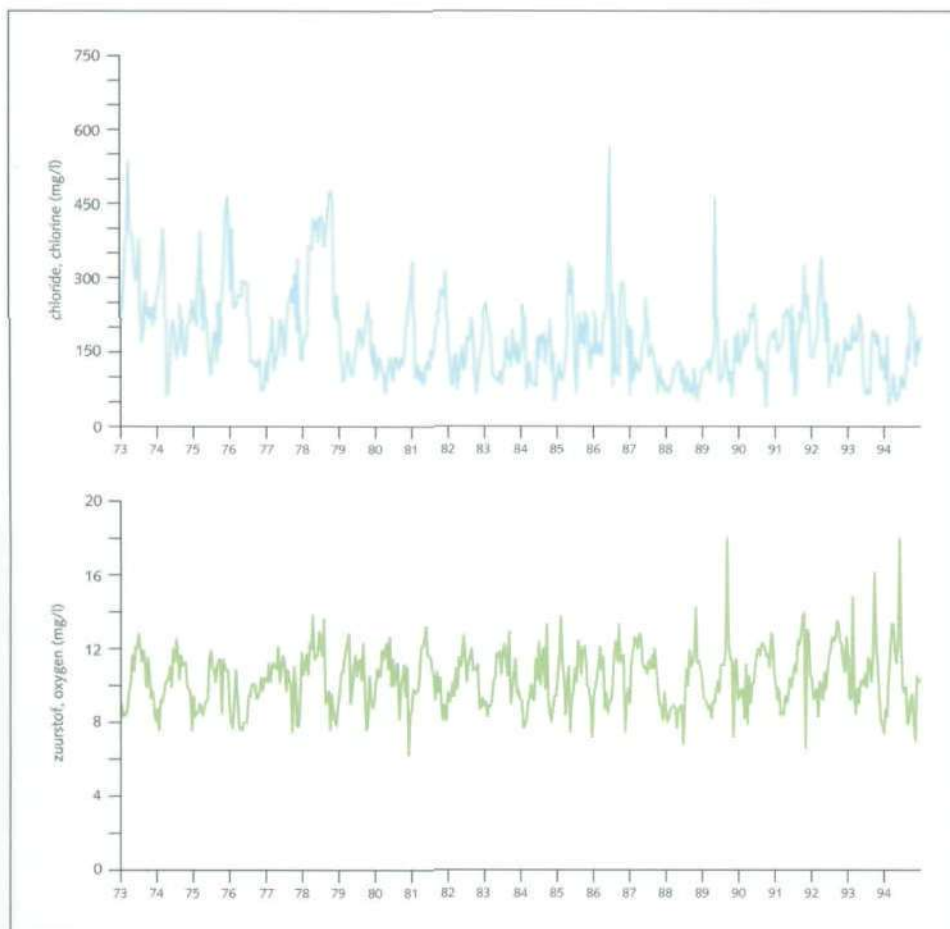
parameter	eenheid	Haringvliet	Hollandsch Diep	Biesbosch	Nieuwe Merwede	Amer
oppervlak NAP + 0,5 m area NAP + 0,5 m	ha	8500	4000	6000		
inhoud volume	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	550	270			
lengte length	km	28	21		19	12
gemiddelde diepte average depth	m	7	6		>4	4 - 6
maximale diepte maximum depth	m	41	23	2-35	4-7	
getijslag tidal amplitude	m	0,28	0,25	0,29	0,25	0,20
verblijftijd residence time	dagen days					
lage afvoer low discharge		60	10			
gemiddelde afvoer average discharge		11	3,5			
hoge afvoer high discharge		0,8	0,4			
stroomsnelheid current velocity	m/s					
lage afvoer low discharge		0,05 - 0,15			0,1 - 0,6	0,1 - 0,15
hoge afvoer high discharge		0,6 - 1,0			1,7	0,6

**Tabel 1**  
Karakteristieken van het watersysteem [2,3,4,8,9].  
Characteristics of the water systems.



**Figuur 3**  
Verdeling van water in het benedenrivierengebied bij verschillende rivierafvoeren. Bij hoge afvoeren gaat het meeste water door het Haringvliet. Rechts staat de afvoer van de Rijn bij Lobith.  
Diagram of the gradient in the water system: from east to west, decreasing height of vegetation on the banks, fewer macrophytes, deeper channels.

Vlakbij de Haringvlietssluzen worden van microverontreinigingen en nutriënten in het zwevend stof de laagste waarden in het Hollandsch Diep en Haringvliet gemeten. Dit hangt samen met de bezinking van zwevend stof. Het gehalte aan bestrijdingsmiddelen ligt in het hele gebied op het zelfde niveau als in het bovenstroomse deel van de Rijn. De gehalten van verontreinigingen in het zwevende stof (PAK's, PCB's en zware metalen) zijn de laatste jaren wel verbeterd, maar ze voldoen nog niet aan de normen [1]. Het chloridegehalte vertoont een dalende trend. In 1994 is het jaargemiddelde bij de Haringvlietssluzen 118 mg/l. Het zuurstofgehalte vertoont een licht stijgende trend. In 1994 ligt het zomerhalfjaargemiddelde op 10,3 mg/l (fig. 4). De waterbodem van Nieuwe Merwede, Hollandsch Diep en delen van de Biesbosch is ernstig verontreinigd. Gehalten van PAK's, cadmium,



**Figuur 4**

Verloop van het chloride- en zuurstofgehalte net voor de Haringvlietsluizen. Het chloridegehalte vertoont een dalende trend. Het zuurstofgehalte vertoont een licht stijgende trend.

*Development of chloride and oxygen levels at the Haringvliet-sluzes. The chloride content is shown to be decreasing. The oxygen content is slowly increasing.*

kwik, koper, nikkel en zink overschrijden op veel plaatsen de grenswaarde. In de Biesbosch, de Nieuwe Merwede en het Hollandsch Diep kwam in een uitgebreid waterbodemonderzoek in 1992 zwaar verontreinigd sediment (klasse IV) veel voor. In het bovenstroomse deel van de Nieuwe Merwede heeft plaatselijk afdekking met schoner sediment plaatsgevonden, waardoor daar ook regelmatig sediment uit de 'schone' klassen I en II wordt gevonden. In het Haringvliet zijn de klassen II en III het meest aanwezig. Bij de Haringvlietsluizen is de situatie iets slechter dan bij de Haringvlietbrug (ref. in [7]).

## Helder water

Het gebied heeft zijn vroegere functie - overgangsgedebied tussen rivier en zee - nagenoeg geheel verloren. Door de scherpe scheiding tussen zoet en zout water is de kenmerkende brakwaterzone met bijbehorende organismen verloren gegaan. Trekvissen kunnen het gebied niet meer bereiken door de barrièrewerking van de sluzen.

parameter	Haringvliet	Hollandsch Diep	Biesbosch	Nieuwe Merwede	Amer
afvoer van water, ijs en sediment <i>discharge of water, ice and sediment</i>	●	●	●	●	●
regionale watervoorziening <i>regional water supply</i>	●	●	●	●	●
natuur en landschap <i>natur and landscape</i>	●	●	●	●	●
hoofdtransportas <i>main transport route</i>		●		●	
hoofdvaarweg <i>main shipping route</i>					●
Nevenaarweg <i>secondary shipping route</i>	●		●		
drinkwatervoorziening <i>drinking-water supply</i>	●		●		●
zwemwater <i>swimming water</i>	●	●	●		●
oeverrecreatie en sportvisserij <i>shore recreation and recreational fisheries</i>	●	●	●	●	●
recreatievaart <i>recreational navigation</i>	●	●	●	●	●
beroepsvisserij (voornamelijk aal) <i>professional fisheries (mainly eel)</i>	●	●	●	●	●
koelwater <i>cooling water</i>		●			●
oppervlaktedelfstofwinning <i>mineral extraction</i>				●	
landbouw <i>agriculture</i>	●	●	●	●	●

**Tabel 2**

Functies van Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch, Nieuwe Merwede en Amer volgens het Beheersplan Rijkswateren 1992 - 1996 [5].

*Functions of Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en Amer according to the National Water Management Plan 1992-1996.*

**Foto 4**

Beninger en Korendijksche Slikken ronde de monding van het Spui. Ook hier zijn vooroeververdedigingen aangelegd.

Ook de zoetwatergetijdenzone met beurtelings droogvallende en overstroomde slikken en platen en een vegetatie met biezen en spindotters is sterk teruggedrongen.

Het watersysteem lijkt bijna als een meer te functioneren; de Biesbosch ontwikkelt zich tot een zoetwatermoeras. Het water is relatief helder, omdat de verblijftijd meestal te kort is voor een overmatige algengroei. De visstand wordt gedomineerd door Brasem en Snoekbaars.

Vogels profiteren vooral in de winter van het gebied. De uitgestrekte grasgorzen bieden voedsel aan overwinterende ganzen en eenden. Aalscholvers zijn door ophoping van verontreinigingen in de voedselketen in dit gebied minder succesvol bij hun voortplanting dan elders in Nederland.

Het waterbeheer van het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch is in handen van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland. Deze directie heeft als taak de riviertakken zodanig te beheren dat de toegekende functies en doelstellingen gerealiseerd kunnen worden. 14 verschillende functies zijn toegekend in het Beheersplan Rijkswateren 1992 - 1996 [5] (tabel 2). De buitendijkse terreinen langs het Haringvliet, Hollandsch Diep en in de Biesbosch zijn vrijwel allemaal in beheer bij

natuurbeschermingsorganisaties. Op enkele plekken, zoals in de Sliedrechtsche Biesbosch zijn de buitendijkse gebieden nog in agrarisch beheer.

## Slib weg

De ernstige waterbodemonverontreiniging in vrijwel het gehele gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch is de aanleiding geweest voor grootschalig onderzoek naar de mogelijkheden en urgentie van sanering van de waterbodem. Het onderzoek is nog niet voor alle delen van het watersysteem afgerond.

Het daadwerkelijk saneren van de meest verontreinigde locaties in de Nieuwe Merwede kan op korte termijn nog niet van start gaan. Het begin van de sanering is direct gekoppeld aan het beschikbaar komen van stortcapaciteit in een grootschalig depot in het Hollandsch Diep. De aanleg van het baggerspeciedepot is een aantal jaren vertraagd. De start van de sanering van waterbodems in de Nieuwe Merwede wordt dan ook niet voor 2002 verwacht. Na de Nieuwe Merwede zullen delen van het Hollandsch Diep, de Biesbosch, het Haringvliet en de Amer gesaneerd worden.

De sanering zal geen honderd procent schone waterbodem opleveren; van de resterende waterbodem wordt wel verwacht dat er na de sanering geen onaanvaardbare risico's voor het aquatisch ecosysteem meer zullen zijn.

Het besef dat een open verbinding tussen rivieren en de zee belangrijk is voor de estuariumfunctie van het gebied is de aanleiding geweest voor een MER-studie naar mogelijkheden om de Haringvlietssluis anders te gaan beheren. Terugkeer van een deel van het vroegere getijverschil is mogelijk als de sluis een deel van de tijd ook bij hoog water open kunnen staan. De grootte van de brakwaterzone en het getijverschil is afhankelijk van de duur van de openstelling.

De procedure rond de MER-Haringvlietssluis is nog niet afgerond. De uitkomst ervan is bepalend voor de verdere ecologische ontwikkeling van het watersysteem. De sluis kunnen alleen dan geheel of gedeeltelijk geopend worden als zeker is dat er geen verontreinigd slib uit het achterliggende gebied naar zee kan stromen.

Het beleid is erop gericht om verschillende buitendijkse gebieden na het aflopen van de pacht als natuurgebied in te richten en te beheren. Onlangs is in één polder een begin gemaakt met herinrichting als moerasgebied. Ook de mogelijkheden om binnendijks gelegen landbouwgebieden weer bij het watersysteem te betrekken door het verleggen van de winterdijk doen zich soms voor. Op deze manier kunnen grote oppervlakten landbouwgebied omgezet worden in natuurterrein. Een voorbeeld hiervan is het Plan Noordwaard in de Brabantse Biesbosch.



### 3. Ecotoxicologie

Hannie Maas, Piet den Besten en Henk Pieters

**De ecotoxicologie richt zich op het signaleren, analyseren en voorspellen van effecten van toxische stoffen op levensgemeenschappen. In het watersysteem Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch en Nieuwe Merwede is een veelheid aan zowel toxische stoffen als planten- en diersoorten aanwezig, waarvoor het onmogelijk is alle effecten en onderliggende relaties vast te leggen. De ecotoxicologie benadert dit probleem door metingen te verrichten aan een beperkt aantal organismen en deze te vertalen naar de gevolgen of risico's voor het gehele ecosysteem.**

In Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch is vooral aandacht besteed aan bioaccumulatie. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de biologische beschikbaarheid en de verspreiding van microverontreinigingen in de voedselketen. Daarnaast zijn bioassays toegepast om te onderzoeken of het oppervlaktewater en het sediment

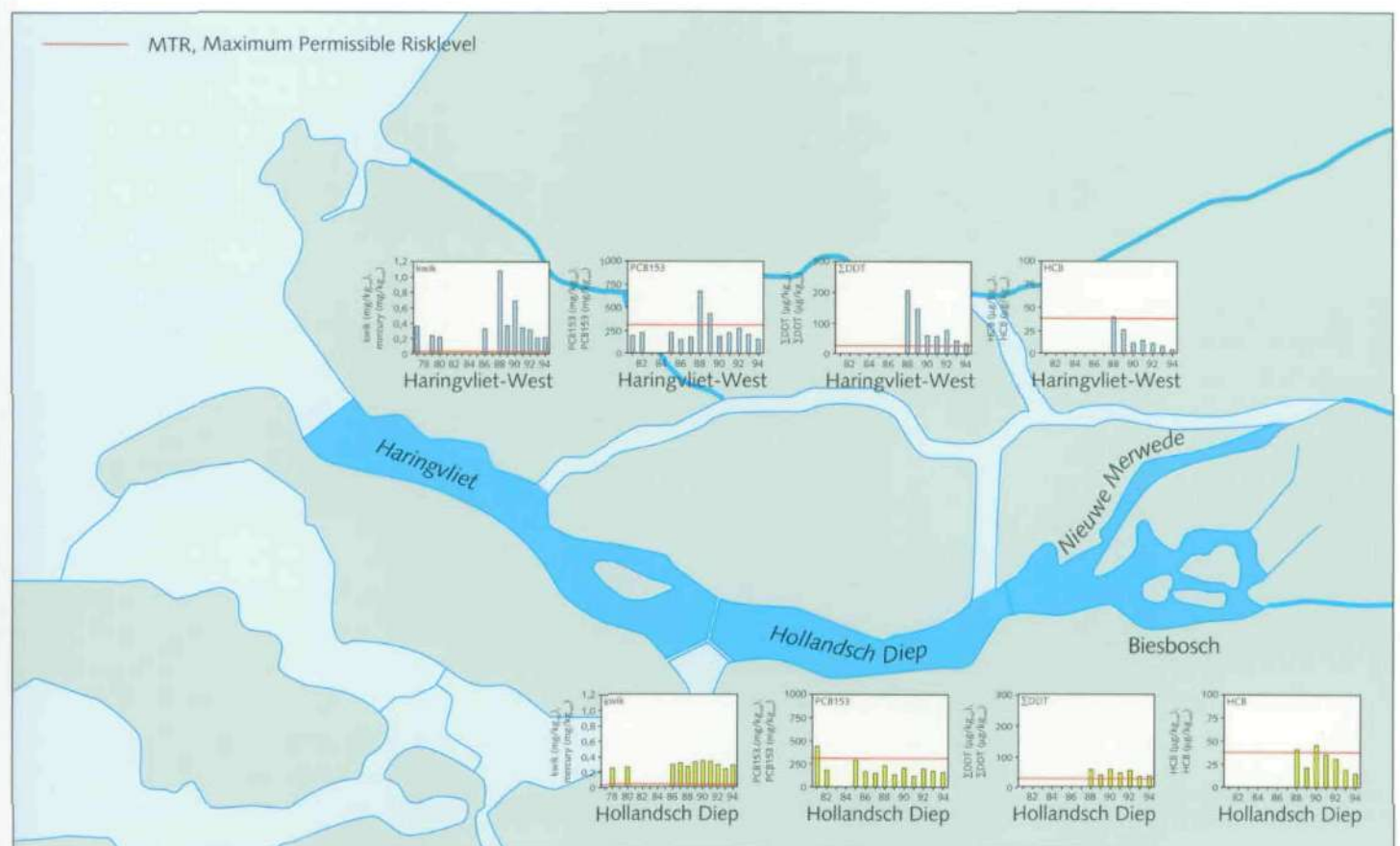
acute of chronische effecten veroorzaken onder laboratorium omstandigheden. Resultaten van deze studies worden gerelateerd aan de chemische kwaliteit van water en sediment en aan effecten op bepaalde soorten in het veld.

In het zoete deltagebied is na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 sterk vervuild sediment bezonken. Ondanks de verbeterde waterkwaliteit van de Rijn, veroorzaakt de verontreinigde waterbodem nog steeds ernstige risico's voor het milieu. De vervuiling heeft niet alleen zijn directe weerslag op het aquatisch milieu; door opwekking van slib en verspreiding van de verontreiniging in de voedselketen vergiftiging van hogere organismen nog lange tijd aan de orde. Sinds 1987 is al regelmatig onderzoek naar effecten van de waterboderverontreiniging op organismen in het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Nieuwe Merwede verricht. Dit was aanleiding in 1990 een uitgebreid Nader Onderzoek

Zuidrand te starten om de urgentie van sanering van het gesedimenteerde slib vast te stellen. De technieken, die voor dit biotisch effectonderzoek gebruikt worden zijn vergelijkbaar met die van het programma van de biologische monitoring. Het Nader Onderzoek Zuidrand richt zich op een groot aantal locaties verspreid over het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch.

### Resultaten

In vet oplosbare organische microverontreinigingen en zware metalen behoren tot de stoffen, die zich sterk ophopen in organismen. Opname van stoffen vindt zowel plaats door rechtstreekse opname vanuit het water of sedimentdeeltjes, als door opname via het voedsel. Voor organismen die hoger in de voedselketen staan, is de ophoping via voedsel van groot belang.



**Figuur 5**

Gehaltes van kwik, PCB153, DDT en HCB ( $\text{mg}/\text{kg}_{\text{vet}}$ ) in Aal uit het Haringvliet en Hollandsch Diep. Gehaltes zijn gecorrigeerd voor 'standaard'-vetgehaltes (5 %) in vis. DDT en kwik overschrijden nog steeds het MTR. Nalevering van kwik vanuit de bodem zorgt ervoor dat kwikgehaltes in Aal niet sterk dalen. In de jaren zonder balkjes is niet gemeten. Concentrations of mercury, PCB-153, DDT and HCB ( $\text{mg}/\text{kg}_{\text{wet}}$ ) in *Anguilla anguilla* from Haringvliet and Hollandsch Diep. The concentrations have been corrected for 'standard' fat weight in fish (5 %). DDT and mercury still exceed MPC. Because of delayed issue of mercury from the bottom the concentrations of mercury in *Anguilla anguilla* do not decrease rapidly. In the years not showing a bar no data were collected.

## Graadmeters in het veld

### Aal

Het RIVO voert jaarlijks onderzoek uit aan de accumulatie van milieuvreemde stoffen in Aal, die in het Haringvliet en het Hollandsch Diep gevangen is. Aal is geschikt voor accumulatiemetingen wegens zijn plaatsgebondenheid en hoge vetgehalte, waarin sterke concentraties microverontreinigingen te meten zijn.

In Aal zijn zware metalen, PCB's en een groot aantal bestrijdingsmiddelen gemeten.

Kwikgehalten in Aal, gevangen in Haringvliet en Hollandsch Diep, zijn al bekend vanaf 1977 en jaarlijks gemeten, met een onderbreking tussen 1980 en 1986. De gehalten liggen in 1992-1994 ongeveer op hetzelfde niveau (tussen 0,21 en 0,32 mg/kg<sub>nat</sub>; fig. 5). De accumulatie-niveaus in deze watersystemen liggen op eenzelfde niveau als die van de Rijn bij Lobith. In de Nieuwe Merwede (1992) is een vergelijkbaar kwikgehalte in Aal gemeten, 0,21 mg/kg<sub>nat</sub> [2]. Het gehalte in de Dordtsche Biesbosch is duidelijk lager [3].

Het maximaal toelaatbare risico (MTR) wordt met een factor van circa 10 overschreden (fig. 6). Bij een overschrijding van het MTR voor (methyl-)kwik met een factor 7 lopen hogere organismen ernstig risico, waarbij de kans op effect bij mosseletende organismen het grootst is [1].

PCB153-gehalten in Aal zijn weergegeven in fig. 5. Het MTR voor PCB153 in het Haringvliet en Hollandsch Diep wordt sinds 1990 niet meer overschreden, maar de gehalten zijn nog wel hoog (fig. 6). In de Dordtsche Biesbosch wordt het MTR net overschreden.

In 1992, 1993, 1994 en 1995 zijn de gehalten van een zestal PCB-verbindingen in Aal gemeten. Deze PCB's zijn zo giftig, dat hun werking lijkt op die van dioxines. Aan de hand van het voorkomen van PCB's kan het dioxine-effect berekend worden. De waarden in 1994/1995 in het Hollandsch Diep zijn hoger, dan die van het Haringvliet. In de Nieuwe Merwede (in 1992) zijn de hoogste waarden gevonden.

De gehalten overschrijden het indicatieve MTR aanzienlijk. Zelfs in 1994 is de overschrijding nog een factor 15-20. Het is te verwachten, dat met name visetende hogere organismen een ernstig risico lopen.

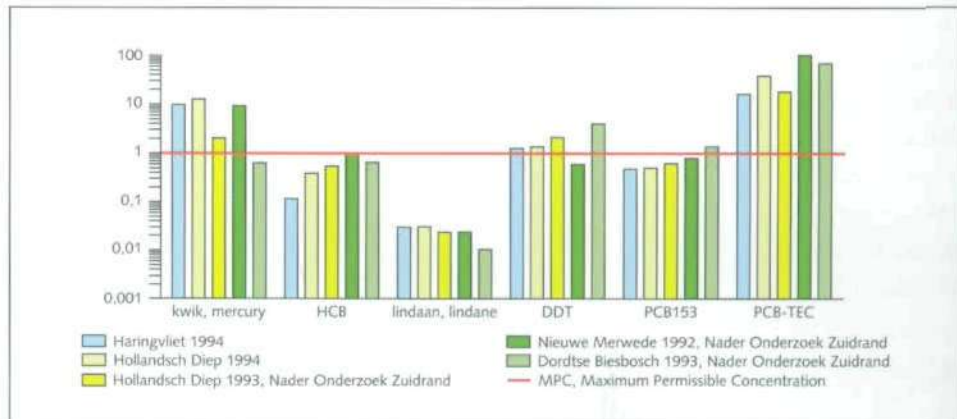
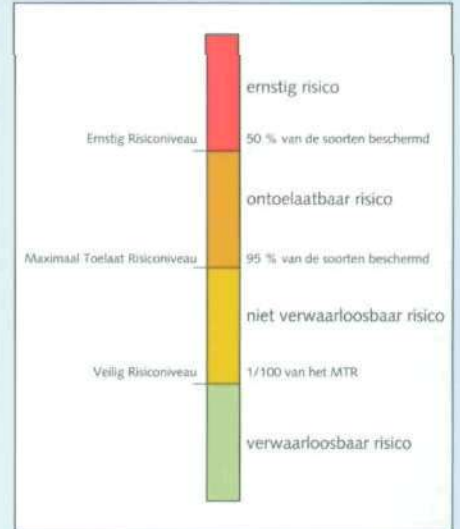
## Bioaccumulatie in de voedselketen

Hannie Maas en Margriet Beek

De meeste microverontreinigingen worden doorgegeven in de voedselketen. Gehaltes in mosselen en vis worden getoetst aan normen, die rekening houden met het doorgeven van gifstoffen naar bijvoorbeeld vogels.

Het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) is een belangrijke toetswaarde. Het MTR is gedefinieerd als die concentratie, waarbij 95 % van de mogelijk aanwezige soorten in theorie beschermd is. Het huidige milieubeleid streeft een nog strengere waarde na: het Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR), 1/100 van het MTR.

Het MTR wordt nog door veel stoffen overschreden. Om de ernst van deze overschrijding aan te geven is nog een derde risicogrens vastgesteld, het Ernstig Risiconiveau (ER). Dit is de concentratie, waarbij de helft van de mogelijk aanwezige soorten in theorie beschermd is. Overschrijding van deze grens betekent een ernstig geval van verontreiniging. In de fig. is de relatie tussen de risicogrenzen en de ernst van de overschrijding weergegeven.



Figuur 6

De overschrijdingsfactor van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau voor stoffen gemeten in Aal in het Haringvliet (1994), Hollandsch Diep (1993-1994), Dordtsche Biesbosch (1993) en Nieuwe Merwede (1992). Kwik, PCB's en DDT in Aal overschrijden het MTR in bijna het gehele watersysteem.

The excess ratio regarding MPC for substances measured in *Anguilla anguilla* in Haringvliet (1994), Hollandsch Diep (1993-1994), Dordtsche Biesbosch (1993) and Nieuwe Merwede (1992). Mercury, PCBs and DDT in *Anguilla anguilla* exceed MPC in almost the entire water system.

In het Haringvliet en Hollandsch Diep liggen de gehalten van HCB en lindaan ( $\gamma$ -HCH) in Aal al jaren onder het MTR (fig. 6). Gehaltes van  $\Sigma$ DDT in Aal liggen nog steeds boven het MTR, maar de overschrijding in beide systemen bedraagt nog slechts een factor 1,3.

In Nieuwe Merwede en Dordtsche Biesbosch werd een vergelijkbaar accumulatiepatroon van organochloorverbindingen gevonden (fig. 6). HCB-gehalten in Aal nemen sterk af in stroomafwaartse richting. Ten opzichte van de Rijn bij Lobith liggen de gehalten in Aal in het Haringvliet

een factor 10 lager. Blijkbaar wordt deze verbinding afgebroken in het water. Voor de overige organochloorverbindingen zijn de gehalten in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch genoeg gelijk. Deze resultaten stemmen overeen met de chemische waterkwaliteitsgegevens. De gehalten in het compartiment water nemen stroomafwaarts af ten gevolge van afbraak of sedimentatie. De gehalten in zwevend stof blijven vrijwel gelijk met uitzondering van een enkele relatief goed afbrekbare organische verbinding als HCB [5].

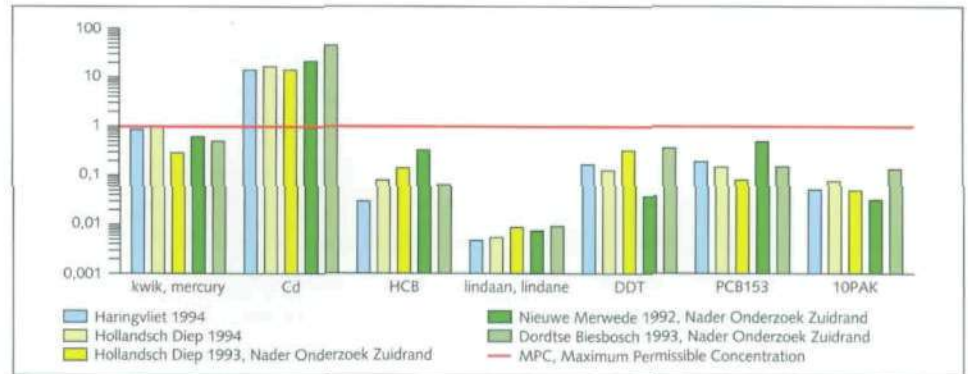


### Driehoeksmossel

Met driehoeksmosselen zijn twee verschillende accumulatie-onderzoeken uitgevoerd: actieve monitoring met uitgehangen mosselen en passieve monitoring met op de bodem aanwezige mosselen. Bij een vergelijking van gegevens uit deze verschillende onderzoeken moet het verschil in methode meegewogen worden.

In 1994 heeft het RIVO netjes gevuld met driehoeksmosselen voor ruim 40 dagen uitgehangen in het Haringvliet-West, bij de Haringvlietdam en langs de oevers in het midden van het Hollandsch Diep. Driehoeksmosselen zijn geschikt om de actuele biobeschikbaarheid van stoffen te meten. Na enige tijd kan zich een evenwicht instellen tussen de gehalten in de mossel en die in het water. Een beschrijving van de bioaccumulatie in de Nieuwe Merwede en de Biesbosch is overgenomen uit het Nader Onderzoek Zuidrand [2,3].

Metingen in op de bodem levende driehoeksmosselen zijn uitgevoerd in 1992 en 1993 in het Hollandsch Diep, de Nieuwe Merwede en de Biesbosch. In de mosselen zijn metingen gedaan aan zware metalen, Polychloorbifenylen (PCB's), PAK's en een groot aantal bestrijdingsmiddelen. Accumulatie-niveaus van Kwik in driehoeksmosselen, uitgehangen in Hollandsch Diep en



**Figuur 7**

De overschrijdingsfactor van het MTR voor stoffen gemeten in driehoeksmosselen in het Haringvliet-West, Hollandsch Diep, de Nieuwe Merwede en Brabantsche Biesbosch. De gehalten uit het Nader Onderzoek Zuidrand (NOZ) zijn gemeten in ter plaatse gevangen mosselen. De andere gehalten zijn gemeten in circa zes weken uitgehangen mosselen. Alleen cadmiumgehalten in driehoeksmosselen overschrijden het MTR sterk.

*The excess ratio regarding MPC for substances measured in Dreissena polymorpha in Haringvliet-West, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede and Brabantse Biesbosch. The levels found by the NOZ survey have been measured in mussels caught in situ. The other levels have been measured in mussels that have been hung out in nets for about six weeks. Only cadmium concentrations in Dreissena polymorpha greatly exceed MPC.*

Haringvliet, zijn een factor 10 lager dan die in Aal maar bereiken toch net het MTR (fig. 7). Kwikgehalten in mosselen, gevangen in Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en Brabantsche Biesbosch zijn lager. De actieve monitoring is uitgevoerd met driehoeksmosselen uit het IJsselmeer. Het kwikgehalte in dit uitgangsmoester was al hoger dan in de mosselen gevangen in het gebied zelf. Dit kan een oorzaak zijn van het verschil in bioaccumulatie tussen de passieve en de actieve monitoring.

De cadmiumgehalten in de mosselnetjes die uitgehangen zijn op de locaties in het Haringvliet en Hollandsch Diep waren met een factor 2,5 toegenomen. De gehalten overschrijden het MTR met een factor 14 à 16 (fig. 7), wat tevens een overschrijding van het Ernstig Risiconiveau (ER) betekent. In de Nieuwe Merwede en Brabantsche Biesbosch liggen de gehalten in ter plaatse gevangen mosselen zelfs nog een factor 2 à 3 hoger. Voor cadmium is daardoor de kans op ernstige effecten bij mosseletende hogere organismen zeer groot. Gehaltes van PCB153 in driehoeksmosselen op basis van vetgehalten liggen een factor 3 lager dan in Aal, ver beneden de kritische waarde voor het ecosysteem (fig. 7).

De gehalten van verschillende organochloorverbindingen in driehoeksmosselen overschrijden het MTR tegenwoordig niet meer (fig. 7). De gehalten van lindaan liggen zelfs al op het Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR).

HCB-gehalten in driehoeksmosselen nemen sterk af in stroomafwaartse richting. Voor de overige organochloorverbindingen zijn de gehalten in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch nagenoeg gelijk. Deze trends stemmen overeen met de chemische waterkwaliteit in het gebied. De gehalten in het water nemen stroomafwaarts af ten gevolge van afbraak of sedimentatie. De gehalten in zwevend stof blijven vrijwel gelijk met uitzondering van een enkele goed afbreekbare organische verbinding als HCB [5].



**Foto 5**  
Driehoeksmosselen worden gebruikt voor actieve biologische monitoring. Op de foto worden ze uitgehangen in de Biesbosch. Na ruim 40 dagen worden ze weer opgehaald en geanalyseerd.

Opname van Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) in de voedselketen leidt nauwelijks tot doorvergiftiging. PAK-verbindingen breken in hogere organismen vrij snel af, zodat concentraties in organismen niet te meten zijn. Enkele PAK's en hun afbraakproducten hebben mutagene en/of carcinogene eigenschappen. Veilige concentraties zijn niet aan te geven, omdat hierover de kennis nog onvoldoende is. Gehaltes in Driehoeksmosselen blijken hoog genoeg te zijn om te kunnen detecteren. De in Haringvliet en Hollandsch Diep gevonden concentraties in mosselen liggen echter nog ver beneden het voor mosselen afgeleide MTR (factor 15-20 minder; fig. 7). In de Nieuwe Merwede is een vergelijkbaar gehalte gemeten. Het gehalte in de Brabantse Biesbosch is het hoogst, maar ligt nog altijd een factor 8 lager dan het MTR.

#### Muggenlarven

Op basis van het vochtgehalte en de stabiliteit van de onderzochte sedimenten, lijkt het substraat geschikt te zijn voor een normale ontwikkeling van muggenlarven. De dichtheid en diversiteit aan soorten van de chironomiden zijn overal in het gebied laag. Bij chironomiden uit enkele diepe gedeelten van het Hollandsch Diep komen verhoogde percentages kaakafwijkingen voor.

#### Testen op het lab

##### Giftigheid van het water

Op de locaties in het Haringvliet-West en Hollandsch Diep is de toxiciteit van het oppervlaktewater in 1994 zes maal bepaald. Bij de metingen is gebruik gemaakt van een test met luminescerende bacteriën (*Photobacterium phosphoreum*) volgens de Microtoxmethode. Toxische stoffen veroorzaken in deze test een afname in de hoeveelheid licht, die deze bacteriën uitzenden. Aangezien het oppervlaktewater in de Rijkswateren nauwelijks meer acuut of chronisch toxisch is, wordt de toxiciteit gemeten in concentraten van oppervlaktewater. Metalen, goed in vet oplosbare en goed in water oplosbare verbindingen komen in dit concentraat niet voor. Het resultaat van de test wordt uitgedrukt in de verdunningsfactor van het concentraat, waarbij

nog net een afname in lichtemissie waarneembaar is (EC20), weergegeven als de toxiciteitsindex (TI = 100/EC20).

Er treden gedurende het jaar geen grote schommelingen op in de toxiciteitsindex (fig. 8). De gemiddelde waarde in het Hollandsch Diep is iets hoger dan die in het Haringvliet en de Brabantse Biesbosch. Het verschil is echter niet significant. In Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch wordt de kritische waarde van 0,01 overschreden, zodat de kans op effecten op het ecosysteem aanwezig is. De toxiciteitsindex van het Hollandsch Diep ligt op een gelijk niveau als die van de Rijn bij Lobith. De toxiciteitsindex in de Brabantse Biesbosch is nog lager dan de gemiddelde waarde gemeten in de Maas bij Eijsden.

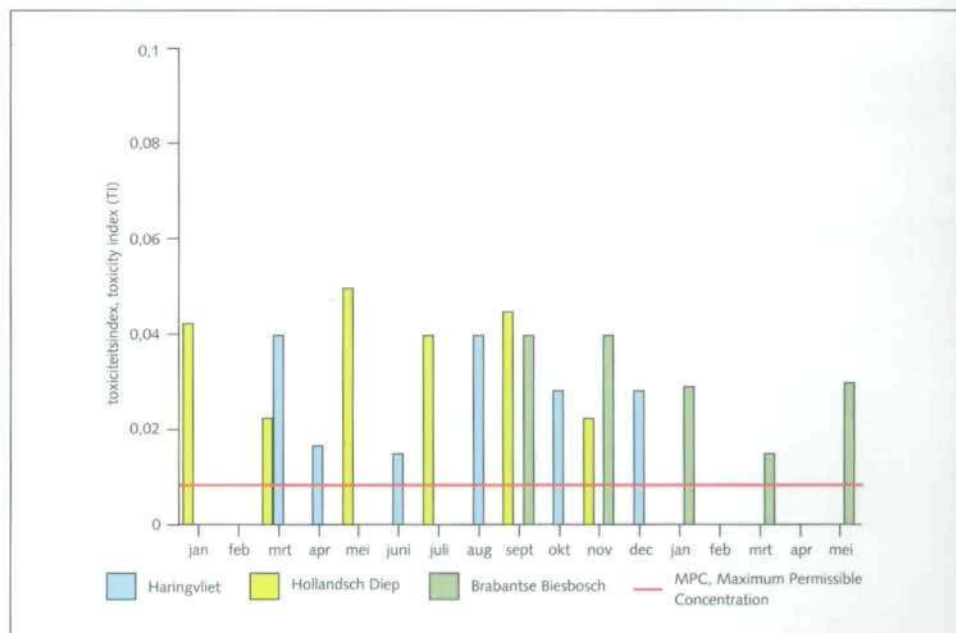
##### Giftigheid van de waterbodem

In het Haringvliet-West en Hollandsch Diep zijn in 1994 waterbodemmonsters genomen, waarmee zowel chemische analyses, bioassays als

veldwaarnemingen zijn uitgevoerd. In 1992/1993 is hetzelfde onderzoek gedaan, waarbij ook de Biesbosch betrokken is [2,3].

De waterbodem van het Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en Biesbosch is ernstig vervuurd met zware metalen en organische microverontreinigingen. Koper en kwik overschrijden de grenswaarde met een factor 1-2 [6], terwijl de concentraties van cadmium, PAK's en PCB's de grenswaarde met een factor 2-10 overschrijden [4]. Ook de gehalten in zwevend stof zijn nog erg hoog. PAK's, PCB's, cadmium, koper, kwik en zink overschrijden de grenswaarde fors [4,5].

In de bioassays met sediment uit het Hollandsch Diep hebben chironomiden een verhoogde sterfte en achterstand in ontwikkeling [9]. In het Hollandsch Diep wordt de gecombineerde toxiciteitswaarde voor chironomiden dan ook benaderd. In het Haringvliet treden plaatselijk ernstige effecten op in de vorm van sterfte en slechte ontwikkeling van chironomiden. In de



**Figuur 8**

In het Hollandsch Diep, Haringvliet en de Brabantse Biesbosch is in 1994 zes keer de toxiciteit van het oppervlaktewater gemeten met lichtgevend bacteriën (*Photobacterium phosphoreum*). Remming van de lichtafgifte is een maat voor de toxiciteit, uitgedrukt als toxiciteitsindex. Acute effecten treden op bij een waarde van 1. Bij een waarde van 0,01 worden geen effecten meer op het ecosysteem verwacht. Alle gevonden waarden zijn hoger dan 0,01; schommelingen in de toxiciteit zijn niet erg groot. Op grond van deze waarden kunnen effecten op het ecosysteem verwacht worden.

*In Hollandsch Diep, Haringvliet and Brabantse Biesbosch toxicity of the surface water was measured six times during 1994 using luminescent bacteria (*Photobacterium phosphoreum*). Luminescence inhibition is a measure of toxicity, which can be expressed in a toxicity index (TI). At TI=1 the ecosystem is directly at risk; TI=0.01 is the maximum acceptable risk level. All measurements exceeded 0.01; fluctuations in toxicity were not great. On account of the values measured, effects on the ecosystem can be expected.*



Foto 6

De watervlo *Daphnia magna* is gebruikt in een test met poriewater uit de bodem van het Haringvliet en Hollandsch Diep. In het Haringvliet is een ernstig effect en in het Hollandsch Diep een matig effect op de reproductie waargenomen.

bioassays met watervlooiën treden matige tot ernstige effecten op de reproductie op in het Hollandsch Diep en Haringvliet. Mogelijk komt dit door combinatietoxiciteit van zware metalen. In bioassays met sedimenten uit de Nieuwe Merwede zijn ernstige effecten op watervlooiën en chironomiden waargenomen, die deels aan de hand van chemische analyses verklaarbaar zijn. De mate van verontreiniging in de Nieuwe Merwede is dermate groot, dat ook acute effecten in poriewater van de sedimenten zijn waargenomen.

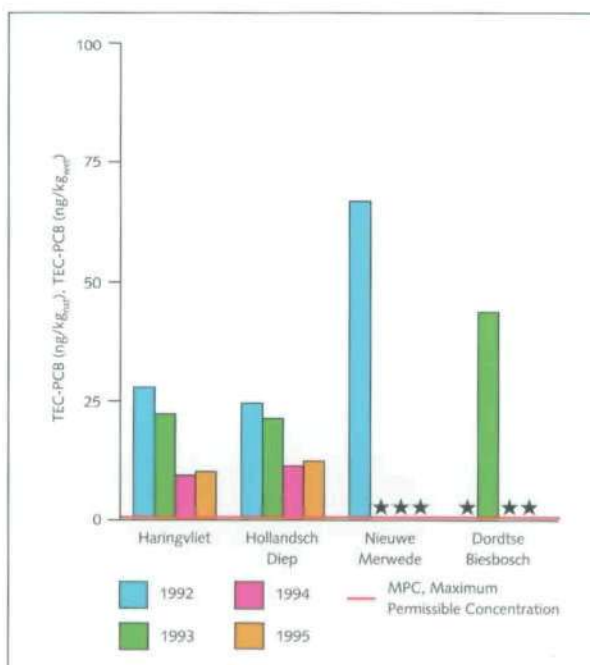
In de Dordtsche en Brabantsche Biesbosch treden over het algemeen matige effecten op. Plaatselijk treden in de Brabantsche Biesbosch ernstige effecten op bij chironomiden [3].

## Trends en ontwikkelingen

Hoewel sprake is van een lichte daling van kwik in Aal, blijven de gehalten in het Haringvliet/Hollandsch Diep tussen 1992 en 1994 binnen een en dezelfde range (0,21-0,32 mg/kg<sub>nat</sub>; fig. 5), ondanks een sterke daling van kwik in het water [5]. Deze stagnatie in daling van accumulatie-niveaus is te wijten aan een nog grote nalevering van (methyl-)kwik vanuit de waterbodem [8].

Van 1992 tot 1994 treedt in het Haringvliet een daling op in het totaal gehalte aan PCB's in Aal. De afname van gehalten van hogere PCB-verbindingen is de belangrijkste veroorzaker van deze daling [7]. In het Hollandsch Diep is deze daling minder duidelijk.

In 1994 zijn de waarden voor het dioxine-effect in Haringvliet en Hollandsch Diep sterk afgenomen.



Figuur 9

Gehaltes van PCB's, uitgedrukt in TEC-PCB (een waarde voor het dioxine-effect) in Aal in Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en Dordtsche Biesbosch in de periode 1992 t/m 1995 (bronnen: RIVO; Den Besten, 1993 [2]; Den Besten 1996 [3]). Gehaltes zijn gecorrigeerd voor 'standaard' vis met een vetgehalte van 5%. Ondanks lagere gehalten in het Haringvliet en Hollandsch diep wordt het indicatieve MTR in 1993-1994 nog 15-20x overschreden. Vis-etende dieren lopen hierdoor een ernstig risico. H betekent niet gemeten.

Levels of PCBs, expressed in TCDD (a value for the dioxine effect) in Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede and Dordtsche Biesbosch in the period 1992-1995 (den Besten, 1993; 1996). Concentrations have been corrected for 'standard' fat weight in fish (5%). In spite of lower concentrations in Haringvliet and Hollandsch Diep the indicative MPC was still exceeded 15 to 20 times in 1993-1994. This poses a serious risk to fish-eating animals. ★ indicates that no data were collected.

Deze afname heeft zich in 1995 niet voortgezet (fig. 9).

## Conclusies

Er worden accumulatie-niveaus van verontreinigingen aangetroffen die een risico kunnen vormen voor het gehele aquatische ecosysteem. Voor stoffen als kwik, cadmium en PCB's zijn de gemeten concentraties in organismen dusdanig hoog, dat vooral de hogere organismen een ernstig risico lopen.

De kwaliteit van het oppervlaktewater voldoet in het gehele watersysteem niet aan het met de toxiciteitsindex afgeleide aanvaardbare risiconiveau. Risico's voor aquatische organismen zijn dus niet uit te sluiten. De effecten in de bioassays werden echter bij een sterkere verdunning waargenomen dan in Rijnwater (Lobith) of in Maaswater (Eijsden).

De bodemverontreiniging in het Haringvliet, het Hollandsch Diep, de Biesbosch en de Nieuwe Merwede veroorzaakt ernstige effecten op bodemorganismen. Zowel in op het lab uitgevoerd onderzoek als bij waarnemingen aan de macrofauna in het veld zijn effecten waargenomen, die deels te verklaren zijn door de slechte chemische waterbodemkwaliteit.



## 4. Fytoplankton

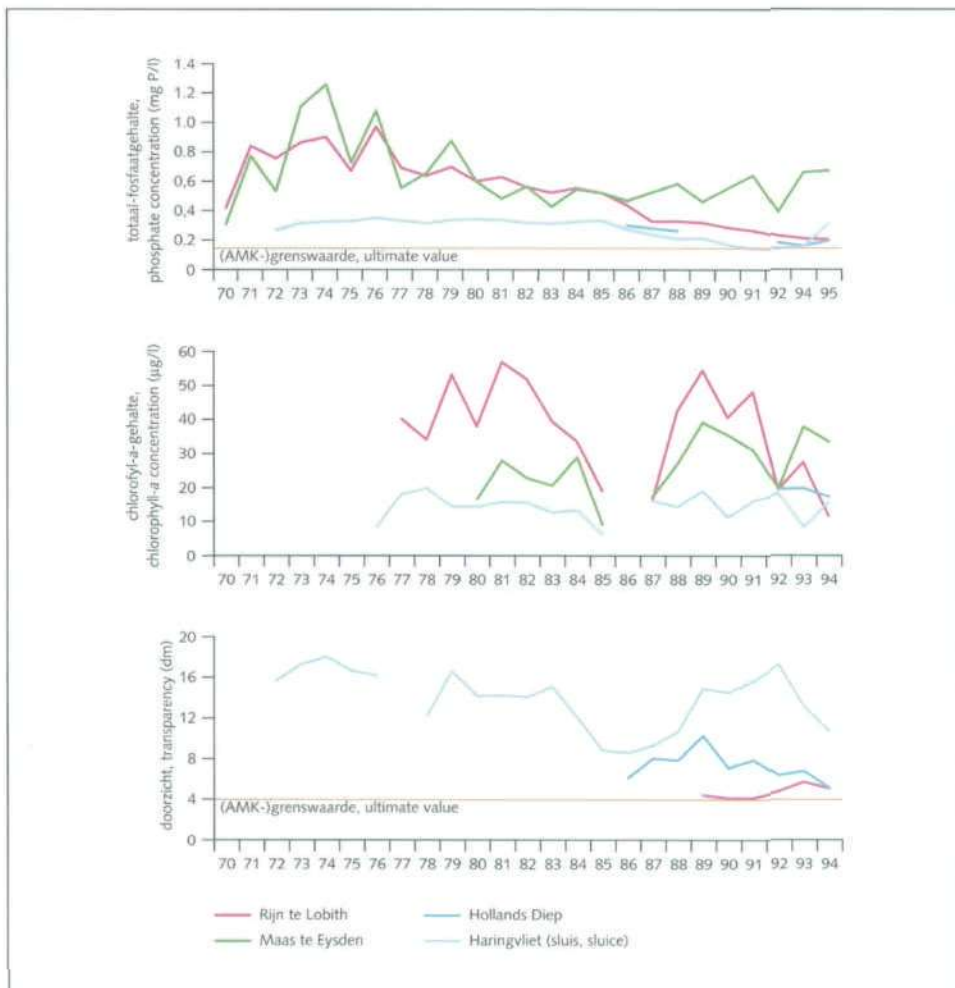
Ronald Bijkerk

**Fytoplankton is de verzamelnaam voor microscopisch kleine plantaardige organismen. Algen oefenen een grote invloed uit op de helderheid van het water. Daarnaast staan ze op het menu van zoöplankton en macrofauna. Algen zijn afhankelijk van licht en nutriënten.**

De biologische ontwikkelingen in het Hollandsch Diep en Haringvliet worden bepaald door de waterkwaliteit van de grote rivieren, met name het gehalte aan de voedingsstoffen ammonium, nitraat en fosfaat. Voor fytoplankton is fosfaat meestal de groeibeperkende voedingsstof [8]. In de Rijn bij Lobith is het zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalte sinds 1976 gedaald van ca. 0.9 tot 0.2 mg P/l (fig. 10). In 1994 bereikt ook het zomergemiddelde gehalte chlorofyl-*a* hier de laagste waarde sinds het begin van de metingen: 11.6 µg/l. In de Maas bij Eysden is het zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalte wel lager dan midden-jaren 70, maar over de periode 1980-1994 is sprake van een licht-stijgende trend, tot ruim 0.5 mg P/l in 1994. Ter vergelijking: de natuurlijke achtergrondconcentratie wordt geschat op 0.06 mg P/l (ref. in [6]). De zomergemiddelde gehalten chlorofyl-*a* stijgen eveneens over dit tijdvak.

## Resultaten

In het Hollandsch Diep komt het Maaswater met ongeveer 35 % van het Rijnwater samen, maar de afvoer van de Rijn is ruwweg tienmaal hoger dan van de Maas. Bij gemiddelde afvoeren zal de verhouding tussen Rijn en Maaswater in het Hollandsch Diep 3:1 zijn [20]. Toch zijn de zomergemiddelde totaal-fosfaatgehalten hier in het algemeen 20 % lager dan in de Rijn bij Lobith. Dit komt door de sedimentatie van fosfaatbevattende deeltjes in de Nieuwe Merwede en de Amer. Vervolgens bezinkt in het Haringvliet omstreeks de helft van het zwevend stof dat uit het Hollandsch Diep komt [1]. Hierdoor neemt het totaal-fosfaatgehalte tussen Hollandsch Diep (Bovensluis) en de Haringvlietsluis over het algemeen nog verder af (fig. 10). Hoge rivierafvoeren kunnen bodemmateriaal in de Nieuwe Merwede en Maas opwerpen, waardoor een deel van het bezonken particuliere



**Figuur 10**

Verloop van de zomergemiddeldes van totaal-fosfaat, chlorofyl-*a* en doorzichtig in Rijn, Maas, Hollandsch Diep en Haringvliet van 1970 tot 1994. Het zomergemiddelde chlorofyl-*a* is in het Haringvliet altijd aanzienlijk lager geweest dan in de Rijn te Lobith en de Maas te Eijsden. De oorzaken zijn waarschijnlijk begrazing, een afname van de groei door siliciumgebrek en sedimentatie. Door sedimentatie van slib is het zomergemiddelde doorzichtig in het Hollandsch Diep en Haringvliet twee tot vier keer hoger dan in de Rijn.

*Development of the summer averages of all phosphates, chlorophyll-*a* and transparency in Rhine, Meuse, Hollandsch Diep and Haringvliet 1970-1994. The average summer concentration of chlorophyll-*a* has always been significantly lower in the Haringvliet than in the Rhine at Lobith and in the Meuse at Eijsden. The causes probably include grazing, shortage of silicon causing reduction in growth, and sedimentation. Because of sedimentation of silt the average transparency in the Hollandsch Diep and the Haringvliet in summer is two to four times higher than in the Rhine.*

fosfaat alsnog naar het Hollandsch Diep wordt afgevoerd [20].

Slib is een belangrijke veroorzaker van de troebelheid van rivieren. De toename van het doorzicht op het traject Lobith - Hollandsch Diep - Haringvlietsluis, met een factor twee tot vier (fig. 10), kan dan ook worden verklaard door de sedimentatie van slib in het beneden-rivierengebied. Met de toenemende verblijftijden in het benedenrivierengebied verandert het rivierkarakter van het watersysteem in een meer karakter. In meren zijn algen de belangrijkste veroorzaker van troebelheid. De hoeveelheid algen in het

Hollandsch Diep en Haringvliet, gemeten als chlorofyl-*a*, blijft relatief laag en is gemiddeld zelfs nog lager dan in de Rijn te Lobith en de Maas te Eysden (fig. 10).

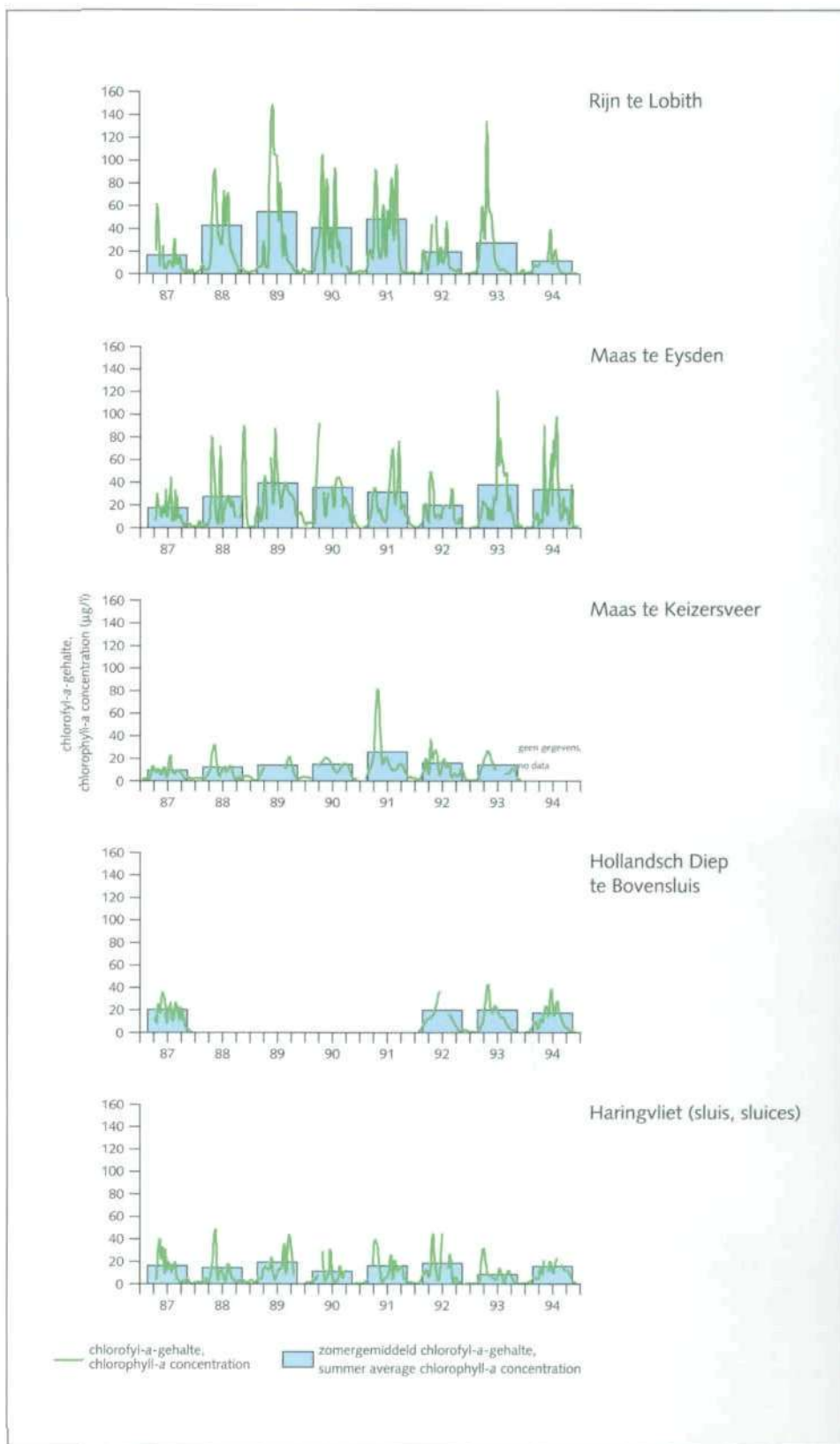
De vraag waarom de gehalten chlorofyl-*a* in het Hollandsch Diep en Haringvliet relatief laag zijn, is eind jaren 80 aanleiding voor een uitgebreid planktononderzoek. In het kader van het biologische-monitoringsprogramma worden sinds 1992 voor fytoplankton de stations Hollandsch Diep (Bovensluis) en Haringvlietsluis jaarlijks bemonsterd met een frequentie van 13 tot 21 keer per jaar. De bemonstering gebeurt met een

steekbuis, waarbij water uit de bovenste 1.5 m wordt verzameld. Het onderzoek bestaat uit het meten van het gehalte chlorofyl-*a* (een maat voor de fytoplanktonbiomassa), het bepalen van de dichtheid of het procentuele aandeel van individuen uit de groepen blauw-, kiezel-, groen- en overige wieren en het identificeren van de meest talrijke algensoorten. De ontwikkelingen van fytoplankton in het benedenrivierengebied worden besproken in samenhang met gegevens van de stroomopwaarts gelegen stations: Keizersveer, Lobith en Eysden. Deze gegevens worden voor het biologisch monitoringprogramma verzameld door het RIZA en het RIVM. In deze rapportage zijn de gehalten chlorofyl-*a* vóór 1986 gecorrigeerd, door de oorspronkelijke waardes met een factor 0,67 te vermenigvuldigen. Deze correctie is noodzakelijk gebleken om een vergelijking met de huidige gehalten te kunnen maken [11].

### minder algen

De gehalten chlorofyl-*a* in het Hollandsch Diep en Haringvliet zijn gemiddeld lager dan in Rijn en Maas te Eysden, vooral omdat de pieken bescheiden blijven (fig. 11). De oorzaak hiervan ligt stroomopwaarts; al te Keizersveer zijn de pieken van chlorofyl-*a* gewoonlijk veel lager dan te Eysden. Ook de piekgehalten te Maassluis zijn een factor twee tot drie lager dan te Lobith [2].

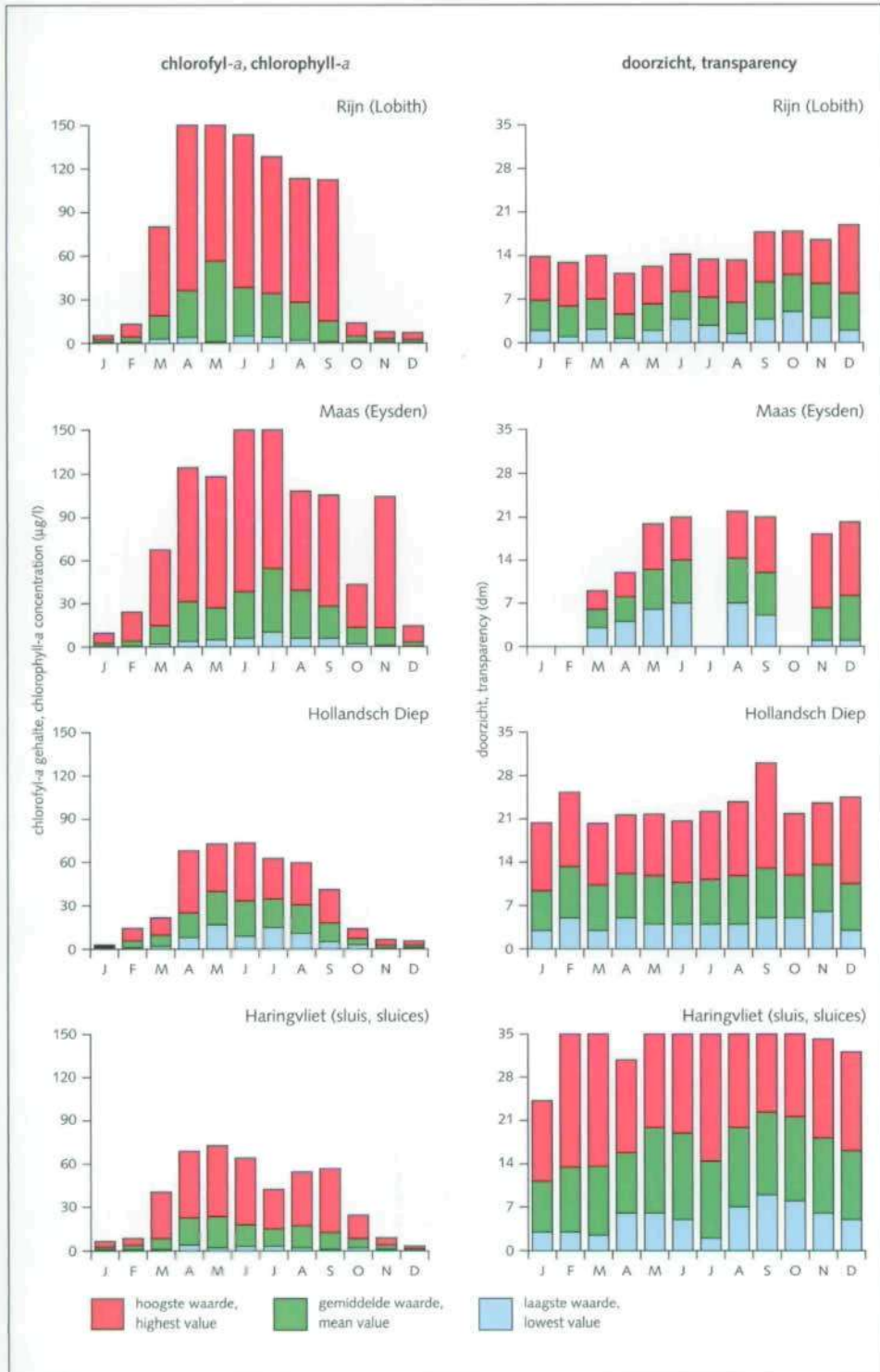
De seizoensperiodiciteit is in de jaren 1987-1994 verschillend tussen Hollandsch Diep en Haringvliet. In het Hollandsch Diep worden de hoogste gehalten chlorofyl-*a* gemeten in de maanden april-juni, evenals in de Rijn te Lobith (fig. 12). In het Haringvliet treedt daarnaast een tweede piek op in augustus-september. Hier wordt de maand juli gekenmerkt door lage gehalten chlorofyl-*a*. Er is geen duidelijk verband met de periodiciteit in de Maas te Eysden. In de Maas valt het jaarlijkse maximum meestal in de maand juni, twee maanden later dan in de Rijn. Dit komt door verschillen in soortensamenstelling. In de Rijn neemt het kiezelwier *Skeletonema subsalsum* vanaf april sterk in aantal toe, in de Maas levert *Aulacoseira granulata* een belangrijke bijdrage. Deze laatste is een zomersoort die zich ontwikkelt bij temperaturen hoger dan 15°C (ref. in [13]).



**Figuur 11**

Zomergemiddeldes en verloop van de gehalten chlorofyl-*a* in Rijn, Maas, Hollandsch Diep en Haringvliet. Een vergelijking van het verloop van het chlorofyl-*a* tussen Rijn, Maas, Hollandsch Diep en Haringvliet, laat zien dat de maxima in het benedenrivierengebied veel lager zijn dan stroomopwaarts.

Summer averages and development of the concentrations of chlorophyll-*a* in Rhine, Meuse, Hollandsch Diep and Haringvliet. A comparison of the development of chlorophyll-*a* concentrations in Rhine, Meuse, Hollandsch Diep and Haringvliet reveals that the maximum values in the down-river area are much lower than those up-river.

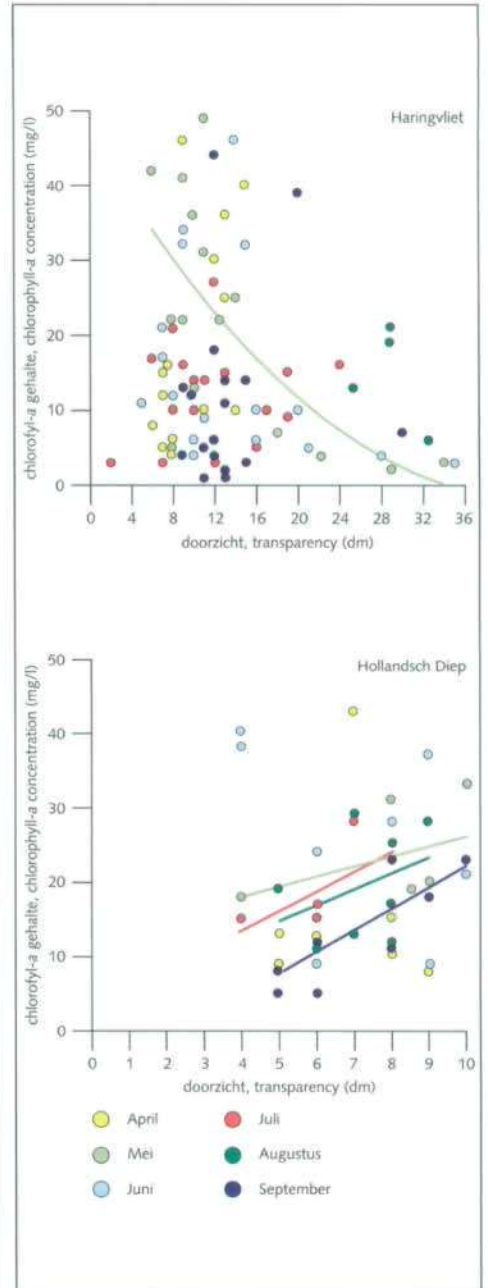


**Figuur 12**  
 Maandelijks variatie van het chlorofyl a en het doorzicht berekend over de jaren 1987-1994. De grafiek toont het verschil in dynamiek tussen de echte riviersystemen (Rijn en Maas) en het overgangssysteem rivier-meer (Haringvliet). In de rivieren fluctueert het chlorofyl-a sterk en het doorzicht matig, in het Haringvliet doet zich het omgekeerde voor. *Monthly variation of chlorophyll-a and transparency, calculated over the years 1987-1994. The graph shows the differences in the dynamics between the proper river systems (Rhine and Meuse) and the transitional river-lake system (Haringvliet). In the rivers chlorophyll-a fluctuates strongly and transparency only moderately, whereas in the Haringvliet the reverse applies.*

**wisselend lichtklimaat**

Op basis van de maandelijkse variatie van het doorzicht kan men concluderen dat het lichtklimaat in de Rijn vrij constant is, maar van Hollandsch Diep naar Haringvliet sterker gaat

fluctueren (fig. 12; van Eysden zijn weinig gegevens beschikbaar). Vooral in het Haringvliet (sluis) is het verschil tussen minimale en maximale waarden groot. Vrijwel elk jaar zijn er in maart of mei/juni momenten met een zichtdiepte van omstreeks 3 m; in maart 1988 werd



**Figuur 13**  
 Relatie tussen doorzicht en chlorofyl-a in het Hollandsch Diep en Haringvliet. R2 is de standaardafwijking van de regressielijnen. In het Hollandsch Diep is er in de maanden mei-september van 1987 en 1992-1994 een positief verband tussen doorzicht en chlorofyl-a (behalve in juni), omdat beide variabelen beïnvloed worden door de afvoer. In het Haringvliet is er in mei een positieve relatie. *Relation between transparency and chlorophyll-a in the Hollandsch Diep and the Haringvliet. R2 is the standard deviation in the retrogression lines. In the Hollandsch Diep there is a positive relation between transparency and chlorophyll-a from May to September of 1987 and in the years 1992-1994 (except in June), because both variables are influenced by the river discharge. In the Haringvliet there is a positive relation in May.*

zelfs een waarde van 5 m gemeten. Fytoplankton absorbeert licht, zodat in meren gewoonlijk sprake is van een negatief exponentieel verband tussen het gehalte chlorofyl-a en het doorzicht [19].

In het Haringvliet is dit echter alleen in de

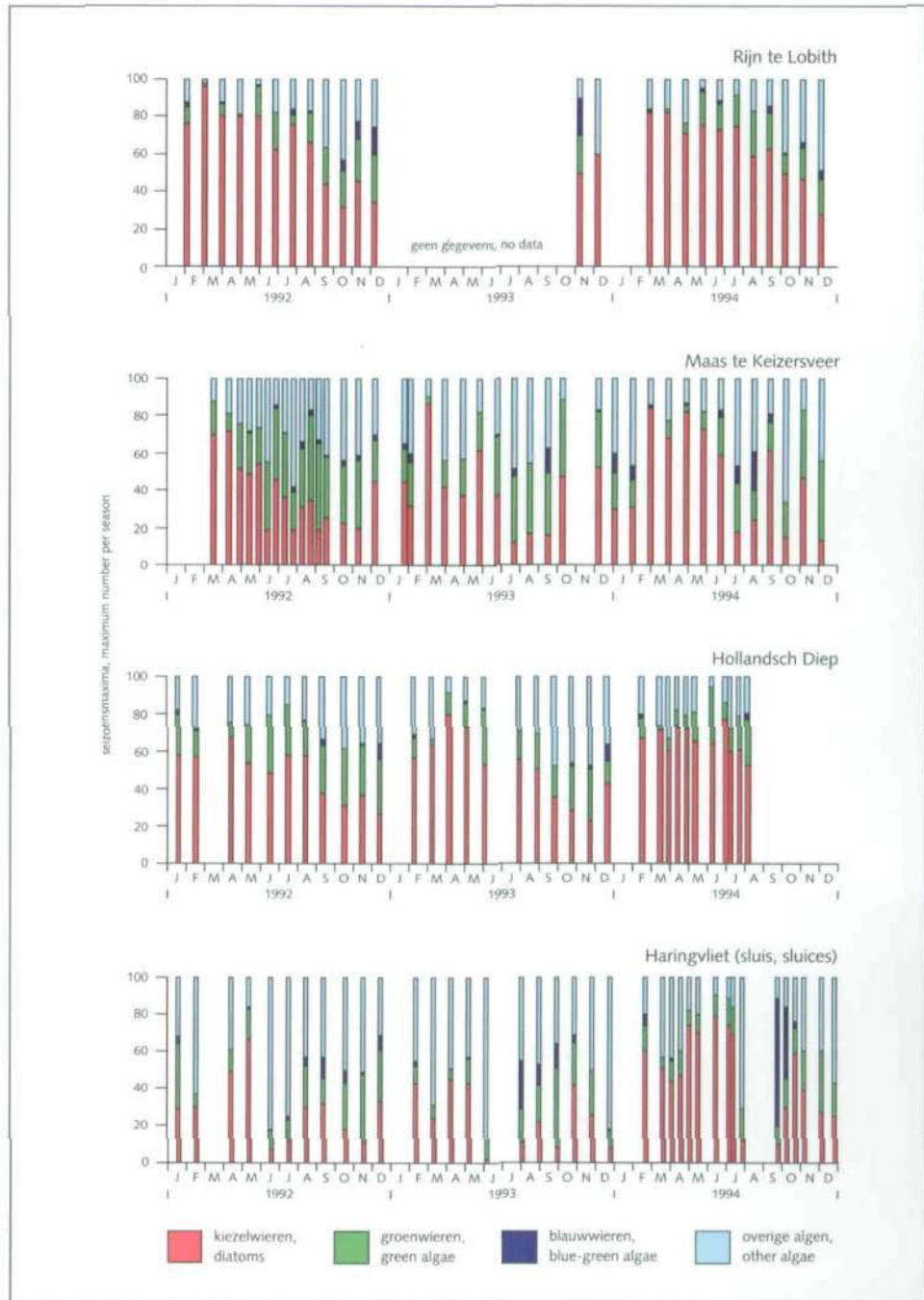
Figuur 14

Relatieve abundantie van fytoplankton-hoofdgroepen in Hollandsch Diep/Haringvliet en Rijn en Maas, 1992-1994. Het fytoplankton in de Rijn bestaat in 1992-1994 voor een groot deel uit kiezelwieren, maar in de Maas zijn ook groenwieren abundant. Vergeleken met de Rijn neemt de bijdrage van kiezelwieren in het Hollandsch Diep /Haringvliet af ten gunste van vooral overige algen en soms blauwwieren. Cryptofyceen vormen de belangrijkste vertegenwoordigers van de groep overige algen. *Relative abundance of main groups of phytoplankton in Hollandsch Diep/Haringvliet, Rhine and Meuse, 1992-1994. In 1992-1994 the phytoplankton in the Rhine was primarily composed of diatoms, but in the Meuse there was also an abundance of green algae. The abundance of diatoms in Hollandsch Diep/Haringvliet has been decreased as compared to the river Rhine, while the abundance of other algae (mostly Cryptophyceae) is increased. Blue-green algae sometimes contribute during summer.*

maand mei duidelijk (fig. 13), wanneer de gehalten chlorofyl-*a* relatief hoog zijn. In het Hollandsch Diep is in het zomerhalfjaar eerder sprake van een positief verband tussen doorzicht en chlorofyl-*a* (fig. 13). Dit is vermoedelijk een gevolg van het feit dat beide variabelen beïnvloed worden door de rivierafvoer. Het zwevend-stofgehalte in het Hollandsch Diep en Haringvliet neemt toe met de rivierafvoer [20], waardoor het doorzicht verslechtert. Een plotselinge toename van de afvoer kan tevens leiden tot een verdunning van het aantal fytoplankton-individueen per liter [5] en een daling van chlorofyl-*a* in de rivieren. Tijdens een periode met een lage afvoer kan slib sedimenteren, waardoor het doorzicht toeneemt. Door de langere verblijftijd krijgt het fytoplankton de kans zich tot hogere dichtheden te ontwikkelen.

#### flagellaten talrijk

Het fytoplankton in het Hollandsch Diep is samengesteld uit soorten uit Rijn en de Maas, waarbij de Rijn de grootste inbreng heeft. In de Rijn zijn kiezelwieren het gehele jaar de talrijkste algen. In de Maas te Keizersveer neemt hun bijdrage in de zomermaanden af ten gunste van groenwieren en overige algen. De samenstelling



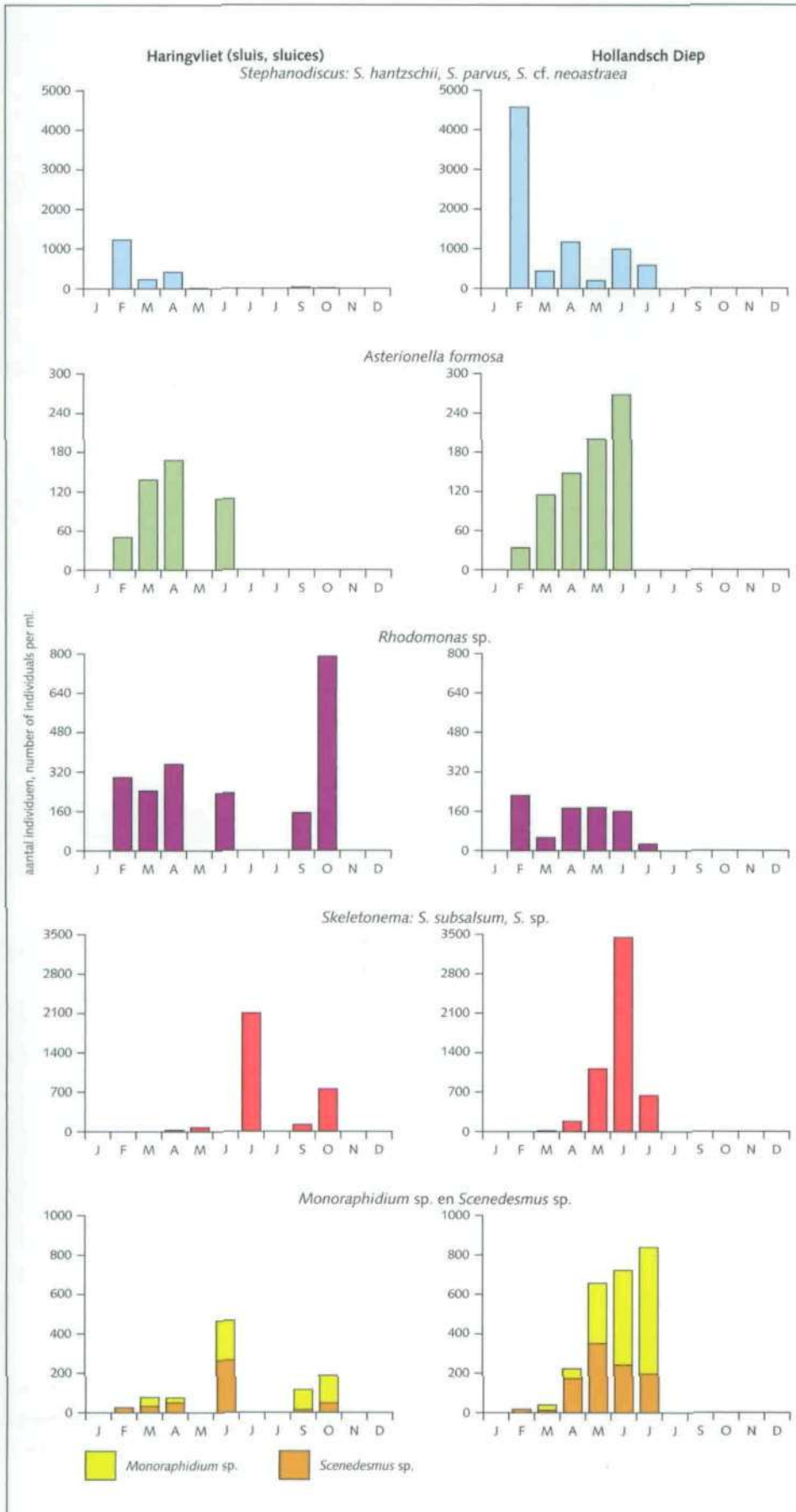
in het Hollandsch Diep zit hier tussenin, maar te Haringvliet is de bijdrage van kiezelwieren in de zomer meestal aanzienlijk lager, ook in absolute dichtheden (fig. 14, 15). Relatief talrijk zijn hier vertegenwoordigers van de groep overige algen, waaronder flagellaten en soms blauwwieren. De lage abundanties van de groep kiezelalgen zijn vermoedelijk het gevolg van begrazing in combinatie met een stagnering van de groei door de lage gehalten aan silicaat in de zomermaanden. Sedimentatie van rivierplankton

tijdens periodes met een lage afvoer is denkbaar, maar vooralsnog moeilijk te beoordelen.

#### siliciumtekort

Kiezelwieren hebben silicaat nodig voor de opbouw van hun schaalte. Door een tekort aan silicium stagneert niet alleen de groei, maar neemt ook de zinksnelheid toe [23]. Tijdens de voorjaarsbloei van kiezelwieren daalt het siliciumgehalte in de rivieren tot minimale waarden.



**Figuur 15**

Dichtheid van de meest talrijke algen in het Haringvliet en Hollandsch Diep, in 1994. Begrazing veroorzaakt waarschijnlijk de verschillen in dichtheid van een aantal belangrijke soorten.

Density of the most numerous species of algae in the Haringvliet and the Hollandsch Diep in 1994. Differences in the densities of a number of important species are probably caused by grazing.

In de Rijn kan hierdoor in mei de dichtheid van het kiezelwier *Skeletonema subsalsum* al vanaf Düsseldorf afnemen. In de rivieren neemt het siliciumgehalte in juni en juli wel weer toe, maar in het Haringvliet blijft het siliciumgehalte erg laag. In 1990 en 1991 was het siliciumgehalte in de periode mei-oktober gemiddeld slechts 0.2 mg Si/l, in 1994 gemiddeld 0.5 mg Si/l en gehalten beneden 0.1 mg Si/l zijn in deze maanden geen uitzondering (fig. 16). Bij *Asterionella formosa* (foto 7) ligt de grens waarbij siliciumgebrek optreedt tussen 0.18 en 0.48 mg Si/l [14]. Volgens Van Eck [20] kan de groei van kiezelwieren in het Haringvliet tot in de nazomer worden beperkt door silicium. Daarna zorgen hoge afvoeren voor een volledige verversing van het gehele bekken, waardoor het siliciumgehalte in korte tijd weer stijgt.

### begrazing

Ook begrazing speelt een rol als oorzaak van verschuivingen in de fytoplanktensamenstelling in de benedenloop van Rijn en Maas. De lage dichtheden van *Stephanodiscus* te Haringvlietssluis in maart-april 1994 (fig. 15) zijn vermoedelijk deels een gevolg van begrazing door larven van roeipootkreeften, ciliaten en de amoëbe *Asterocaelum algophilum* [7]. De dichtheid van de ciliaat *Strobilidium caudatum* in de Maas te Keizersveer, is in maart 1992 geschat op 35 individuen per ml. De meeste individuen (85 %) hadden 2 tot 4 cellen van het kiezelwier *Stephanodiscus hantzschii* opgegeten, op dat moment de meest talrijke fytoplanktonsoort [5]. De soort *Asterionella formosa*, die minder onderhevig is aan begrazing [18], vertoont in het voorjaar wat hogere dichtheden in het Haringvliet, maar in juni is de situatie omgekeerd, met hogere

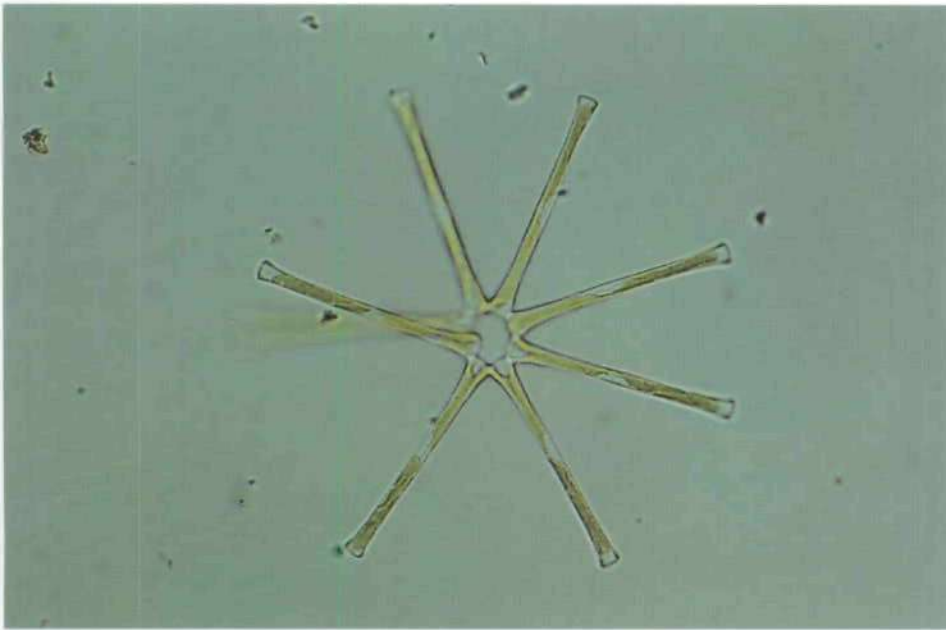


Foto 7

De diatomee *Asterionella formosa* was in het begin van de eeuw een belangrijke soort in het fytoplankton van Rijn en Maas en is momenteel wat op de achtergrond gedrongen door de talrijkere kiezelwieren *Stephanodiscus hantzschii* en *Skeletonema subsalsum*. De twee laatstgenoemde soorten groeien harder in eutrofe tot hypereutrofe wateren, terwijl het ecologisch optimum van *A. formosa* in mesotrofe tot eutrofe wateren ligt. Siliciumgebrek treedt bij deze soort op bij een gehalte van 0.11-0.48 mg Si/l en leidt tot sterfte.

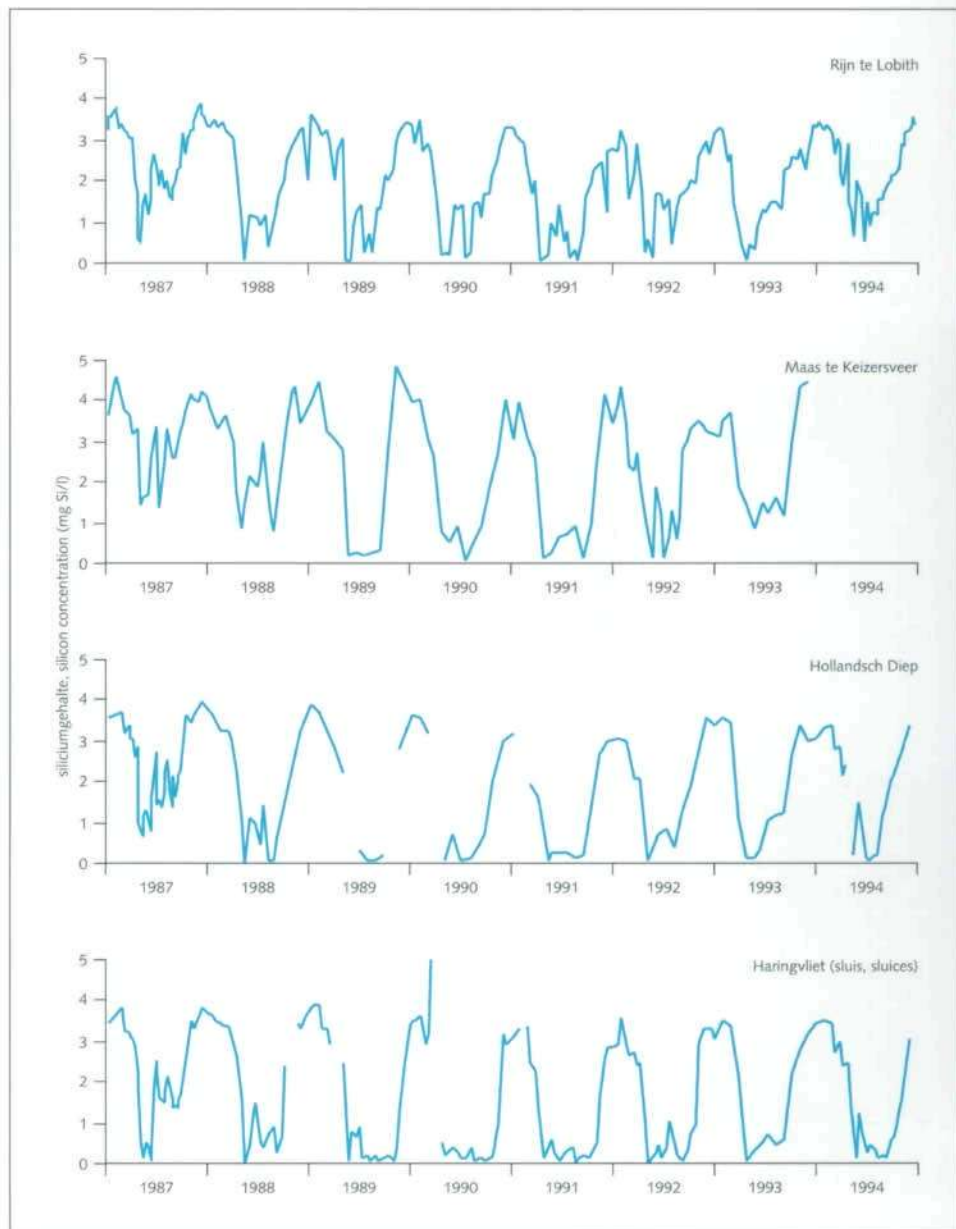
Figuur 16

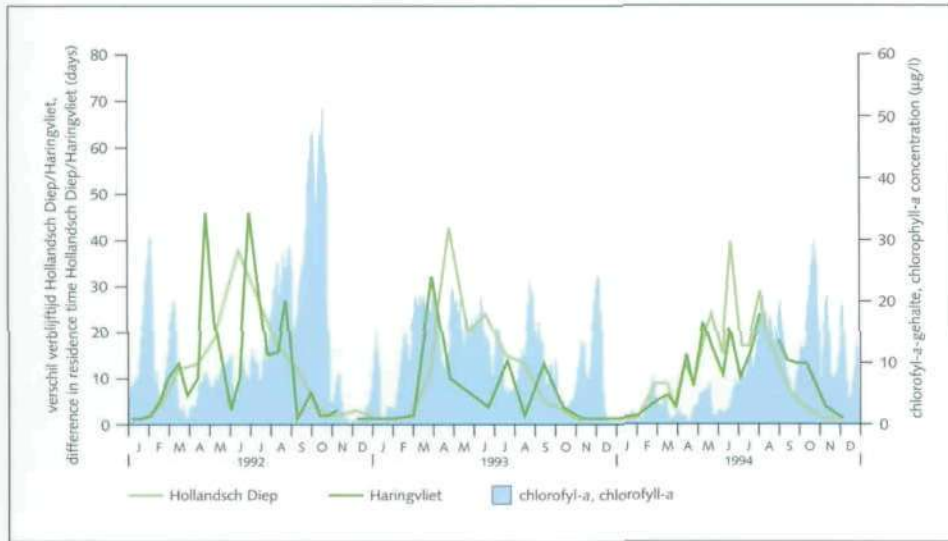
Verloop van het siliciumgehalte en afvoer in Rijn, Maas, Hollandsch Diep en Haringvliet, 1987-1994. In het Haringvliet blijft de concentratie van silicium in sommige jaren langdurig laag in de zomermaanden en is dan vermoedelijk beperkend voor de groei van kiezelwieren.

*Development of the silicon content and discharge in Rhine, Meuse, Hollandsch Diep and Haringvliet, 1987-1994. In the Haringvliet the concentration of silicon stays low for a considerable time during the summer months of some years and probably limits the growth of diatoms.*

dichtheden in het Hollandsch Diep. Ook de diatomee *Skeletonema subsalsum*, die zich wat later in het voorjaar begint te ontwikkelen is in 1994 minder talrijk in het Haringvliet. De oorzaak is begrazing door watervlooien en roeipootkreeften, die juist in deze periode een relatief hoge dichtheid bereiken in het Haringvliet (hoofdstuk 5).

Deze graasdruk komt in 1994 ook tot uiting in de gehalten chlorofyl-*a* die in het Haringvliet in mei-juli wat lager zijn dan in het Hollandsch Diep (fig. 17). Op beide locaties doet zich in juni een kortstondige piek in het chlorofyl-*a* voor, die samenvalt met een dal in de dichtheid van dit grotere zoöplankton. Door siliciumgebrek is de groei van kiezelwieren in deze periode vermoedelijk onvoldoende om het verlies door





**Figuur 17**

Verloop van het chlorofyl-a in Hollandsch Diep en Haringvliet en het verschil in verblijftijd tussen Hollandsch Diep en Haringvliet, 1992-1994. Het verloop van het chlorofyl-a in het Haringvliet lijkt sterk op het verloop in het Hollandsch Diep wanneer het verschil in verblijftijd klein is (voorjaar 1994). Als het verschil in verblijftijd groter is ontstaat een verschil in dynamiek.

*Development of chlorophyll-a in the Hollandsch Diep and the Haringvliet and the difference in residence time between Hollandsch Diep and Haringvliet, 1992-1994. The way chlorophyll-a develops in the Haringvliet is very similar to the development in the Hollandsch Diep, when the difference in residence time is small (spring 1994). If the difference in residence time is bigger, differences in dynamics arise.*



**Foto 8**

*Rhodomonas minuta* var. *nannoplantica* is een kleine flagellaat uit de klasse Cryptophyceae. Deze algen hebben een hoge groeisnelheid en reageren snel op verbeteringen in het voedselaanbod of het lichtklimaat. Zelf vormen ze een goede voedselbron voor watervlooien. In het Hollandsch Diep en het Haringvliet behoren zij tot de meest talrijke algensoorten.

begrazing te compenseren.

Flagellaten en blauwwieren hebben geen silicium nodig, met uitzondering van flagellaten uit de groep goudwieren. Bovendien kunnen zij zich aan eventuele sedimentatie tijdens toenemende verblijftijden onttrekken, door hun vermogen tot actieve migratie. Van beide groepen neemt in juli-september 1994 de relatieve abundantie sterk toe ten koste van kiezelwieren (fig. 14).

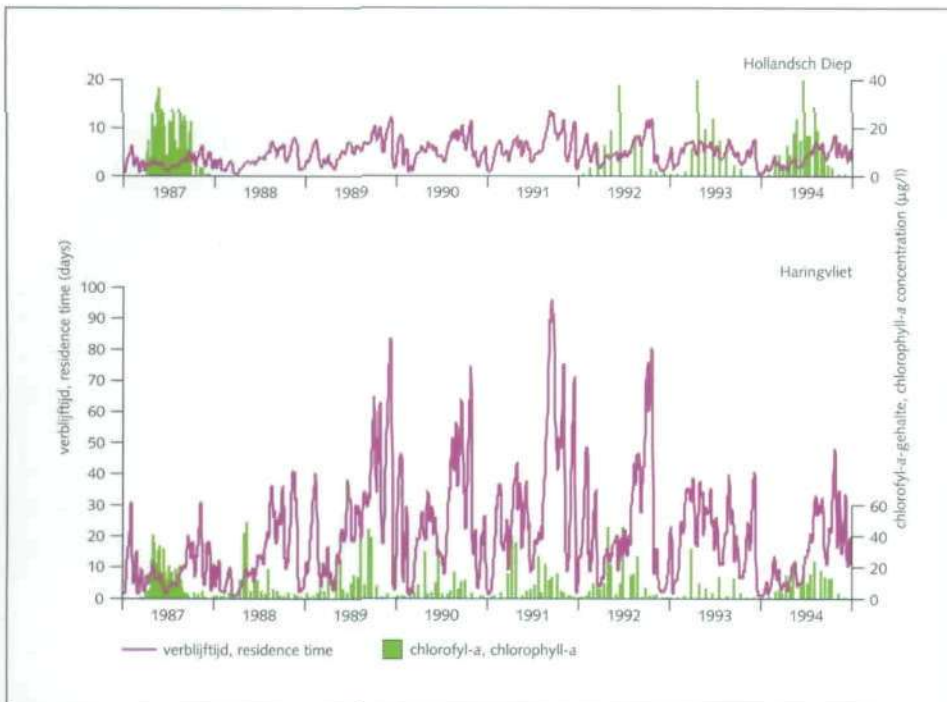
De flagellaten in het Hollandsch Diep en Haringvliet zijn voor een groot deel cryptofyceën, met als meest talrijke soort *Rhodomonas minuta* (foto 8). Deze kleine flagellaten zijn snelle groeiers waardoor de populatiedichtheden ook

bij kortere verblijftijden snel kunnen toenemen als het voedselaanbod of het lichtklimaat verbetert. Ook in 1988 nam de dichtheid van flagellaten toe op het traject Hollandsch Diep - Haringvlietsluis.

Kleine flagellaten vormen echter een uitstekende voedselbron voor uiteenlopende soorten zoöplankton (hoofdstuk 5). Blauwwieren zijn meestal langzamere groeiers, maar bij langere verblijftijden in het voordeel door hun relatieve resistentie tegen begrazing. In augustus-september 1994 was het draadvormige blauwwier *Aphanizomenon* aanwezig te Haringvlietsluis, met enkele honderden individuen per ml.

### afvoer en dynamiek

De verblijftijd van het water heeft een belangrijke invloed op de dynamiek van het plankton in het benedenrivierengebied. Bij een hoge afvoer ( $> 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ) zoals in de eerste helft van 1994, is de verblijftijd in het Haringvliet maar weinig hoger dan in het Hollandsch Diep en is het verloop van het gehalte chlorofyl-a op beide locaties overeenkomstig (fig. 17). De lagere gehalten in mei en juli te Haringvlietsluis ontstaan door begrazing. Bij een lagere afvoer ( $< 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ ), zoals in de eerste helft van 1992 en 1993, is de verblijftijd in het Haringvliet al gauw 10 tot 30



**Figuur 18**

Verblijftijd van het water en chlorofyl-a in het Hollandsch Diep en Haringvliet, 1987-1994. De verblijftijd in het Haringvliet kan op een korte termijn sterk fluctueren, maar heeft op het eerste gezicht geen duidelijke relatie met het chlorofyl-a.

*Residence time of water and chlorophyll-a in the Hollandsch Diep and the Haringvliet, 1987-1994. The residence time in the Haringvliet may fluctuate strongly in the short term, but on the face of it there is no clear relation to chlorophyll-a.*

dagen groter dan in het Hollandsch Diep. Onder deze omstandigheden is het verloop van chlorofyl-a tussen beide locaties sterk verschillend (fig. 17). In het voorjaar en de voorzomer profiteren flagellaten van de toegenomen verblijftijd, en in augustus en september blauwwieren (fig. 14).

De verblijftijd wordt in hoofdzaak bepaald door de afvoer van de Rijn. In het Hollandsch Diep varieert de verblijftijd tussen 0.4 dag bij hoge afvoer tot 10 dagen bij lage afvoer, in het Haringvliet tussen 0.8 en 60 (hoofdstuk 1). Met behulp van een regressiemodel zijn de verblijftijden berekend uit de dagelijkse metingen van de afvoer van de Rijn te Lobith. De verblijftijd in het Haringvliet kan binnen enkele weken sterk fluctueren (fig. 18). Dit impliceert dat het fytoplankton van het Haringvliet nooit de kenmerken zal krijgen van een gemeenschap kenmerkend voor een eutroof meer, met in de zomer autochtone populaties van *Microcystis* spp. en *Aphanizomenon* spp. Deze geslachten overwinteren op de waterbodem. In september / oktober vormen zij rustcellen die sedimenteren en in april / mei van het jaar daarop ontkiemen. In het Hollandsch Diep en Haringvliet zijn de condities vermoedelijk ontoereikend voor de ontwikkeling van voldoende 'zaadkapitaal' in de vorm van een grote hoeveelheid rustcellen. Immers, al in oktober kunnen hoge rivierafvoeren het hele Haringvliet dóórspoelen waarmee de blauwwierpopulaties worden weggespoeld. Daarbij komt dat populaties die zich vanuit ruststadia moeten ontwikkelen, al gauw drie maanden nodig hebben om in het plankton van betekenis te worden. De verblijftijd is hier in het Haringvliet te kort voor. Wel kunnen populaties van elders worden aangevoerd die hier in de zomer gelegenheid vinden om door te groeien. In de periode tussen 1918 en 1994 is de hoeveelheid blauwwieren in het benedenrivierengebied wel toegenomen, volgens Peelen [15] door inspoeling vanuit geëutrofiëerde wateren in het stroomgebied.

Een andere consequentie van een lagere afvoer is de daling van de stroomsnelheid, waardoor sedimentatie van het rivierfytoplankton kan optreden. Dit rivierplankton bestaat overwegend uit kiezelwieren die een zekere mate van turbulentie nodig hebben om zich in het plankton te kunnen handhaven.

## Bodemalgen

Een rivier is een systeem waarin van bovenloop tot benedenloop een continue gradiënt heerst van milieucondities, waarbij op elke plaats een levensgemeenschap ontstaat die is aangepast aan de meest waarschijnlijke of gemiddelde set van condities [21]. Het surplus aan organisch materiaal dat in de bovenloop wordt geproduceerd, wordt in de benedenloop efficiënt geconsumeerd door bodemfauna. Dit model geldt voor de bodemfauna in de hoofdgeul van het Hollandsch Diep en Haringvliet, waar driehoeksmosselen en andere bodemdieren leven van het uitzakende rivierplankton. Op de tweemaal daags droogvallende platen in het Haringvliet ontwikkelt zich echter een bodemfauna die leeft van lokaal geproduceerd organisch materiaal, namelijk bodemalgen. Op de hoogste delen van de Ventjagersplaten, die gemiddeld 58 % van de tijd droogvallen [16] ligt het gehalte chlorofyl-a het gehele jaar tussen 100 en 350 mg/m<sup>2</sup> [3]. Deze gehalten zijn even hoog als op droogvallende platen in de Waddenzee. Ter vergelijking: het chlorofyl-a in de geul van het Haringvliet, geïntegreerd over de waterkolom van 5 m, ligt tussen 10 en 250 mg/m<sup>2</sup>. Op de platen worden de hoogste gehalten chlorofyl-a gemeten in april, maar ook in december kan de algenbiomassa relatief hoog zijn. Muggelaren zijn de eerste die van dit hoge voedselaanbod profiteren. De muggelaren zelf

worden gegeten door steltlopers en eenden [10].

In het winterhalfjaar zijn kiezelwieren algemeen onder de bodemalgen: in het voorjaar kleinere soorten als *Navicula capitata* en *Navicula salinarum*, in het najaar grotere soorten als *Navicula cuspidata* en *Gyrosigma* sp. In de zomermaanden neemt de biomassa van kiezelwieren af en kleuren de platen groen door de ontwikkeling van de sialg *Closterium acerorum*. Ook deze grote alg (tot 0.8 mm lang), wordt door muggelaren gegeten. Daarnaast komen groenwieren voor die ook in het plankton opduiken, bijvoorbeeld *Pediastrum boryanum*, met dichtheden tot enkele duizenden kolonies per cm<sup>2</sup> (in het plankton zitten hoogstens enkele tientallen kolonies per cm<sup>3</sup>). Deze *Pediastrum* lijkt voor muggelaren echter onverteerbaar te zijn, door zijn stevige cellulosewand.

Op het beschutte deel van de Ventjagersplaten kunnen in sommige zomers ophopingen ontstaan van het Watermetje, een groenwier dat omvangrijke netvormige kolonies vormt en zich ontwikkelt in de overzonne van stilstaande of langzaam stromende wateren. Onder deze ophopingen wordt het sediment zuurstofloos, wat tot vertrek of sterfte van de aanwezige bodemfauna zal leiden. Ook dit verschijnsel kan men terugvinden op platen in de Waddenzee, alleen gaat het dan om bulten Darmwier.

### zinkende kiezelwieren

De stroomsnelheid in het Hollandsch Diep en Haringvliet varieert van omstreeks 0.05 m/s bij een lage Rijnafvoer tot 1 m/s bij een hoge. Kiezelwieren zinken 3 tot 16 maal sneller dan algen met vergelijkbare afmetingen uit andere groepen [17]. Bij stagnering van de groei (siliciumgebrek, parasitisme) kan de sedimentatiesnelheid met nog eens een factor 2 tot 6 toenemen. Gemiddelde sedimentatiesnelheden van kiezelwieren als *Asterionella formosa* en *Aulocoseira granulata* bedragen 0.5-1 m per dag in de eufotische zone tot omstreeks 8 m per dag in het hypolimnion [17]. Bij een zuiver laminaire stroming (zonder turbulentie) zou voor 4 m uitzakking van een actief groeiende populatie 4 tot 8 dagen nodig zijn. Bij een stroomsnelheid van 0.05 m/s zou in dit tijdsbestek een afstand worden afgelegd van 17 tot 34 km. De afstand Moerdijkbrug-Haringvlietsluis bedraagt omstreeks 45 km, zodat een sedimentatie van kiezelwieren op dit traject denkbaar is bij dergelijke lage stroomsnelheden. Als door siliciumgebrek de groei stagneert en de zinksnelheden toenemen, zou sedimentatie op dit traject ook bij hogere stroomsnelheden van 0.2-0.5 m/s kunnen optreden.

In 1987 is onderzoek gedaan naar de invloed van lage stroomsnelheden op de sedimentatie van kiezelwieren. Echter, omdat op alle bemonsteringsdata de afvoer toen vrij hoog was, konden geen conclusies worden getrokken.

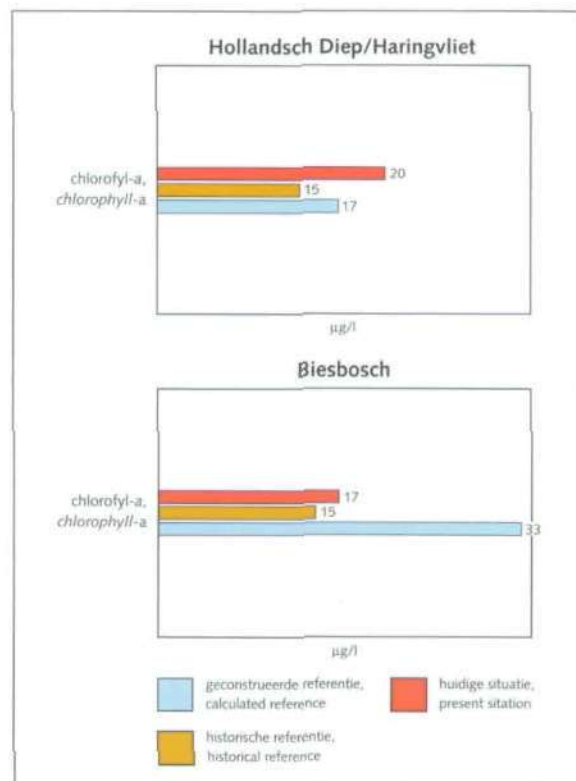
### Ontwikkelingen en trends

Aan het begin van deze eeuw domineren de kiezelwieren *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria crotonensis* en vermoedelijk *Aulocoseira subarctica* of *A. ambigua* (uit de oorspronkelijke naamgeving kan dit niet worden afgeleid) het fytoplankton van de Rijn [9]. Daarnaast komt het blauwwier *Planktothrix rubescens* voor die vanuit het Bodenmeer en andere geëutrofeerde meren inspoelt. Ook in het Nederlandse deel van de Rijn zijn dit in 1916 belangrijke soorten, met daarnaast de kiezelwieren *Stephanodiscus* groep *neoastraea* en *Fragilaria*

*ulna* var. *acus* [15]. De genoemde kiezelwieren wijzen op een zoet tot zwak brak, mesotroof tot eutroof milieu. Groenwieren zijn schaars met uitzondering van *Actinastrum hantzschii* [15]. Ten opzichte van 1918 lijken in het benedenrivierengebied vooral de abundantie en soortenrijkdom van groenwieren gestegen te zijn en de abundantie van de blauwwieren *Aphanizomenon* en *Microcystis* [5,15]. Belangrijker echter zijn de veranderingen in de kiezelwierengemeenschap. Met de stijging van het fosfaatgehalte is een sterke toename opgetreden van de dichtheid van *Stephanodiscus hantzschii* en *Cyclotella meneghiniana*, die in zeer eutrofe omstandigheden voorkomen. Vermoedelijk komen deze twee soorten sinds de vijftiger jaren voor [22]. Daarnaast zijn de kiezelwieren *Skeletonema subsalsum* en *Skeletonema potamos* deel gaan uitmaken van het Rijnplankton. De toename van deze soorten in diverse wateren over de wereld is in verband gebracht met een stijging van het zoutgehalte in combinatie met eutrofiëring [12]. Vermoedelijk zijn deze soorten toegenomen sinds eind zestiger jaren en in eerste instantie over het hoofd gezien of als groenwierdraad geïdentificeerd. In de Rijn neemt het chloridegehalte toe van 35 mg Cl<sup>-</sup>/l in

1880 tot 250 mg Cl<sup>-</sup>/l in 1971 [15]. Het mediane gehalte ligt de laatste jaren tussen 160 en 190 mg Cl<sup>-</sup>/l (hfdst. 2 fig. 4). Het chloridegehalte in de Maas is toegenomen van gemiddeld 20 mg Cl<sup>-</sup>/l in 1960 tot 60 mg Cl<sup>-</sup>/l in 1990 [6]. In beide rivieren kunnen grote fluctuaties optreden. In de Maas treden gehalten op van 211 mg Cl<sup>-</sup>/l, een gehalte dat vergelijkbaar is met Rijngehalten. Met afnemende eutrofiëring zal de abundantie van *Skeletonema*, *Stephanodiscus* en *Cyclotella* afnemen. De oorspronkelijke, meer mesotrofe soorten (pennate kiezelwieren en grote centrale diatomeeën) zijn nog steeds aanwezig, maar worden in de huidige gemeenschap volledig overschaduwd. Het gehalte chlorofyl-*a* te Haringvlietsluis vertoont over de periode 1987-1994 een dalende trend van gemiddeld 12 tot 9 µg Chl<sub>a</sub>/l. Vergelijken met de periode 1976-1985 is er geen duidelijk verschil in het verloop van de zomergemiddelde gehalten (fig. 10). Van het Hollandsch Diep zijn nog te weinig gegevens beschikbaar voor trendanalyses.

Het zomergemiddelde doorzicht laat in het Hollandsch Diep een afname zien, vermoedelijk door variaties tussen droge en nattere jaren.



**Figuur 19**

Doelvariabelen voor fytoplankton: geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie. Target variables for phytoplankton: calculated and historical reference relative to the present situation.

## AMOEBE

Het zomergemiddelde gehalte chlorofyl-*a* geeft een indicatie van de biomassa-ontwikkeling van planktonalgen in het groeiseizoen. Deze parameter speelt daarom een belangrijke rol in de waterkwaliteitsbeoordeling en is opgenomen als doelvariabele in de AMOEBE van het Hollandsch Diep en Haringvliet. Sinds 1987 zijn de zomergemiddeldes in dit gebied niet toegenomen. In het Haringvliet ligt het gehalte van 1987-1994 rond de historische referentie (tabel 1). In het Hollandsch Diep ligt het gehalte iets hoger tussen de historische en de geconstrueerde referentie in. De gehalten voldoen ruimschoots aan de norm voor de basiskwaliteit en het gehalte chlorofyl-*a* vormt in het Hollandsch Diep en Haringvliet geen probleem.

## Conclusies

De hoeveelheid fytoplankton, gemeten als het gehalte chlorofyl-*a*, is in het Hollandsch Diep en Haringvliet gemiddeld lager dan op stroomopwaarts gelegen locaties in de Rijn (Lobith) en de Maas (Eijsden). Dit komt vooral door de veel lagere pieken. Al vóór het Hollandsch Diep zijn de gehalten in de Maas te Keizersveer aanmerkelijk gedaald.

In het Hollandsch Diep en Haringvliet treedt een toename op van de bijdrage van flagellaten (met name cryptofyceen), ten koste van de kiezelwieren uit het rivierplankton. Oorzaken zijn begrazing in combinatie met een stagnerende groei en sterfte door siliciumgebrek en vermoedelijk sedimentatie. In de zomer, bij lage afvoeren, kan de bijdrage van blauwwieren belangrijk worden.

De afvoer is een belangrijke oorzaak van verschillen tussen het fytoplankton in het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Bij afvoeren hoger dan ca. 2000 m<sup>3</sup>/s is het verloop van het gehalte chlorofyl-*a* op beide locaties overeenkomstig; bij lagere afvoeren (en daardoor hogere verblijftijden in het Haringvliet) ontstaan grote verschillen in het verloop van het chlorofyl-*a* en de globale samenstelling van het fytoplankton.

De zomergemiddelde waarden van het gehalte chlorofyl-*a* en het doorzicht voldoen in de periode 1987-1994 ruimschoots aan de grenswaarden voor de basiskwaliteit en liggen op het niveau van de referentiewaarden in de AMOEBE van het systeem.

## 5. Zoöplankton

Pina Dekker

**Zoöplankton is de verzamelnaam voor kleine dierlijke organismen in de waterkolom. De grootte kan variëren van ongeveer 6 micrometer tot enkele millimeters. Als begrazers van algen en bacteriën spelen zoöplankton-organismen een belangrijke rol in het voedselweb. Zelf wordt het zoöplankton gegeten door (ander) zoöplankton, door macrofauna en door planktonetende vis.**

In de benedenloop van rivieren zijn vooral raderdieren talrijk. Raderdieren zijn snelle groeiers die in verhouding goed bestand zijn tegen stromend water. Naarmate de stroomsnelheid lager wordt en de verblijftijd van het water toeneemt, wordt het aandeel van groter zoöplankton als roeipootkreeften en watervlooien belangrijker. Deze dieren zijn door hun fourageerwijze en meer gecontroleerde 'zwemstijl' afhankelijk van wat rustiger water. Als de stroomsnelheid laag is, worden het voor raderdieren gevaarlijke voedsel-concurrenten, want door hun grotere afmeting zijn het effectievere grazers. Bovendien kan het grotere zoöplankton raderdieren opeten of beschadigen. Hierdoor neemt bij een toename van groter zoöplankton het aantal raderdieren over het algemeen af.

De soorten die in het zoöplankton van rivieren worden gevonden zijn ook algemene soorten van meren en plassen in het omringende stroomgebied. Enerzijds fungeren bovenstrooms gelegen wateren als belangrijke aanvoerbron van rivier-zoöplankton, anderzijds zijn soorten die zich in een rivier weten te handhaven vaak ook succesvol in ondiepe en troebele meren. In Hollandsch Diep en Haringvliet zijn turbulentie en zwevend stof bepalende omgevingsfactoren voor de ontwikkeling van zoöplankton.

Naast de genoemde groepen kunnen ook ciliaten, flagellaten en amoeben een rol spelen als begrazers van kleine algen en bacteriën. Deze groepen zijn lastiger te kwantificeren dan raderdieren en watervlooien. Veel soorten zijn kleiner dan de maaswijdte van zoöplanktongaas en zouden in aparte ongefiltreerde monsters moeten worden geteld. Dit draagt ertoe bij dat in veel gevallen van onderzoek naar deze groepen wordt afgezien.

In zoöplanktonmonsters afkomstig uit meren of rivieren worden regelmatig hoge aantallen larven van Driehoeksmossel aangetroffen. Hoewel

ze gezien hun afmeting en levenswijze wel tot het zoöplankton behoren worden ze niet altijd geteld bij zoöplanktonanalyses.

### Resultaten

#### Haringvliet en Hollandsch Diep

Als onderdeel van het MWTL-programma is in 1994 het zoöplankton in het Hollandsch Diep en het Haringvliet bemonsterd. De monsterlocaties zijn Hollandsch Diep bij Bovensluis en Haringvliet bij de Haringvlietsluizen. Op deze punten is gedurende het grootste deel van 1994 om de twee weken een monster genomen. Hierbij is het zoöplankton geconcentreerd door filtratie over 50 µm.

In deze monsters zijn door middel van microscopische analyse de aantallen per liter bepaald van raderdieren, roeipootkreeften en watervlooien. Het zoöplankton is twee maal per jaar tot op soort gedetermineerd, voor de overige monsters is bij de telling een globalere indeling gehanteerd. Overige groepen zoöplankton, zoals ciliaten, amoeben of larven van mosselen, worden binnen het monitoringsprogramma niet onderzocht.

Daarnaast is gebruik gemaakt van gegevens die in 1988 door het RIZA zijn verzameld in Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en de Maas bij Keizersveer. Naast de gebruikelijke groepen zijn hierbij ook ciliaten en schaalamoeben > 55 µm geteld.

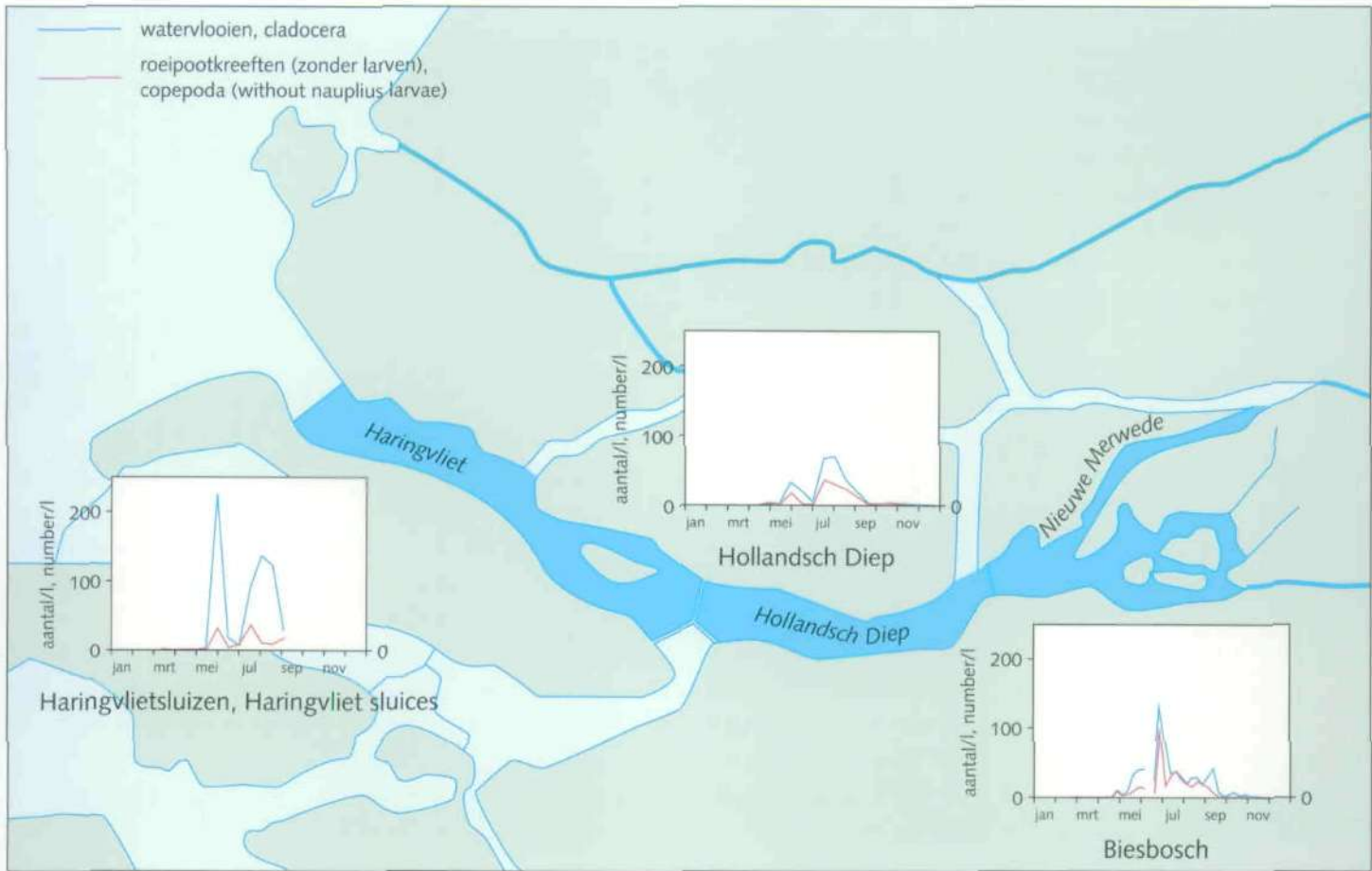
In 1994 is de dichtheid van watervlooien in het Haringvliet ongeveer even hoog als in het Volkerakmeer en het Ketelmeer [2,7]. In het Hollandsch Diep is de dichtheid lager (fig. 20). De dichtheid van roeipootkreeften en raderdieren is zowel in Haringvliet als Hollandsch Diep relatief laag (fig. 21).

Een opvallend resultaat is dat de dichtheidspiek van watervlooien in mei voornamelijk uit *Bosmina* bestaat, en dat in juli *Daphnia* in aantal overheerst. Ook in 1988 treedt deze successie op, zodat we hier mogelijk te maken hebben met een regelmatig terugkerend verschijnsel. *Bosmina* wordt genoemd als meest algemene watervlo in rivieren [6]. Mogelijk hangt de dominantie van *Bosmina* in mei samen met de hogere waterafvoer in het voorjaar, waardoor het Haringvliet en Hollandsch Diep in deze periode meer een 'rivierkarakter' hebben. Een hoge afvoer gaat bovendien samen met een verhoogd gehalte aan zwevend stof, waarvoor *Bosmina* een hogere

#### Foto 9

*Bosmina longirostris* (lengte 400 µm, vergroting 150x) is een algemene watervlo in stromend water. In Haringvliet en Hollandsch Diep is *Bosmina* sp. het meest talrijk in het voorjaar, in de periode met een hoge waterafvoer. In de zomer is *Daphnia* de meest talrijke watervlo.





**Figuur 20 en 21**

Dichtheid van watervlooien, roeipootkreeften, raderdieren en larven van roeipootkreeften in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch in 1994. Door fluctuaties in de waterafvoer neemt de dichtheid van de verschillende groepen gelijktijdig toe en af. Watervlooien zijn door de hogere verblijftijd van het water het meest talrijk in het Haringvliet. De dichtheid van raderdieren is in het Hollandsch Diep relatief hoog. Waarschijnlijk profiteren deze dieren van de hoge stroomsnelheid en turbulentie, waar het grotere zoöplankton minder goed tegen bestand is.

The density of water fleas, copepods, rotifers and nauplius larvae in Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch during 1994. Due to fluctuations in the discharge of water the densities of the various groups increase and decrease simultaneously. Because the water lingers longer in the Haringvliet, water fleas are more abundant there. The density of rotifers is relatively high in the Hollandsch Diep. Probably, these creatures benefit from the high rate of flow and the concomitant turbulence, which the bigger zooplankton cannot cope with quite so well.

tolerantie bezit dan *Daphnia* [12].

De gemiddelde lengte en de dichtheid van *Daphnia* zijn in het Haringvliet hoger dan in het Hollandsch Diep (fig. 22). Waarschijnlijk biedt het Haringvliet door de langere verblijftijd van het water gunstiger omstandigheden voor de ontwikkeling van *Daphnia*. Er lijkt geen rol van betekenis te zijn weggelegd voor predatie door juveniele vis, wat vooral zou blijken uit een afname van de gemiddelde lengte en dichtheid van *Daphnia* vanaf juli. In het Haringvliet en Hollandsch Diep is eerder sprake van een toename van de dichtheid en, in het Haringvliet, ook van de gemiddelde lengte.

Een klein deel van de daphnia's in de monsters van 1994 is gedetermineerd tot op soort, *Daphnia*

*cucullata* wordt hierbij het meest frequent aangetroffen, daarnaast wordt incidenteel een exemplaar gevonden van het *D. hyalina/galeata*-complex. Juveniele daphnia's maken een belangrijk deel van de populatie uit. Tussen Haringvliet en Hollandsch Diep wordt geen verschil gevonden in het aandeel van de onderscheiden *Daphnia*-groepen.

De aangetroffen roeipootkreeften behoren voor het merendeel tot de orde van de Cyclopoidea. Deze zijn niet tot op soort gedetermineerd. Calanoidea komen regelmatig voor, maar steeds in lage aantallen. De belangrijkste soorten van deze orde zijn *Eurytemora affinis* en *Eudiaptomus* sp. In het Haringvliet zijn de aantallen van deze soorten in 1988 bij de Haringvlietssluzen duidelijk

hoger dan bij de Haringvlietbrug.

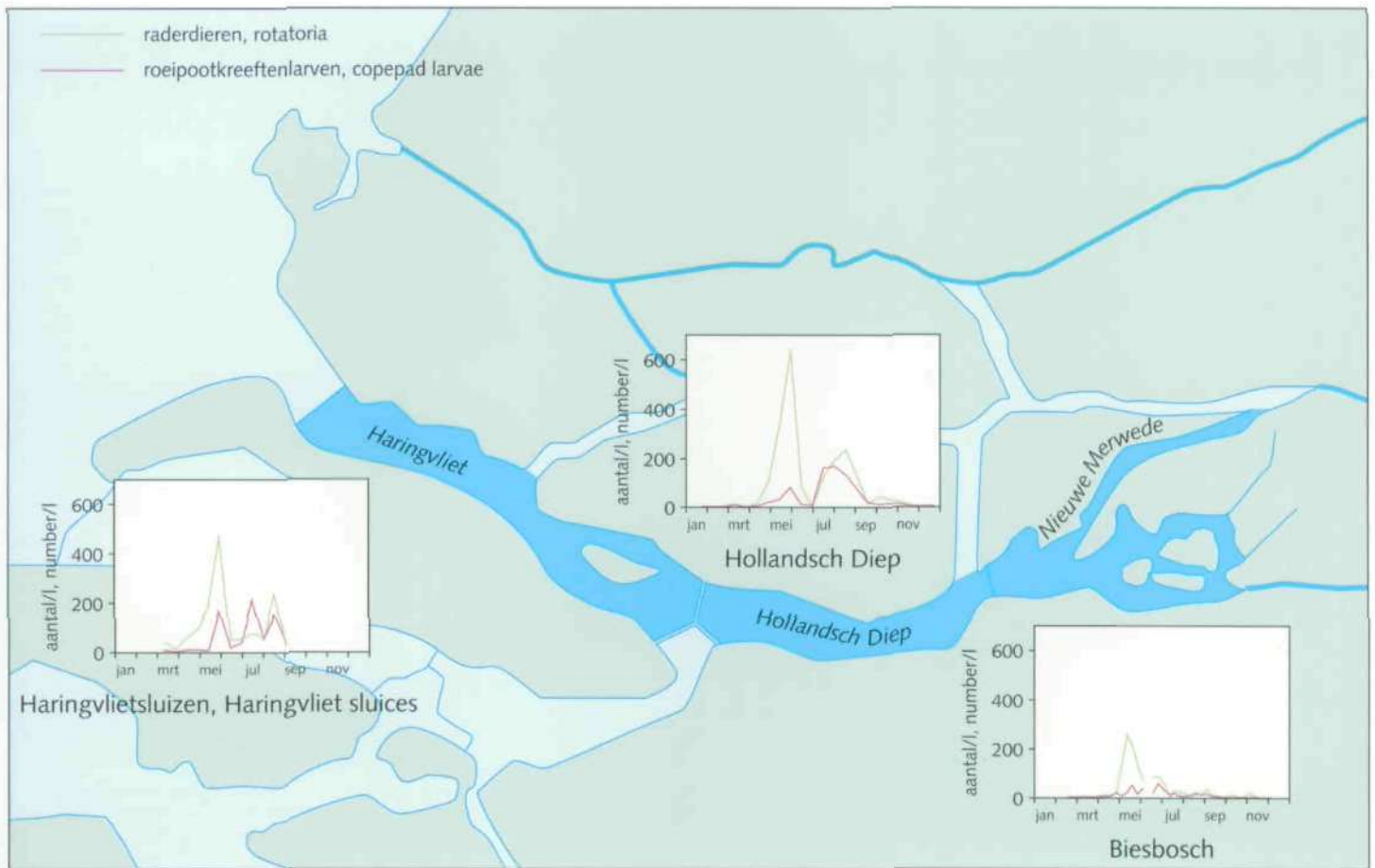
Dominante raderdieren in het Haringvliet zijn *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Brachionus angularis* en *Polyarthra* sp. In 1988 is naast deze soorten ook *Brachionus calyciflorus* algemeen.

Het Hollandsch Diep verschilt niet veel van het Haringvliet wat soortensamenstelling betreft. Wel worden duidelijk vaker *Brachionus calyciflorus* (1988, 1994) en raderdieren van het geslacht *Trichocerca* (1988) aangetroffen.

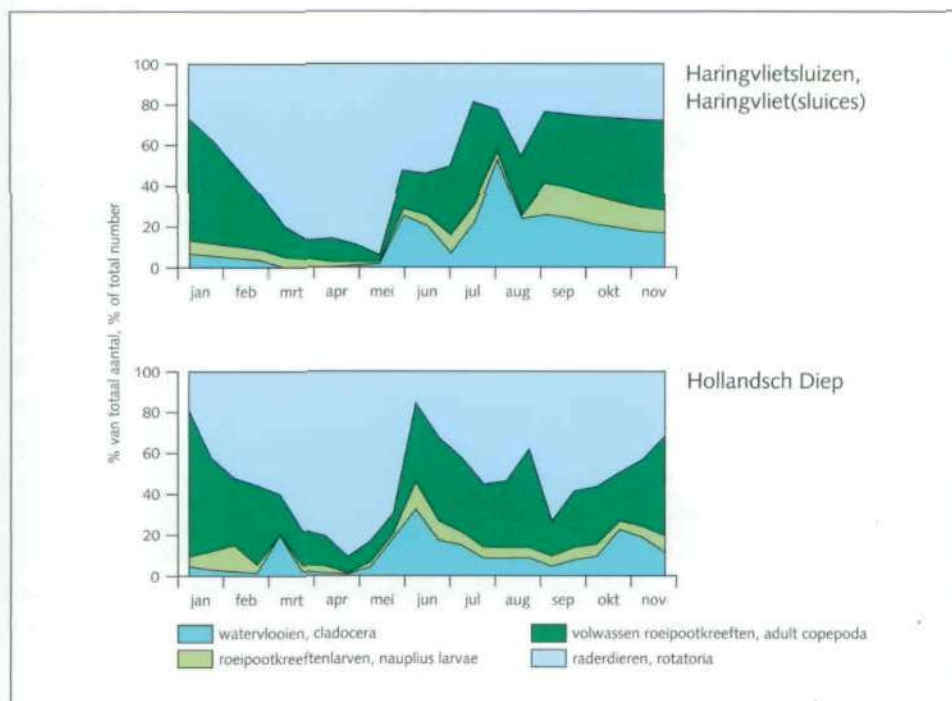
#### Stroomafwaarts verloop

De aanvoerende wateren de Nieuwe Merwede en de Maas hebben een wat rijkere soortensamenstelling van raderdieren dan het Hollandsch Diep en het Haringvliet, maar de dominante



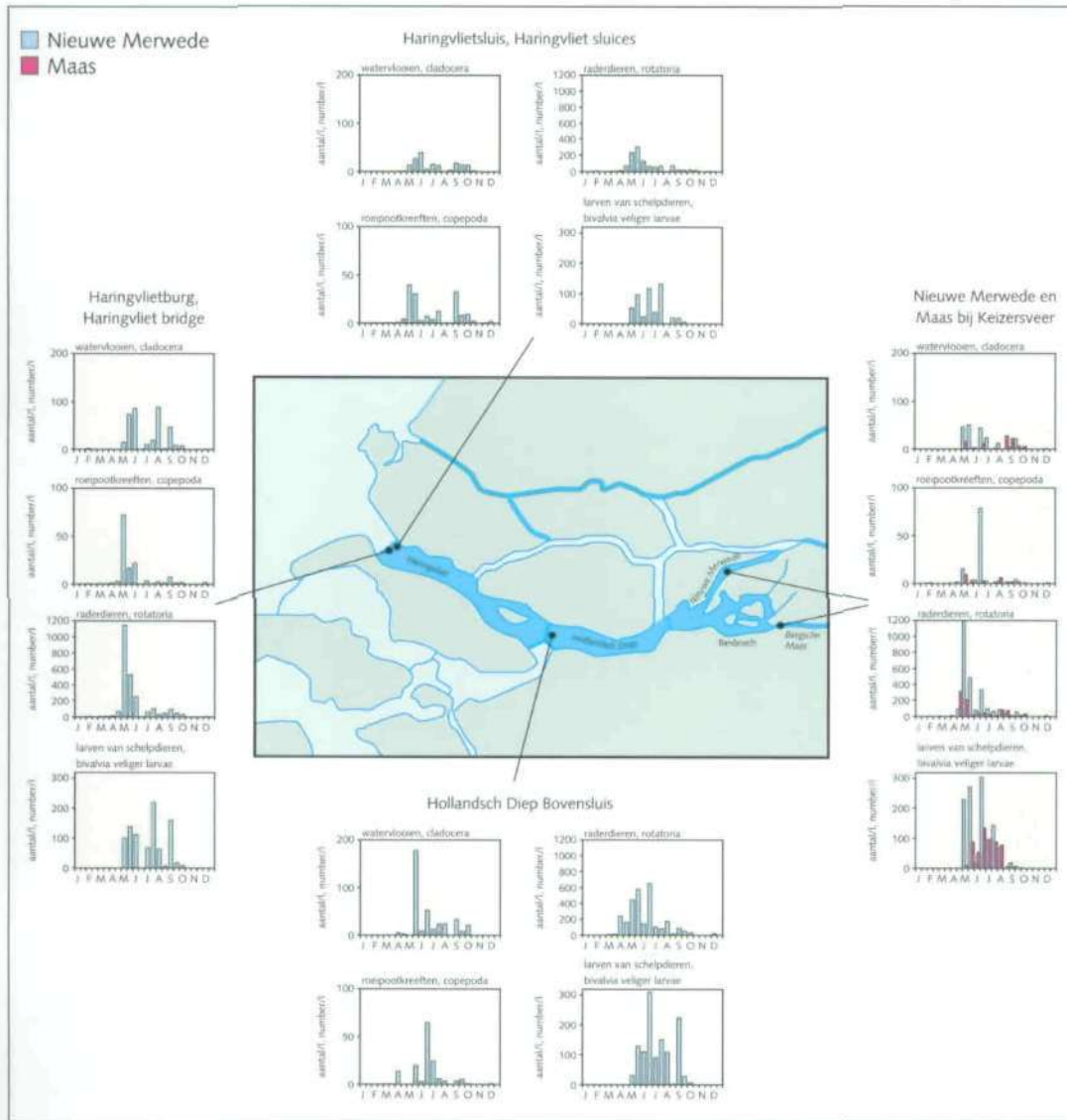


Figuur 21



Figuur 22

Relatieve abundantie van watervlooien, roeipootkreeften en hun larven en raderdieren in Hollandsch Diep en Haringvliet in 1994. In het voorjaar domineren raderdieren het zoöplankton. Vanaf mei neemt het aandeel van watervlooien en roeipootkreeften toe.  
Relative abundance of water fleas, copepods, nauplius larvae and rotifers in Hollandsch Diep and Haringvliet in 1994. Early in the year rotifers dominate the zooplankton. From May onward the proportion of water fleas and copepods increases.



**Figuur 23**

Dichtheidsverloop van waterflooiën, roeipootkreeften, raderdieren en larven van schelpdieren in het benedenrivierengebied in 1988. De dichtheid van waterflooiën is in 1988 bij de Haringvliet-sluis veel lager dan in 1994. Wat hiervan de oorzaak is, is niet duidelijk.

*Development in density of water fleas, copepods, rotifers and veliger larvae of Bivalvia in the down-river area in 1988. The density of water fleas at the Haringvliet-sluis was much lower in 1988 than in 1994. The cause is not clear.*

soorten zijn dezelfde (1988). Algemene waterflooiën zijn weer *Bosmina* sp. en *Daphnia* sp. Een opvallend verschil is dat calanoïde roeipootkreeften vrijwel niet worden aangetroffen.

In 1994 is stroomafwaarts, van Hollandsch Diep naar Haringvliet, een afname te zien in de dichtheid van raderdieren en een toename van de dichtheid van waterflooiën (fig. 20). Dit is, zoals opgemerkt in de inleiding, te verwachten in de benedenloop van een rivier. Er is echter geen toename van de dichtheid van roeipootkreeften (fig. 20). Wel neemt stroomafwaarts de dichtheid van calanoïde soorten toe. Vergeleken met cyclopoïden zijn calanoïden minder goed bestand tegen stromend water [6], wat een verklaring vormt voor de toename van deze groep in westelijke richting.

In 1988 zijn de dichtheden van waterflooiën bij de Haringvlietbrug en in het Hollandsch Diep juist hoger dan bij de Haringvliet-sluis (fig. 23). Wat hiervan de oorzaak is, is niet duidelijk. Het dichtheidsverloop in westelijke richting van raderdieren en roeipootkreeften (fig. 23) komt wel overeen met dat van 1994.

Een opvallend resultaat uit het onderzoek van 1988 is dat de dichtheid van de in de monsters aanwezige *Vorticella* en schaalmoeben stroomafwaarts sterk afneemt. In 1994 zijn deze groepen niet onderzocht. De hoogste dichtheden van deze groepen worden vooral aangetroffen in maart en april, voordat raderdieren of groter zoöplankton tot ontwikkeling is gekomen. Mogelijk voeden deze organismen zich met bacteriën die betrokken zijn bij de afbraak van in

het vroege voorjaar aangevoerde kiezelwieren (hoofdstuk 4 fig. 14). Een andere verklaring is dat ze bij grote rivierafvoeren vanuit natte oevergebieden in het water terechtgekomen zijn en dat er geen specifieke samenhang bestaat met het voedselaanbod in de rivier zelf.

De dichtheid van larven van Driehoeksmossel lijkt eveneens stroomafwaarts af te nemen (fig. 23). Driehoeksmosselen komen in grote aantallen voor aan weerskanten van de Haringvlietbrug (hoofdstuk 6 fig. 27), zodat daar of verder stroomafwaarts een relatief hoog aantal larven verwacht kan worden. Dit komt echter niet naar voren uit de gegevens uit 1988.

Een verklaring voor de in westelijke richting afnemende dichtheid zou kunnen zijn dat de larven die in hoger stroomopwaarts gelegen delen

## Begrazing door eencelligen

Andere organismen etende eencelligen als amoeben, ciliaten en flagellaten vormen het protozoöplankton, dat niet binnen het biologische-monitoringsprogramma valt. Het is al langer bekend dat protozoöplankton een belangrijke begrazer is van bacteriën [9]. Pas de laatste jaren zijn veel onderzoeksinspanningen gericht geweest op de verduidelijking van de rol van algen-etend protozoöplankton. Hieruit blijkt dat amoeben, kleine ciliaten en flagellaten  $\geq 15 \mu\text{m}$  in natuurlijke systemen ook belangrijke consumenten kunnen zijn van kleine algen en kiezelwieren [1,3].

Kleine ciliaten met een afmeting van minder dan  $35 \mu\text{m}$  komen in meren met de hoogste dichtheden voor. Van een aantal soorten is aangetoond dat ze kunnen groeien op diatomeeën, kleine cryptofyceeën, groenwieren en dinoflagellaten. Een voorbeeld uit deze groep is de ciliaat *Strobilidium* (foto 10). Dit geslacht is algemeen in verschillende watertypen. In de Maas bij Keizersveer zijn ze waargenomen met een dichtheid van 35 individuen per ml tijdens een voorjaarsbloei van de diatomee *Stephanodiscus hantschii* (hfdst. 4). Voor zover bekend, eten ciliaten geen blauwwieren. Bij enkele flagellaten is wel opname van blauwwieren geconstateerd, bijvoorbeeld van *Microcystis* en *Oscillatoria*. De biomassa van andere organismen etende flagellaten  $\geq 15 \mu\text{m}$  in meren is naar schatting ongeveer even groot als die van ciliaten.

Begrazing door amoeben lijkt vooral gedurende korte periodes van betekenis te zijn. Binnen enkele dagen kan de bijdrage van amoeben oplopen tot 50 % van de protozoën-biomassa. Sommige amoebe-soorten fourageren door algencellen aan te prikken en leeg te zuigen. Daardoor kunnen ze ook kolonievormende algen begrazen, een fytoplankton-groep die voor watervlooiën minder goed eetbaar is. In het Volkerak-Zoommeer heeft in 1992 begrazing door de schaalamoebe cf. *Diffugia* sp. waarschijnlijk een belangrijke rol gespeeld bij het verdwijnen van de juli-bloei van het ketenvormende kiezelwier *Skeletonema subsalsum*. Een voorbeeld van een in de Rijn talrijke schaalamoebe is *Asterocaelum algophilum*. Deze schaalamoebe omsluit voedselorganismen in hun geheel om ze vervolgens te verteren. De dichtheid van *Asterocaelum* in de Rijn kan oplopen van 10 tot 100 individuen per milliliter. Begrazing door amoeben grijpt meestal aan op een populatie van een bepaalde algensoort. Het effect ervan zal daarom in de eerste plaats merkbaar zijn als een verschuiving in soortensamenstelling en niet zozeer als een daling van de totale fytoplankton-dichtheid.

Een belangrijke factor die bijdraagt aan de relatieve schaarste aan onderzoek naar protozoöplankton is dat de groep lastig te kwantificeren is. Veel van de organismen zijn kleiner dan de maaswijdte van het planktongaas dat bij de bemonstering van zoöplankton wordt gebruikt, of raken al snel zo beschadigd dat ze niet meer in het monster terug te vinden of te determineren zijn. Voor de analyse van bepaalde groepen is een afzonderlijke bemonsteringsmethode of voorbehandeling vereist.



Foto 10

De ciliaat *Strobilidium* cf. *caudatum* (doorsnede  $43 \mu\text{m}$ , vergroting  $630\times$ ). In het exemplaar op de foto zijn twee cellen zichtbaar van de diatomee *Stephanodiscus hantschii*.

van de Rijn en de Maas geproduceerd worden zich in het Hollandsch Diep en Haringvliet op de bodem gaan vestigen en dat er in het gebied zelf (in 1988) weinig larven zijn geproduceerd.

In 1994 valt op dat in Haringvliet en Hollandsch Diep de dichtheden van raderdieren, watervlooiën en roeipootkreeften steeds gelijktijdig toe- en afnemen (fig. 20). De dichtheid van zoöplankton is in 1994 het hoogst in mei en juli/augustus (fig. 20). Ook de gehalten chlorofyl-*a* in het Haringvliet en Hollandsch Diep zijn dan relatief hoog (hoofdstuk 4 fig. 12). Deze hoge dichtheden van zowel zoö- als fytoplankton vallen samen met periodes van relatief lage Rijnafvoeren van

ongeveer  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Het lijkt erop dat fluctuaties in de wateraanvoer allereerst bepalend zijn voor het dichtheidsverloop van het zoöplankton.

### Seizoensinvloeden

Over het seizoen is sprake van een duidelijke op- en afvolging van zoöplankton-groepen (fig. 21). In het begin van het seizoen is de relatieve abundantie van raderdieren groot. Vanaf mei gaan watervlooiën en roeipootkreeften een belangrijkere rol spelen. Het relatieve aandeel van de roeipootkreeften is over het jaar vrij constant. In het Hollandsch Diep neemt het aandeel van de raderdieren in de nazomer weer toe.

In 1994 is een duidelijk negatief verband te zien tussen de dichtheid van de flagellaat *Rhodomonas* (hoofdstuk 4 fig. 15) en de voorjaars- en zomerpiek van zoöplankton (fig. 20). Blijkbaar wordt deze flagellaat tijdens hoge zoöplankton-dichtheden volledig weggegraasd. In juni is een periode van lage zoöplankton-dichtheden, in deze periode nemen in het Haringvliet naast de aantallen *Rhodomonas* ook *Skeletonema* en *Monoraphidium* toe. Hierop ontwikkelt zich de zoöplankton-piek van juli en augustus. Dit zomerzoöplankton, waarin *Daphnia* een belangrijke vertegenwoordiger is, reduceert het fytoplankton sterk. Dit geldt vooral voor het

Haringvliet, waar de dichtheid van watervlooien hoger is dan in het Hollandsch Diep. De toename van de gemiddelde lengte van *Daphnia* bij een afname van de aantallen (fig. 22) kan als aanwijzing voor voedselgebrek worden opgevat. Bij voedselgebrek sterven kleine en jonge daphnia's eerder dan grotere dieren, waardoor de gemiddelde lengte bij een afname van de dichtheid toeneemt [4,5,11].

Zoöplankton in het Haringvliet en Hollandsch Diep filtert bij een gemiddelde Rijnafoer van 2200 m<sup>3</sup> naar schatting een derde van het watervolume [10]. Bij deze berekeningen is gebruik gemaakt van een gemiddeld volume van zoöplankton en is op basis van verblijftijd het gefilterde watervolume berekend. Hierbij is geen rekening gehouden met de relatie tussen afvoer en zoöplanktondichtheid. Juist bij lage afvoeren is de dichtheid van fyto- en zoöplankton groot en daardoor ook het totale watervolume dat door het zoöplankton per tijdseenheid gefilterd wordt. Uit het hierboven geschetste begrazings-effect van zoöplankton kan worden afgeleid dat

in het Haringvliet het gefilterde volume in de zomermaanden van 1994 veel meer dan een derde van het volume moet zijn geweest.

#### Biesbosch

Van de Biesbosch zijn zoöplanktongegevens gebruikt van 1988 tot 1994 uit het Gat van de Kerk-sloot, een zij-arm van de Amer. Deze locatie ligt voor het inlaatpunt voor het spaarbekken De Gijster en is eenmaal per week bemonsterd. De gegevens zijn afkomstig uit onderzoek van het Waterwinningbedrijf Brabantsche Biesbosch.

De stroomsnelheid van het water dat uit de Amer de Biesbosch binnenkomt via het Gat van de Kerk-sloot neemt af. Dit geeft watervlooien en roeipootkreeften de kans om tot ontwikkeling te komen. In 1988 is de Nieuwe Merwede bij Inlaat de Gijster vergeleken met de Maas bij Keizersveer (8 km stroomopwaarts van het Gat van de Kerk-sloot). Vooral in de Nieuwe Merwede zijn hogere aantallen roeipootkreeften geteld (fig. 23, 24). Van watervlooien en raderdieren is een hogere piek gemeten, maar afgezien daarvan lopen

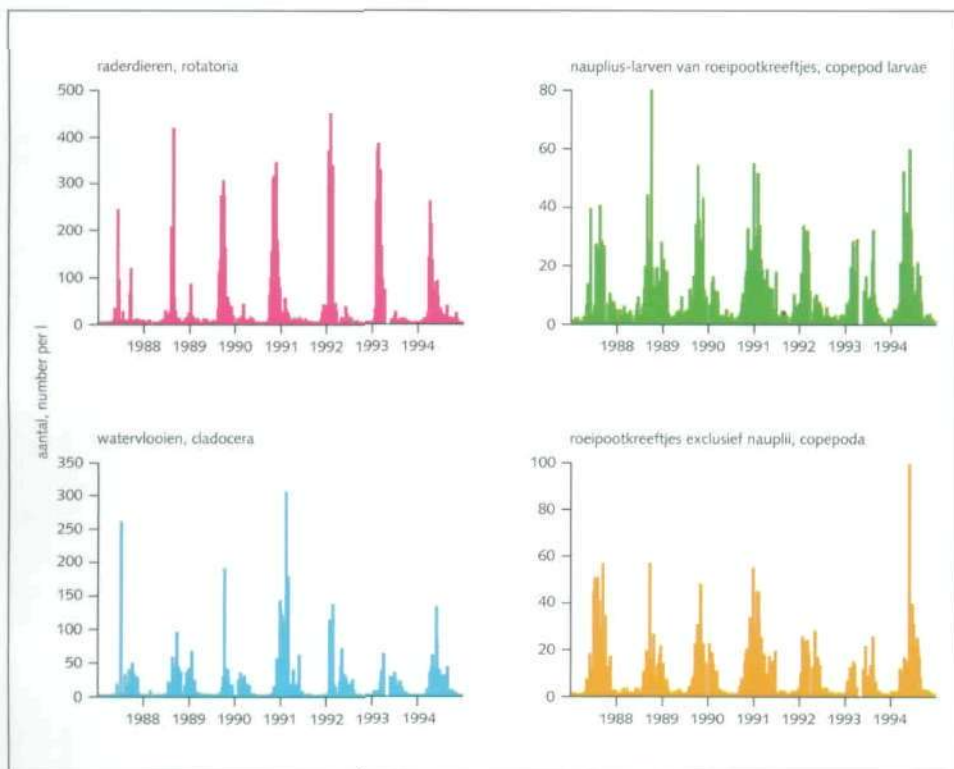
de aantallen niet erg uiteen (fig. 23, 24). Wat soortensamenstelling betreft, bestaat een duidelijke overeenkomst met de Maas bij Keizersveer in 1988 (en daarmee ook met de overige hier besproken wateren). Ook in het Gat van de Kerk-sloot zijn cyclopoiden de belangrijkste roeipootkreeften, al worden ook bijna wekelijks calanoïde roeipootkreeften van de familie Diaptomidae aangetroffen. *Eurytemora* wordt hier niet gevonden. In de Maas bij Keizersveer zijn in 1988 geen Diaptomidae gevonden, maar wel een enkel exemplaar van de calanoïde *Eurytemora affinis*.

Uit waarnemingen uit 1960 blijkt dat er een opvallend verschil in samenstelling was tussen het zoöplankton in de Amer (bij de Amercentrale) en de Nieuwe Merwede (bij de Kop van het Land). In de Amer werd veel *Eurytemora affinis*, *Daphnia* en de ciliaat *Epistylis rotans* aangetroffen, en in de Nieuwe Merwede veel hogere dichtheden van *Brachionus calyciflorus*. Als mogelijke oorzaken voor dit verschil worden de hogere stroomsnelheden en de sterkere verontreiniging van de Rijn genoemd. Het zoöplankton in de Brabantsche Biesbosch was (geïsoleerde delen uitgezonderd) een afspiegeling van het zoöplankton uit de Amer en Nieuwe Merwede, waarbij de rivier met de hoogste afvoer het meeste zoöplankton het gebied in voerde [8].

In 1988 is geen verschil aanwezig in het voorkomen van genoemde soorten tussen beide rivieren. *Brachionus calyciflorus* en *Daphnia* zijn in beide rivieren algemeen, *Eurytemora* wordt sporadisch aangetroffen en van *Epistylis* ontbreken waarnemingen in de soortenlijst van 1988.

## Ontwikkelingen en trends

Omdat alleen gegevens over dichtheden van zoöplankton beschikbaar zijn uit 1988 en 1994 is het niet goed mogelijk om uitspraken te doen over ontwikkelingen of trends over de afgelopen jaren in het Haringvliet en Hollandsch Diep. Ter vergelijking kunnen gegevensreeksen van andere locaties dienen, bijvoorbeeld van de Rijn, als belangrijke aanvoerbron van water (hoofdstuk 2). Het dichtheidsverloop van zoöplankton van 1987 tot 1991 bij Lobith is vrij constant [13].



Figuur 24

Dichtheidsverloop van zoöplankton in het Gat van de Kerk-sloot (Biesbosch) van 1988-1994. Het dichtheidsverloop van de weergegeven groepen lijkt van jaar tot jaar vrij constant te zijn.  
Development in density of zooplankton in the Gat van de Kerk-sloot 1988-1994. The development in density of the groups represented appears to be relatively constant year to year.

Hetzelfde geldt voor Inlaat de Gijster, die in open verbinding staat met de Amer, voor de periode 1988-1994 (fig. 24). Op grond hiervan zullen zich ook in het zoöplankton van Haringvliet en Hollandsch Diep geen opvallende veranderingen hebben voorgedaan.

## AMOEBE

In de AMOEBE voor Haringvliet, Hollandsch Diep en Brabantsche Biesbosch is geen zoöplankton opgenomen. Voor sommige meren in Nederland is in de AMOEBE voor zoöplankton een streefwaarde opgenomen voor de zomergemiddelde lengte van *Daphnia*. Gebruikelijk is

een streefwaarde van 1000  $\mu\text{m}$  (1 mm). Ter illustratie kunnen hier de zomergemiddelde lengtes van *Daphnia* in het Haringvliet en Hollandsch Diep worden vermeld: in 1994 bedragen deze 975  $\mu\text{m}$  in het Haringvliet en 710  $\mu\text{m}$  in het Hollandsch Diep. Voor het Haringvliet ligt deze waarde dus maar iets lager dan wat voor sommige meren wordt nagestreefd.

## Conclusies

In het Haringvliet is een omvangrijke zoöplanktonpopulatie aanwezig die door begrazing van het fytoplankton in voorjaar en zomer een grote invloed heeft op de dichtheid van het fytoplankton.

Uit het lengteverloop van de watervlo *Daphnia* in 1994 valt af te leiden dat een sturende invloed van plankton etende vis in het Haringvliet ontbreekt. In het Hollandsch Diep is de dichtheid en gemiddelde lengte van watervlooiën lager dan in het Haringvliet. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk de kortere verblijftijd van het water.

Zowel in het Hollandsch Diep als in het Haringvliet lijkt de ontwikkeling van *Daphnia* in het voorjaar te worden geremd ten gunste van *Bosmina*. Dit hangt waarschijnlijk samen met een hogere afvoer en hogere zwevend-stofgehalten in deze periode.



## 6. Macrofauna

Esti Reinhold-Dudok van Heel

**Macrofauna bestaat uit de met het blote oog zichtbare ongewervelde dieren die vrij leven of voorkomen in en op de waterbodem, op oever- en waterplanten, op dood hout en stenen in het water. De belangrijkste groepen in het Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch zijn wormen, muggenlarven en weekdieren. Voor het ecosysteem is de bodem bewonende macrofauna verreweg de belangrijkste groep. Aan vegetatie gebonden ongewervelden zijn veel minder sterk vertegenwoordigd door het beperkte voorkomen van waterplanten en in het water groeiende oeverplanten. De aan- of afwezigheid van ongewervelde diersoorten wordt vooral bepaald door de factoren stroming, waterdiepte, bodemtype en -kwaliteit en aanvoer van zwevend stof.**

Ten behoeve van de monitoring van macrofauna zijn verschillende ecotopen afzonderlijk bemonsterd. In diepe wateren wordt met een 'box-corer' sediment van de bodem gehaald, terwijl in ondiepe gebieden dieren in sediment en water met een handnet zijn verzameld. Hard substraat, zoals stenen en dood hout, is met de hand verzameld waarna de dieren ervan af zijn geborsteld. Al het materiaal is gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 500 mm. Alle macrofauna uit de monsters is (bij talrijk voorkomende groepen steekproefgewijs) zo mogelijk tot op soort gedeetermineerd en geteld. Van de waterbodemmonsters zijn bovendien sedimentanalyses uitgevoerd.

Naast de ecotoopbemonsteringen is een afzonderlijke bemonstering uitgevoerd ter inventarisatie van de Driehoeksmossel in het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Hiervoor worden met een Van Veen-happer op een groot aantal punten monsters van de waterbodem genomen waarvan de schelpdichtheid wordt vastgesteld. (tabel 3)

De in 1994 verzamelde gegevens lenen zich vooral voor een typering van de ecotopen aan de hand van macrofaunagemeenschappen en een vergelijking tussen de verschillende deelgebieden. In de toekomst zullen veranderingen die plaatsvinden in het voorkomen van de macrofaunagemeenschappen aan kunnen geven in hoeverre er veranderingen tussen de ecotopen optreden.

Foto 11

Bemonstering van sediment en macrofauna gebeurt op de diepere plaatsen met behulp van een box-corer.



ecotoop <i>ecotope</i>	Haringvliet	Hollandsch Diep	Biesbosch	bemonsteringswijze <i>sampling</i>
diep slibrijk fijn zand <i>profundal silty fine sand</i>	★	★		boxcorer, 5 punten <i>boxcorer, 5 sites</i>
diep slib <i>profundal silt</i>	★	★	★	boxcorer, 5 punten <i>boxcorer, 5 sites</i>
ondiep fijn zand <i>littoral fine sand</i>	★	★	★	handnet, variabel traject <i>hand net, varying site</i>
ondiep slibrijk fijn zand <i>littoral silty fine sand</i>	★	★		handnet, variabel traject <i>hand net, varying site</i>
ondiep dood hout <i>dead wood</i>			★	met de hand verzameld, ± 200 dieren <i>by hand, ± 200 ind.</i>
ondiep stenen in de oever <i>stones at the bank zone</i>	★	★		met de hand verzameld, 5 stenen <i>hand net, varying site</i>
ondiep oevervegetatie <i>littoral vegetation</i>	★	★		handnet, variabel traject <i>hand net, varying site</i>

Tabel 3

Bemonsterde ecotopen en bemonsteringsmethode in het najaar van 1994 in het noordelijke Delta gebied. ★ betekent dat er een bemonstering is geweest. De ecotopen diep fijn zand, ondiep slib en ondiep waterplanten zijn bij dit onderzoek niet bemonsterd.

*Sampled ecotope types and method of sampling in the autumn of 1994 in the northern Delta area. ★ indicates sampling. The ecotope types "profundal sand", "littoral silt" and "littoral macrophytes" were not sampled in this survey.*



Foto 12 Bemonstering van sediment en macrofauna in de oever met behulp van een handnet.

Figuur 25

Verspreiding van macrofauna-ecotopen in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch in het najaar van 1994. De kleuren in de geografische kaart geven aan waar de ecotopen liggen en corresponderen met de kleuren in de grafieken. De gekleurde delen in de grafieken geven de dominantie van het type substraat aan en waarnaar het ecotoop genoemd is. Om een voorbeeld te geven: de ecotoop 'ondiep fijn zand' in het Hollandsch Diep kan bestaan uit 83 % fijn zand, 7 % slib, 1 % organische stof en 9 % kalk, maar ook uit 35 % fijn zand, 50 % slib, 5 % org. stof en 10 % kalk. De ecotopen diep slib en ondiep fijn zand komen het meest voor.

The distribution of macroinvertebrate ecotopes in Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch in the autumn of 1994. The colours in the geographical map indicate the locations of the ecotopes; they correspond to the colours in the graphs. The coloured parts in the graphs indicate the dominance of the type of substrate and what the ecotope is named after. Example: the ecotope littoral fine sand in the Hollandsch Diep may consist of 83% fine sand, 7% silt, 1% organic matter and 9% calcium but also of 35% fine sand, 50% silt, 5% organic matter and 10% calcium. The ecotopes profundal silt and littoral fine sand occur most frequently.

d = dominant  
s = subdominant

Met riet begroeide slibrijke zandoevers  
Silty fine sand banks overgrown with *Phragmites australis*

ranges in %			
kalk, calcium	12 11	d	<i>Valvata piscinalis</i>
organische stof, organic matter	2 8	d	<i>Pisidium</i> sp.
grof zand, coarse sand	5 2	d	<i>Limnodrilus</i> sp.
fijn zand, fine sand	46 16	s	<i>Sigara</i> sp.
slib, silt	34 62	s	<i>Caenis</i> sp.
		s	<i>Procladius</i> sp.
		s	<i>Mystacides longicornis</i>
		s	<i>Pala minutus</i>
		s	<i>Endochironomus albigenuis</i>
		s	slakken

Ondiep en diep slibrijke fijn zand in HV  
Littoral and profundal silty fine sand in HV

ranges in %	
kalk, calcium	8 12
organische stof, organic matter	0 5
grof zand, coarse sand	6 0
fijn zand, fine sand	76 24
slib, silt	8 59

- d *Valvata piscinalis*
- d *Pisidium* sp.
- d *Limnodrilus* sp.
- d *Corbicula* sp.
- d *Cladotanytarsus* sp.
- s *Stichtochironomus* sp.
- s *Polypedilum* sp. *incrustatum*
- s *Einfeldia carbonaria*

Stenen in de oever  
Stones at the bank zone

- d *Dreissena polymorpha*
- d *Corophium curvirostrum*
- d *Glyptotendipes pallens*
- s *Cricotopus* sp.
- s *Dugesia* sp.
- s *Dicranotendipes nervosus*

Ondiep fijn zand in HD  
Littoral fine sand in HD

ranges in %	
kalk, calcium	8 9
organische stof, organic matter	0 8
grof zand, coarse sand	0 2
fijn zand, fine sand	84 30
slib, silt	7 50

- d *Valvata piscinalis*
- d *Pisidium* sp.
- d *Corbicula* sp.
- d *Cladotanytarsus* sp.
- s *Ligumella atricola*
- s *Chironomus multiventris*

Ondiep fijn zand in BB  
Littoral fine sand in BB

ranges in %	
kalk, calcium	12 5
organische stof, organic matter	4 1
grof zand, coarse sand	0 23
fijn zand, fine sand	79 52
slib, silt	4 18

- d *Valvata piscinalis*
- d *Pisidium* sp.
- d *Limnodrilus* sp.
- s *Einfeldia carbonaria*
- s *Unio* sp.
- s *Tanytarsus* sp.

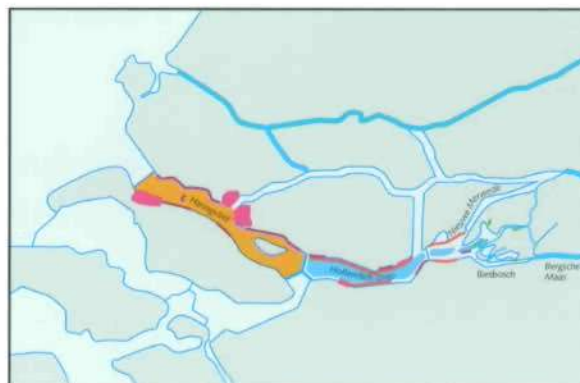
Diep slib in HD en BB  
Profundal silt in HD and BB

ranges in %	
kalk, calcium	14 9
organische stof, organic matter	7 6
grof zand, coarse sand	0 7
fijn zand, fine sand	5 40
slib, silt	74 39

- d *Valvata piscinalis*
- d *Pisidium* sp.
- d *Limnodrilus* sp.
- s *Procladius* sp.

Dood hout  
Dead wood

- d *Dreissena polymorpha*
- d *Corophium curvirostrum*
- d *Glyptotendipes pallens*
- d *Polypedilum* sp. *sordens*
- s *Dicranotendipes nervosus*
- s *Nais* sp.
- s *Chironomus riparius*





## De Getijdenslak

In zoetwatergetijdengebieden komt een kenmerkende levensgemeenschap voor. Dit tussen laag- en hoogwater gelegen deel van de oever heeft na 1970 sterk aan kwantiteit en kwaliteit ingeboet. De getijslag is sterk verminderd, waardoor het gebied is ingekrompen. Verder is het overstroomd en droogvallen nu onregelmatig door de toegenomen invloed van de rivierafvoer op de waterstanden.

De levensgemeenschap van de intergetijdenzone bestaat uit organismen die zowel in het water als op het land kunnen leven. Verschillende soorten slakken, die op dood organisch materiaal grazen, maken er deel van uit. Een heel bijzondere is de Getijdenslak (*Mercuria confusa*, oude benaming: *Pseudamnicola confusa*). Dit is een onooglijk, 5 mm hoog kegelvormig slakje, dat in Nederland pas in 1957 voor het eerst is herkend. Het kwam toen voor op de steile kanten van krekens en greppels in de Biesbosch en in de laagste delen van grasgorzen langs het Haringvliet. Na 1970 is van de soort niets meer vernomen, tot bij de biologische monitoring opnieuw enkele dieren werden aangetroffen: ditmaal in de monsters die waren verzameld in de ondiepe, zandige oevers van de Beninger Slikken. Blijkbaar vindt de Getijdenslak hier een geschikt biotoop. Verder is weinig bekend over dit mysterieuze slakje.



Foto 13  
Getijdenslak.

## Resultaten

De gemonitorde ecotopen onderscheiden zich van elkaar door hun kenmerkende macrofaunagemeenschappen. Een of enkele (sub-)dominante soorten of groepen typeren een macrofaunagemeenschap (fig. 25).

### waterbodem

Tijgervlokreeft, Kaspische slijkgarnaal en Jenkins' waterhoren komen in alle waterbodemtypen zeer algemeen voor (maximale dichtheden tot 8000 individuen per m<sup>2</sup>). Tevens komen Vijverpluimdrager, erwtenmosselen en borstelwormen *Limnodrilus* sp. in alle bodemtypen dominant voor.

Van de weekdieren voeden vijverpluimdragers zich met algen op hard substraat, zoals benthi-sche algen die tussen zandkorrels groeien. De erwtenmosselen voeden zich vooral met bacteriën die zich in de tussenruimten van het substraat bevinden. Zowel Vijverpluimdrager als erwtenmosselen hebben dus zandig substraat nodig. De meeste bemonsterde bodems bevatten fijn zand. Verschillende macrofaunagemeenschappen zijn onderscheiden.

### diep slib

De macrofauna van het diep gelegen slib in het

Hollandsch Diep en de Brabantsche Biesbosch is arm aan soorten. De dominante taxa zijn Vijverpluimdrager (340 ind/m<sup>2</sup>), erwtenmosselen (290 ind/m<sup>2</sup>) en borstelwormen *Limnodrilus* sp. (122 ind/m<sup>2</sup>). De gevonden dichtheden zijn lager dan in andere ecotopen. Alleen de muggenlarve *Procladius* sp. heeft hier relatief hoge dichtheden binnen het ecotoop diep slib (48 ind/m<sup>2</sup>). Mogelijk hebben deze lage dichtheden te maken met de hoge concentraties aan contaminanten.

### ondiep en diep slibbig fijn zand

In het ondiepe en diepe slibrijke fijne zand in het Haringvliet komen hoge dichtheden voor van Vijverpluimdrager, erwtenmosselen en borstelwormen *Limnodrilus* sp. Daarnaast zijn de muggenlarven *Einfeldia carbonaria* (2839 ind/m<sup>2</sup>) en *Cladotanytarsus* sp. (1186 ind/m<sup>2</sup>) en korfmosselen (170 ind/m<sup>2</sup>) dominant aanwezig. Subdominante taxa zijn de muggenlarven *Stictochironomus* sp. (10 ind/m<sup>2</sup>) en *Polypedilum* gr. *bicrenatum* (15 ind/m<sup>2</sup>). Al de muggenlarventaxa zijn typische bewoners van zandbodems, vooral bodems met een goede zuurstofvoorziening zoals in stromend water of grote plassen. De larven van *Polypedilum* gr. *bicrenatum* leeft in kokertjes in het zand.

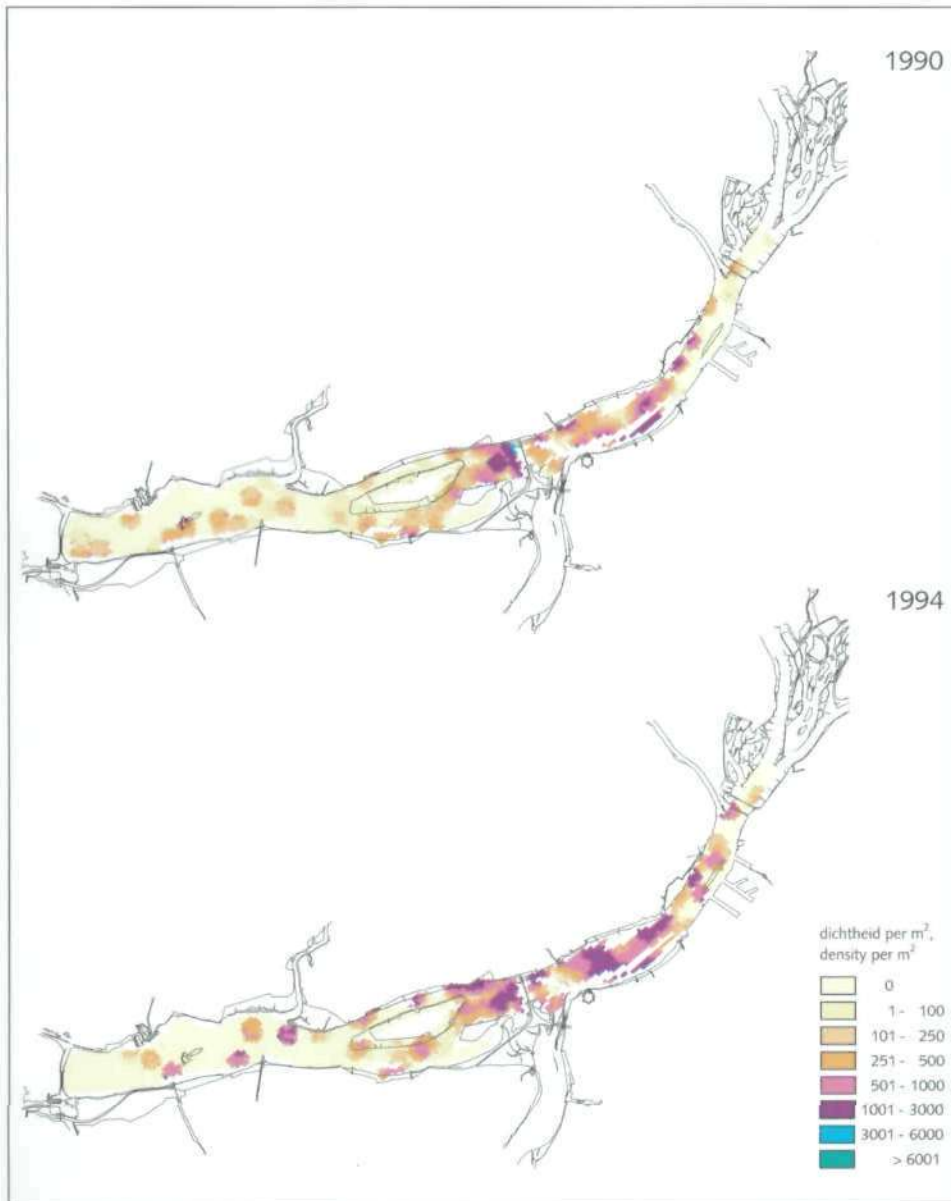
### ondiep fijn zand

Het ondiepe fijne zand in de Brabantsche Biesbosch wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van de muggenlarve *Einfeldia carbonaria*, Schildersmossel en Bolle stroommossel. Dit zijn soorten die algen uit het water filtreren, met een voorkeur voor voedselrijk, niet stromend water en een zandig substraat.

In het Hollandsch Diep wordt het ondiepe fijne zand door een andere gemeenschap bevolkt. De subdominante taxa zijn hier vooral zandminnende en golfslag verdragende muggenlarven. Door de voortdurende golfslag spoelt het slib uit de vroeger estuariene, slijkgige oevers en blijft het fijne zand achter. Vooral de zandminnende muggenlarven *Lipiniella arenicola*, *Chironomus nudiventris*, *Polypedilum* gr. *bicrenatum*, *Cladotanytarsus* sp. en *Stictochironomus* sp. en ook Aziatische- en Toegeknepen korfmossel profiteren hiervan.

### met riet begroeide slibrijke zandoevers

De met riet begroeide oevers langs het Hollandsch Diep en het Haringvliet bezitten over het algemeen een slibrijk fijnzandig substraat. Net als elders zijn de Vijverpluimdrager, erwtenmosselen en borstelwormen *Limnodrilus* sp. de dominante taxa. Het ecotoop rietoever onderscheidt zich van andere ecotopen door de aanwezigheid van duikerwantsen *Sigara* sp.



**Figuur 26**  
 Verspreiding van de Driehoeksmossel in het Hollandsch Diep en het Haringvliet in 1990 en 1994. In het Haringvliet-Oost en Hollandsch Diep-West zijn de dichtheden het grootst.  
*Distribution of Dreissena polymorpha in the Hollandsch Diep and the Haringvliet in 1990 and 1994. Densities are greatest in Haringvliet-East and Hollandsch Diep-West.*

(dichtheid circa 20 ind/m<sup>2</sup>) en Dwergbootsmannetje, slijkhafte en slakken (Begroeide poelak, Ovale poelak, Vlakke schijfhoren, Bronblaashoren, Puntige blaashoren, Tractorwielkje, Witte schijfhoren). Waterwantsen komen voor in niet vervuild, voedselrijk water tussen planten. De kruipende larven van slijkhafte leven op de bodem en verzamelen fijn detritus als voedsel. De gevonden slakken indiceren de aanwezigheid van stilstaand, rijk begroeid water. Als grote bijzonderheid is in de met riet begroeide oevers van het Haringvliet de Getijdenslak (dichtheid 20 ind/m<sup>2</sup>) aangetroffen.

#### dood hout en stenen

Stukken dood hout en stenen worden, als ze enige maanden in het water liggen, door ongewervelde dieren gebruikt als aanhechtings- en schuilplaats of als voedsel (hout). Ongewervelde dieren die zich vasthechten aan dit substraat, filteren de algen uit het langskomende zwevende stof en benutten dit als voedsel. De dichtheden van deze dieren zijn dan ook zeer hoog (1000-6000 ind/m<sup>2</sup>), vooral van Driehoeksmossel en Kaspische slijkgarnaal. Kaspische slijkgarnalen hebben het vermogen om slib in te vangen en met behulp van speeksel kokertjes te metselen, waardoor woonhuisjes gecreëerd worden. Driehoeksmossel en Kaspische slijkgarnaal zijn

in hogere dichtheden aanwezig op stenen die in langzaam stromend water in het Hollandsch Diep en het Haringvliet liggen dan op dood hout in stilstaand water in de Brabantse Biesbosch. De subdominante soorten op dood hout zijn vooral gangen gravende bacterie- en schimmelters die het hout als schuilplaats gebruiken. Op stenen zijn de subdominante organismen vooral te vinden onder de filteraars.

Een voorbeeld van een mineerder in dood hout is de muggenlarve *Glyptotendipes pallens*. Deze larve leeft in zelfgemaakte gangen in het hout en filtert de algen uit het langskomende water door een vangnetje van speeksel op te hangen. Op dode stukken hout in de Biesbosch zijn deze dieren in dichtheden gevonden van 10000 - 16000 ind/m<sup>2</sup>. De Steenklever *Oulimnius rivularis*, de waterroofkever *Laccophilus minutus* en de spinnende waterkever *Hydraena riparia* en hun larven gebruiken het dode hout als schuilplaats. Deze soorten eten algen, mos en detritus. Bacteriën in het dode rottende hout worden als voedsel gebruikt door de borstelwormen *Nais barbata*, *Nais bretscheri* en *Nais pardalis*.

De macrofauna-gemeenschap op stenen wordt vooral gekenmerkt door filteraars en grazers van algen. Voorbeelden zijn bepaalde soorten filterende muggenlarven, zoals *Dicrotendipes nervosus* en *Cricotopus* sp. en de grazende platworm *Dugesia* sp..

#### Driehoeksmosselen

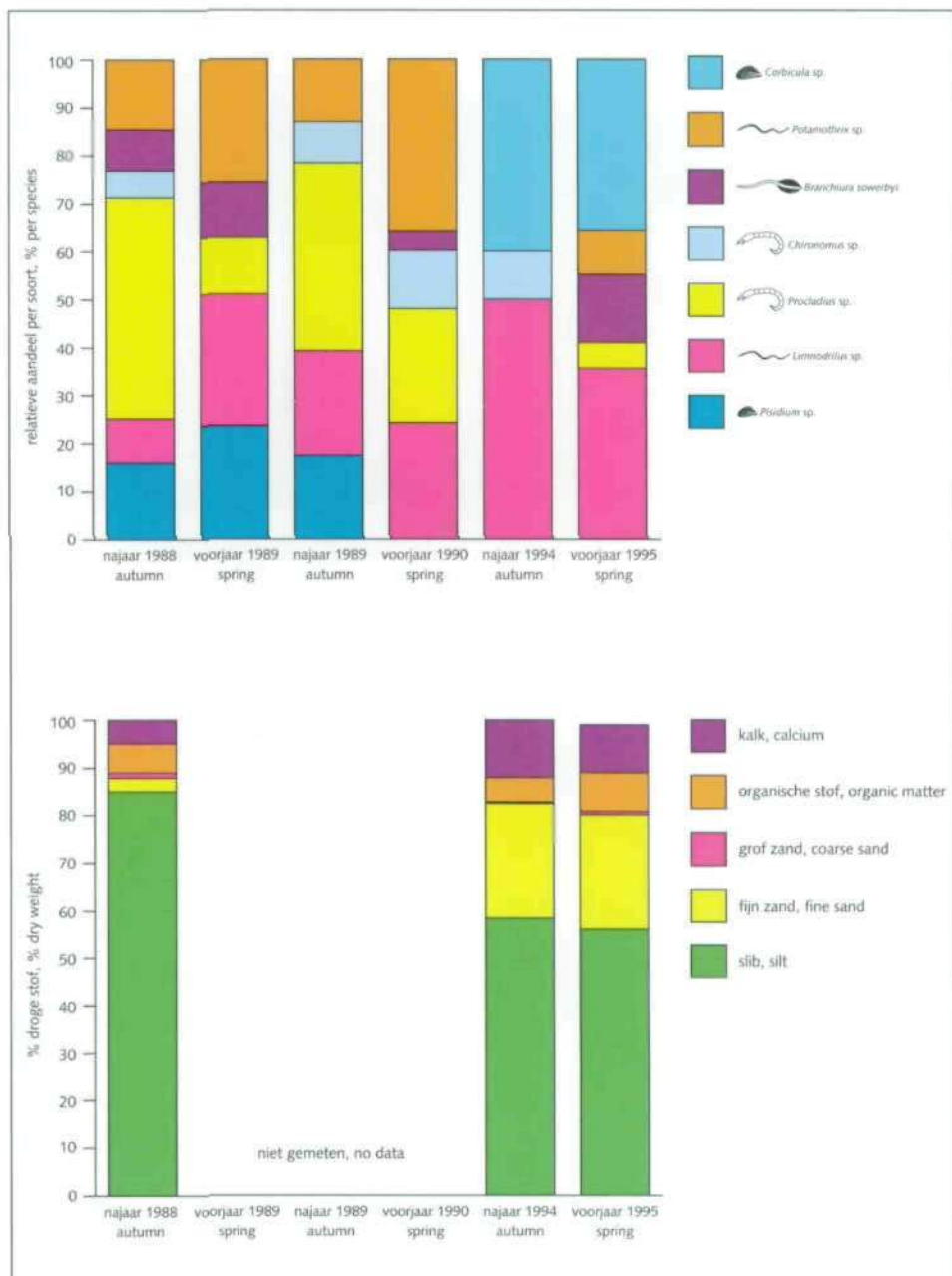
Het Haringvliet-Oost en het Hollandsch Diep-West hebben in 1994 zowel de grootste dichtheden als biomassa's van Driehoeksmossel (fig. 26). In het oostelijk deel van het Hollandsch Diep en het westelijk deel van het Haringvliet kwam dit tweekleppige schelpdier veel minder voor. In het Haringvliet-West is Driehoeksmossel nauwelijks meer te vinden binnen een straal van 6 km van de sluizen.

#### Ontwikkelingen en trends

Op een aantal dezelfde locaties in de zoete Delta is in het verleden ook macrofauna van kale bodemecotopen bemonsterd [1,2,5,6].

Het Aardappelgat in het Haringvliet is sinds 1988 diverse keren op vergelijkbare wijze bemonsterd, waardoor een tijdreeks van het aandeel van de soorten macrofauna is ontstaan (fig. 27). Voorjaar 1990 is de locatie nog als het ecotoop diep slib (waterdiepte circa 13 m) te kenschetsen, met de bijbehorende macrofauna-gemeenschap gedomineerd door de slibminnende taxa erwtenmosselen, borstelwormen *Limnodrilus* sp. en muggenlarven *Procladius* sp. en met als subdominante soorten de borstelwormen *Branchiura sowerbyi*, *Potamothenix moldaviensis* en de muggenlarve *Chironomus* sp. In het najaar van 1994 is het slibgehalte van het bodemsediment sterk afgenomen door de extreme waterafvoer in december 1993 en februari 1995. Door toedoen van deze hoge afvoeren is zeer veel fijn zand afgezet. Tegelijkertijd zijn erwtenmosselen niet meer waargenomen. De borstelwormen *Limnodrilus* sp. en korfmosselen zijn vanaf 1994 de dominante groepen. De slib-indicerende soorten *Procladius* sp. en *Potamothenix* sp. zijn in het voorjaar van 1995 slechts subdominant. Het lijkt erop dat vooral met de hoge afvoeren tijdens het hoogwater van december 1993 de afzetting van fijn zand in alle delen van het Haringvliet ertoe heeft geleid dat de ecotopen diep slib en diep slib weinig meer worden aangetroffen.

Over het algemeen blijken er aanzienlijke verschillen te zijn tussen voorjaars- en najaarsbemonsteringen van de macrofauna (fig. 27). Een aantal soorten is voornamelijk in het voorjaar aanwezig, zoals de muggenlarven *Lipiniella arenicola*, *Chironomus nudiventris* en de borstelwormen *Potamothenix* sp. en *Branchiura sowerbyi*. Over wat langere periode beschouwd treden grote veranderingen in de onderwater-ecotopen van het gebied op en als gevolg daarvan is de macrofauna veranderd. De ecotopen 'diep zand' en 'oeverslib' in Brabantsche Biesbosch, Hollandsch Diep en Haringvliet en 'diep slib' in het Haringvliet zijn niet tot nauwelijks aanwezig (fig. 25). Door de voortdurende golfaanval op de slikkige oevers is slib uitgespoeld en zijn fijn zandige oevers ontstaan. De begroeide oevers hebben minder last van uitspoeling van fijne slibdeeltjes. Heel lage slibgehalten komen dan ook beduidend vaker voor in het Haringvliet-sediment afkomstig van onbegroeid ondiep



**Figuur 27**

Sedimentsamenstelling en relatieve aandeel per soort van 1988 t/m 1995 in het Aardappelgat in het Haringvliet. Het Aardappelgat heeft steeds minder kenmerken van het ecotoop 'diep slib' door afzetting van fijn zand. *Sediment composition and relative proportion per species from 1988 up to and including 1995 in the Aardappelgat and the Haringvliet. The Aardappelgat has a decreasing number of characteristics of the ecotoop 'profundal silt', due to deposits of fine sand.*

water (10-60 % van de droge stof bestaat uit deeltjes < 63  $\mu\text{m}$ ) dan in sediment in de begroeide oevers (35-60 % van de droge stof bestaat uit deeltjes < 63  $\mu\text{m}$ ).

Door het ontbreken van aanvoer van grof zand vanuit zee zijn eveneens de zoete grof zandige oeverecotopen verdwenen. Doordat daarnaast de intergetijdenzone nagenoeg verdwenen is, komen de kenmerkende soorten behorend bij het overgangsgebied tussen rivier en zee nauwelijks meer voor [4].

Het voorkomen van Driehoeksmossel in 1994

kan met gegevens uit 1990 vergeleken worden. Zowel in 1990 als in 1994 had Driehoeksmossel de hoogste dichtheid en biomassa in het Haringvliet-Oost en het Hollandsch Diep-West. In het Haringvliet-West komt de mossel vooral langs de ondiepe zuidoever voor, terwijl waarnemingen in het Hollandsch Diep-Oost vrijwel beperkt zijn tot de noordoever. De dichtheden en biomassa's zijn in 1994 vooral in het Hollandsch Diep aanmerkelijk hoger dan in 1990 (fig. 28). Het tussen 1990 en 1994 verdwijnen van Driehoeksmosselen vlak achter de Haringvlietsluizen

is opmerkelijk: vermoedelijk zijn het ondersneeuwen door verhoogde sedimentafzetting (hoge afvoer in december 1993) en het binnensstromen van zout water (vis-intrekproef in april-augustus 1994) hier debet aan.

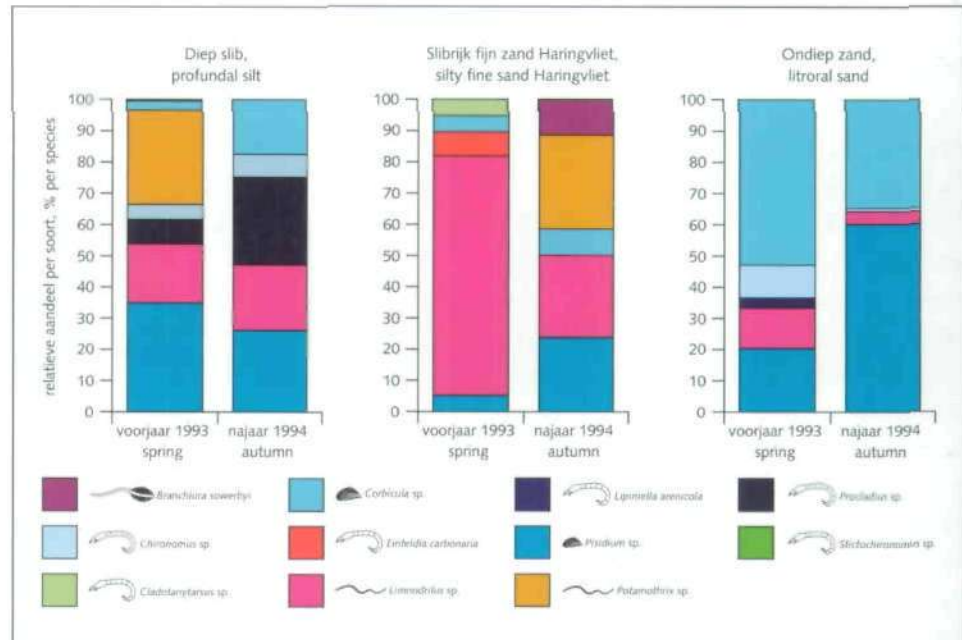
## AMOEBE

De huidige situatie wijkt op een aantal punten sterk af van de geconstrueerde referentie. Zo zijn de dichtheden van de schildersmosselen en de Driehoeksmossel veel hoger, wat te wijten is aan de aanvoer van voedselrijk water. De slijkhaften hebben daarentegen in de huidige situatie een lagere dichtheid dan de geconstrueerde referentie aangeeft. Het verschil met de historische referentie is bijzonder groot. De zout- en brakwatersoorten, weergegeven door de zeeduizendpoot, ontbreken geheel in de huidige situatie.

In het referentiebeeld past een grote variatie aan ecotopen gebonden aan riviermondingen. Kleiige oevers en ondiepe slijbplaten ontbreken grotendeels, terwijl ook de intergetijdenzone nauwelijks meer bestaat. Kenmerkende organismen voor kleiige oevers, zoals de gravende hertenlarve Oeveraas en voor ondiep slijb, zoals de libellenlarve Rivierrombout zijn geheel afwezig. In zeer geringe mate zijn soorten uit het ecotoop ondiep slijb nu nog te vinden in de Brabantse Biesbosch, bijvoorbeeld larven van de slijkvlieg *Sialis lutaria*. De Getijdenslak, kenmerkend voor het zoete intergetijdenmilieu, wordt nu alleen zeer lokaal in het Haringvliet aangetroffen.

## Conclusies

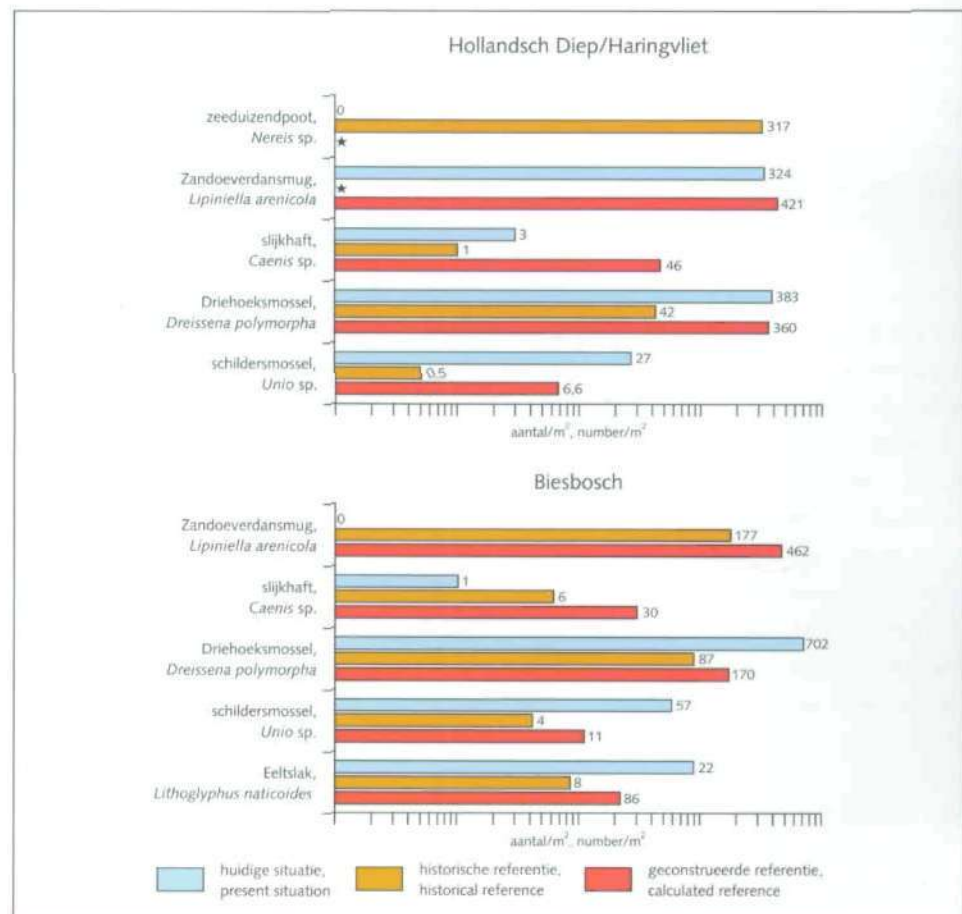
De oude estuariene ecotopen 'diep zand' en 'slikkige oevers en - platen' met de daarbij behorende typische ongewervelde dieren zijn vrijwel geheel verdwenen. Ook met riet begroeide slikkige zandoevers, met dominantie van de zoetwaterminnende duikerwantsen *Sigara* sp., slijkhaften en slakken zijn slechts marginaal aanwezig. De stenen in oevers en dood hout in de Brabantse Biesbosch worden overheerst door de Driehoeksmossel, Kaspische slijkgarnaal en muggenlarve *Glyptotendipes pallens*.



**Figuur 28**

Het relatieve aandeel van de dominante en subdominante soorten in de ecotopen diep slijb, ondiep fijn zand en slijbrijk fijn zand in de Brabantse Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet van 1993 t/m 1995. Het verschil tussen voor- en najaar is vrij groot.

Proportion of the dominant and subdominant types in the ecotopes profundal silt, littoral fine sand and silty fine sand in the Brabantse Biesbosch, Hollandsch Diep and Haringvliet 1993-1995. The differences between spring and autumn are considerable.



**Figuur 29**

Doelvariabelen voor macrofauna: geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie.

Target variables for macro-invertebrates: calculated and historical reference relative to the present situation.

## 7. Water- en oevervegetatie

Hugo Coops en Peter Jesse

**Water- en oeverplanten spelen een belangrijke rol in het aquatische ecosysteem. Ondergedoken vegetatie fungeert als habitat voor zoöplankton en vissen en als fourageergebied voor vogels. Oeverbegroeiingen zijn belangrijk voor vogels, zoogdieren en amfibieën. In het mondingsgebied van grote rivieren zijn de dynamiek van getijden, stroming, golfslag en overgang tussen zoet en zout water bepalend voor de ontwikkeling van de vegetatie.**

Het zoetwatergetijden-karakter is in het mondingsgebied van Rijn en Maas nog enigszins gespaard gebleven in de Oude Maas, de Nieuwe Maas en de benedenloop van de Lek. Deze gebieden maken geen deel uit van deze rapportage maar zouden in veel opzichten als referentie van het Haringvliet-Hollandsch diep kunnen dienen. In al deze gebieden is door de vermindering van getijwerking de erosie van oevers sterk toegenomen en de dynamiek van zand- en slibplaten afgenomen. De water- en oevervegetatie van het mondingsgebied van Rijn en Maas is sterk beïnvloed door de Deltawerken langs de Nederlandse kust. Vooral de zeer sterk gereduceerde getijdenwerking in grote delen van het gebied is van belang geweest: in de Biesbosch verminderde het gemiddelde getijverschil van circa 2 m (vóór de afdamming van het Haringvliet in 1970) tot ongeveer 0.3 m (na 1970).

In de biologische monitoring worden waterplantvelden eens per vier jaar gebiedsdekkend gekarteerd (fig. 30). Vóór 1994 is in 1990 al een waterplantenkartering uitgevoerd. Daarnaast worden jaarlijks raaien opgenomen, verspreid over het hele gebied. Oeverplanten zijn nog niet opgenomen, maar zullen in de toekomst op de voet worden gevolgd door een meetnet van kilometerhokken. Het biologisch meetnet werkt hierbij nauw samen met de Stichting Floristisch Onderzoek Nederland FLORON [9].



Foto 14

Ook bij de waterplantenmonitoring is de moderne techniek doorgedrongen. Met behulp van dGPS (differential Global Positioning System) kan aan de hand van satellietsignalen de exacte positie in het veld worden bepaald. Hierdoor kunnen jaarlijks de opnameveldjes worden teruggevonden. Op ieder opnamepunt wordt per soort de bedekking geschat.

	1992	1993	1994	1995
Schedefonteinkruid				
<i>Potamogeton pectinatus</i>	61 (7)	29 (5)	46 (8)	45 (7)
Zannichellia				
<i>Zannichellia palustris</i>	51 (4)	53 (4)	12 (3)	50 (6)
Smalle waterpest				
<i>Elodea nuttallii</i>	1 (1)	2 (1)	0 (0)	1 (1)
Grof hoornblad				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2 (2)	0 (0)	0 (0)	4 (2)
draadwieren				
<i>filamentous algae</i>	61 (5)	80 (6)	57 (8)	128 (9)
Darmwier				
<i>Enteromorpha</i>	40 (4)	16 (3)	18 (4)	9 (5)
Watermetje				
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	34 (3)	33 (2)	14 (2)	60 (5)
totaal				
total	342 (9)	342 (9)	297 (8)	342 (9)

Tabel 4

Waterplanten van 1992-1995 in de raaien in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch. Aangegeven is het aantal proefvlakken waarin de soorten zijn aangetroffen; tussen haakjes het aantal raaien. Onderaan staat het totale aantal onderzochte proefvakken en raaien.

*Macrophytes 1992-1995 in transects in Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch. The number of relevés is shown; between brackets is the number of transects.*

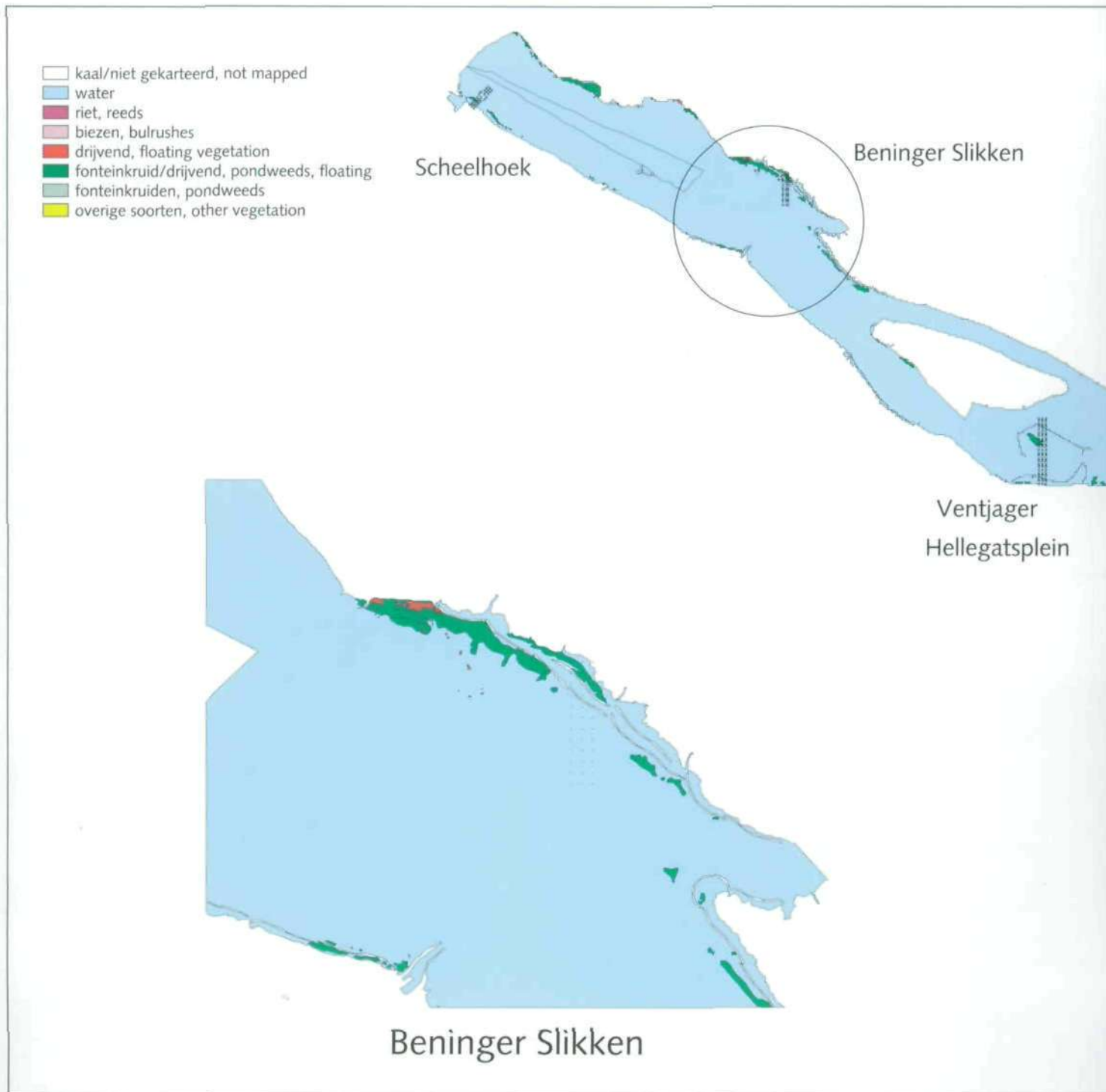
## Resultaten

### ondergedoken en drijvende waterplanten

In 1990 en in 1994 zijn gebiedsdekkende waterplantenkarteringen gemaakt op basis van luchtfoto's. Vergelijking van de twee karteringen laat

zien dat de oppervlakte fonteinkruidvelden in 1994 is afgenomen ten opzichte van 1990. Dit hoeft zeker geen trend aan te geven: de verschillen tussen de twee meetjaren kunnen aan andere oorzaken dan verandering van milieuomstandigheden worden geweten. Door opname op verschillende tijdstippen in het groeiseizoen,

verschillende waterstanden tijdens de opnames en verschil in interpretatie van luchtfoto's kunnen grote afwijkingen van het werkelijke areaal optreden. Desondanks blijkt wel duidelijk dat het huidige areaal waterplanten nog zeer ver is verwijderd van wat als een referentiewaarde voor het stagnante systeem kan worden beschouwd.



**Figuur 30**

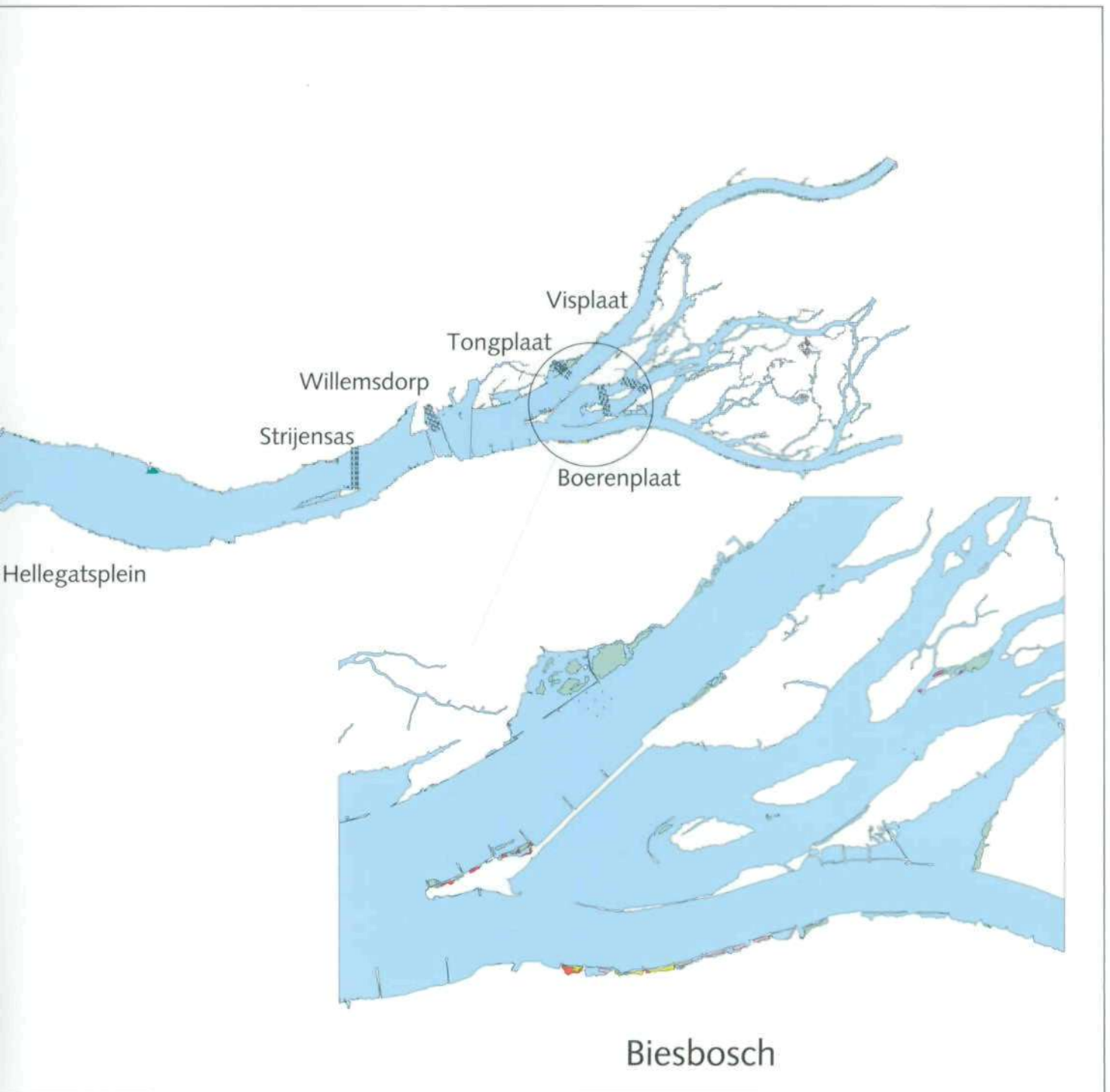
Kartering van waterplanten gebaseerd op luchtfoto's. Deze luchtfoto's zijn genomen op 22 juli 1994 (Hollandsch diep en Haringvliet) en op 25 juli 1995 (Biesbosch). Op de kaart zijn de jaarlijks opgenomen raaien aangegeven. De gebieden Beninger Slikken en Brabantse Biesbosch-west zijn in detail weergegeven. Op de Beninger Slikken zijn uitgestrekte waterplantvelden vooral in het westelijke deel te vinden. De met 'drijvende vegetatie' aangegeven vlekken bestaan waarschijnlijk uit matten van draad- en darmwier.

Areas covered by macrophytes based on aerial photography. These aerial photographs were taken on 22 July 1994 (Hollandsch Diep and Haringvliet) and on 25 July 1995 (Biesbosch). The map shows the transects in which submersed vegetation is surveyed on an annual basis. Two areas, Beninger Slikken and Brabantse Biesbosch west are shown in more detail. Extensive macrophyte cover is found in the western part of Beninger Slikken in particular. 'Floating vegetation' is probably mats of filamentous algae.

Jaarlijks wordt op negen transecten, verspreid over het hele gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch, de watervegetatie opgenomen.

De lengte van de transecten is afhankelijk van het gebied dat ze moeten overspannen: bij een brede ondiepe oeverzone is het transect langer, bij een

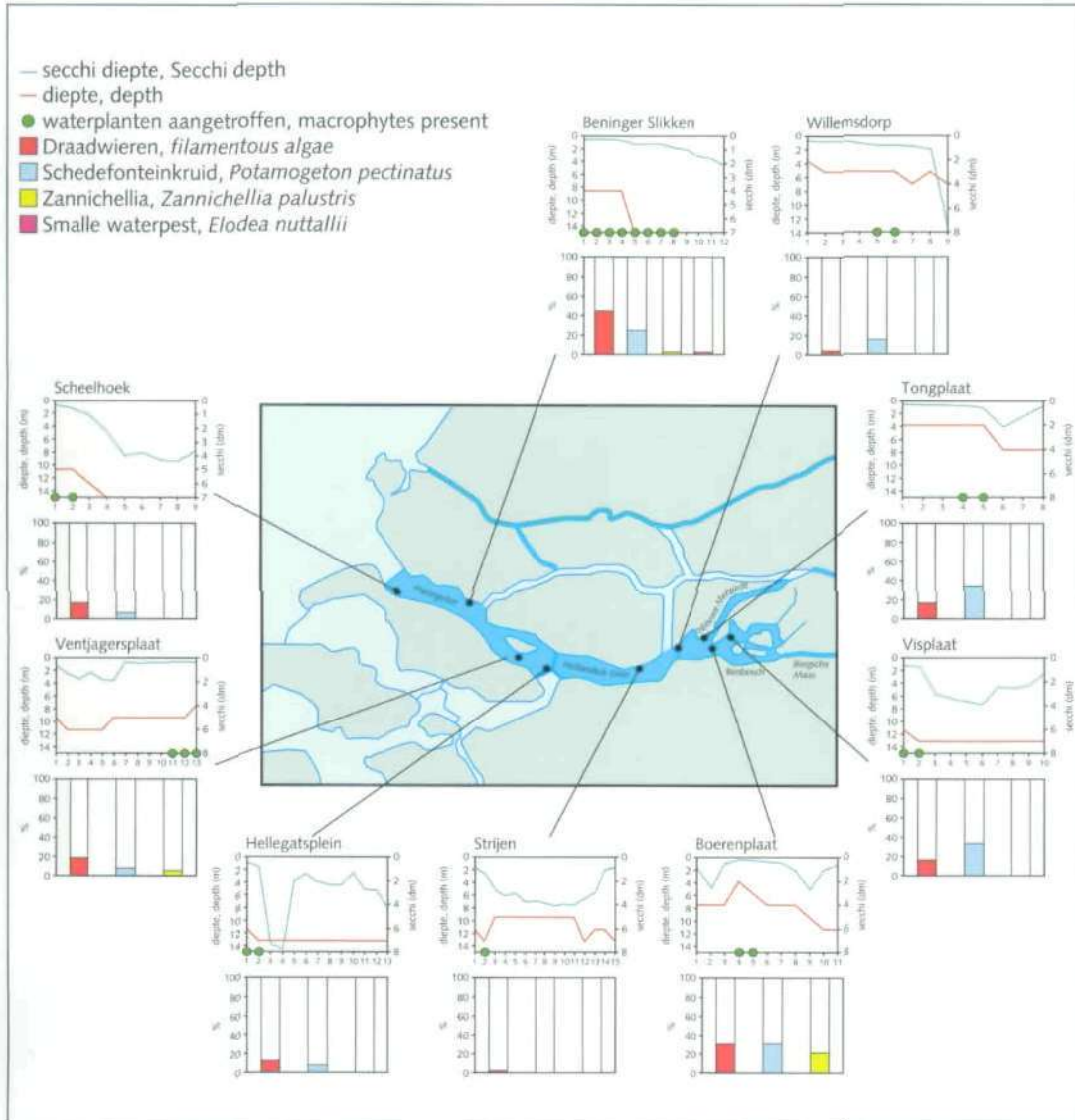
smalle oeverzone korter. In ieder transect liggen drie parallele deelraaien waarin om de 100 m een proefvlak van 100 m<sup>2</sup> wordt onderzocht (fig. 31).



Vergeleken met de vegetatie in andere zoete rijkswateren [5,7] valt direct op dat het aantal soorten waterplanten (tabel 4) maar zeer gering is. In de raaien komen van 1992-1995 maar vier soorten hogere waterplanten voor. Bovendien komen waterplanten maar tot een erg beperkte diepte voor. Dit laatste is een gevolg van de vaak

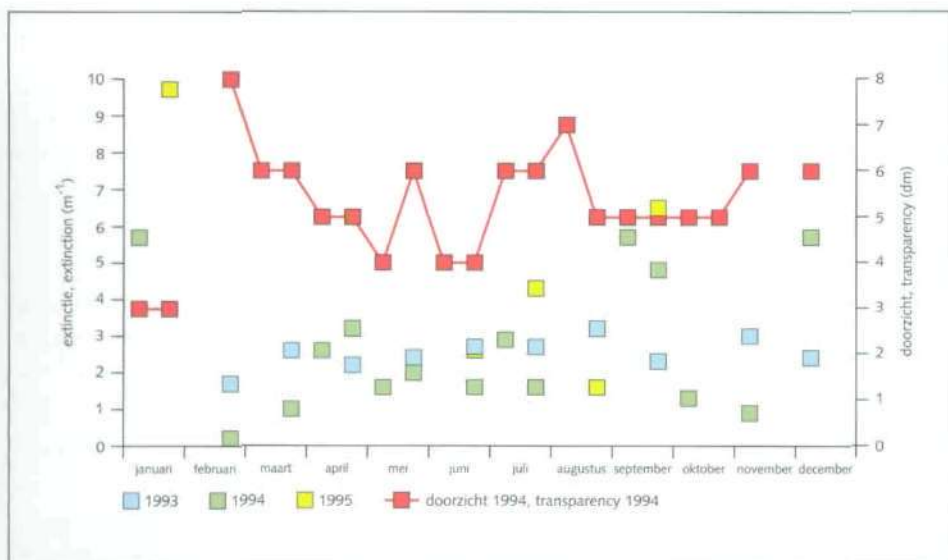
geringe helderheid van het water in deze gebieden. Op de locatie Bovensluis in het Hollandsch Diep is in het zomerhalfjaar een gemiddelde extinctie bepaald van  $2.38 \text{ m}^{-1}$  (fig. 32). Deze waarde betekent een theoretische maximale groei diepte voor Schedefonteinkruid van 0.6 m [8]. Niet alleen licht maar ook andere factoren

waaronder waterstandsschommelingen, bodemsamenstelling en golfwerking bepalen het voorkomen van waterplanten. Vandaar dat deze waarde slechts als indicatie kan worden gezien. Op de transecten zijn waterplanten nergens op een diepte groter dan circa 1 m aangetroffen. Doordat het grootste deel van de proefvlakken



**Figuur 31**

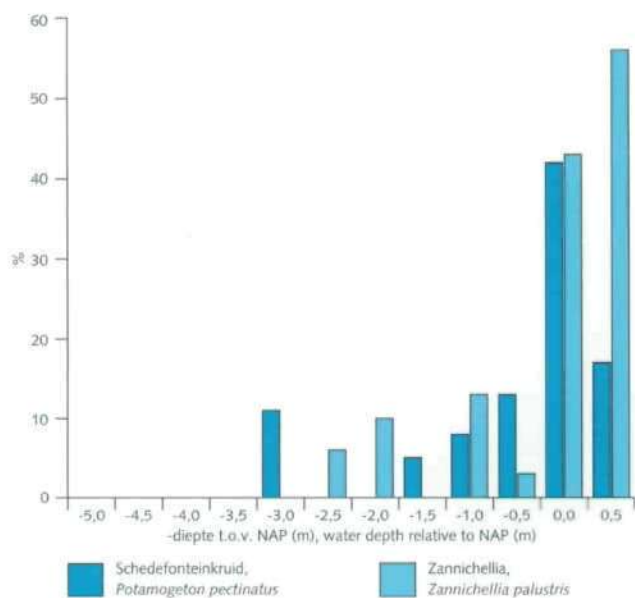
Waterdiepteverloop en voorkomen van waterplanten in de raaien in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch in het zomerhalfjaar van 1994. Het aantal soorten waterplanten en de diepte tot waarop ze voorkomen zijn beperkt.  
*Water depth profile and presence of submerged macrophyte species in the transects at Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch in the summer of 1994. A limited number of species occurs down to a limited depth.*



**Figuur 32**

Doorzicht en extinctie op de locatie Bovensluis in het Hollandsch Diep. De theoretisch maximale groeidepte voor Schedefonteinkruid bij een dergelijke helderheid van het water is ca. 0,6 m [lit. 8].  
*Transparency and extinction at the location Bovensluis in the Hollandsch Diep. The maximum theoretical growing depth for *Potamogeton pectinatus* in such clear water is approximately 0.6 m [lit. 8].*





**Figuur 33**  
Het relatieve voorkomen van Schedefonteinkruid en Zannichellia over de diepte in de raaien. Het voorkomen van waterplanten wordt mede bepaald door de waterdiepte.

*The relative spread of Potamogeton pectinatus and Zannichellia palustris over the various depth-levels at the sampling locations. The incidence of macrophytes is partly determined by the depth of the location.*

## Biezen

In het vroegere zoetwatergetijdengebied, waarvoor de dagelijkse gang van het getij kenmerkend was, waren biezen de pioniers op de nog onbegroeide, laaggelegen aan- en opwassen. Vooral op slikplaten in de intergetijdzone vestigden zich Mattenbiezen, gestimuleerd door het beheer van biezensnijders, die overal in het gebied actief waren.

Naast de commercieel interessante Mattenbiezen, Ruwe biezen en Bastaardbiezen, kwamen ook andere soorten voor: Heen en Driekantige biezen.

Na de afsluiting van het Haringvliet waren de laaggelegen zones waarin biezen groeiden het eerste slachtoffer van oeverafslag. Verminderde vitaliteit, het ontbreken van gebieden waar nieuwe vestiging op kan treden en vraat door watervogels gaven veel biezenbestanden de genadeslag.

Vanaf het eind van de tachtiger jaren worden oevers met biezen echter weer hersteld, onder meer in de gebieden waar vooroeverdammen zijn aangelegd. Onderzoek heeft uitgewezen dat het kleinschalig aanplanten van biezen succesvol kan zijn [1], vooral in de luwtes achter de vooroeverdammen. Spontane opkomst van biezen treedt echter niet op. In de eerste plaats omdat het kiemingsmilieu niet geschikt is: het onregelmatige peilregime voorkomt dat zaailingen overleven. Door het aanplanten van wortelstokken of zoden kan het gevoelige kiemingsstadium worden overgeslagen. Door ondergrondse uitlopers kan het bestand zich geleidelijk uitbreiden.

Ook vraat door watervogels (vooral Grauwe ganzen) en Muskusratten kan de groei van biezen belemmeren [4]. Daarom moet in sommige gevallen de begroeiing,

met name in de eerste fase waarin de bestanden nog aaneen moeten groeien, ingerasterd worden.



**Foto 15**  
Biezen.

een grotere waterdiepte heeft, is het niet verwonderlijk dat slechts in een klein deel van alle proefvlakken waterplanten zijn aangetroffen (fig. 31).

In de luwte van aangelegde vooroeverdammen zal minder zwevend stof in het water aanwezig zijn, waardoor licht dieper kan doordringen in het water. Aan de andere kant echter ontstaan in het ondiepe, rustige water ideale condities voor draadalgbloei. Grote aantallen planten etende watervogels zoals Krakeenden, die op draadwieren en waterplanten grazen, verblijven bij voorkeur in zulke beschutte lagunes (hoofdstuk 9).

Een dieptebereik van het voorkomen van de twee in het gebied aangetroffen fonteinkruidsoorten kan worden bepaald. Zo groeit Schedefonteinkruid voornamelijk op bodems die rond NAP liggen (fig. 33). NAP ligt in het gebied ongeveer 40 cm onder het gemiddelde laagwater-niveau. Zannichellia kan zich echter handhaven op nog ondiepere delen, zelfs tot op het laagwater-niveau. Deze soort wordt dan ook aangetroffen op de periodiek droogvallende slikken van de Ventjagersplaat en de Boerenplaat. In dieper water waar weinig licht doordringt zijn ook waterplanten aangetroffen maar het gaat hier om lage bedekkingen. Mogelijk is sprake van planten die in ondiep water zijn losgeslagen en naar dieper water gespoeld zijn alwaar ze wortel hebben geschoten.

## oever- en moerasplanten

De monitoring van oevervegetatie vergt een zeer intensief en uitgebreid meetnet en tot op heden is binnen de monitoring slechts op beperkte schaal informatie over deze groep verzameld. Vanuit verschillende projecten is echter wel veel informatie over de oeverplanten in het gebied bekend.

Mattenbiezen werden vroeger in het beneden-rivierengebied vaak aangeplant om de stengels te kunnen oogsten, maar ook om de natuurlijke aanwas van platen te bevorderen, omdat de sedimentatie versneld wordt door het invangen van slib tussen de planten. Door de steeds nieuw afgezette lagen slib groeien zo op- en aanwassen die, doordat ze steeds hoger komen te liggen ten opzichte van de waterlijn, steeds minder

overspoeld worden door het getij. Geleidelijk worden dan de biezen vervangen door Riet. Kenmerkend voor de rietgorzen in het bereik van het getij is de voorjaarsbloeï van de Spindotter. Ook in de wilgenvloedbossen - wilgenbossen onder invloed van het getij - komt de Spindotter soms massaal voor.

Ook in het vroeger brakke overgangsgebied van Hollandsch Diep en Haringvliet kwamen tot in het begin van de zeventiger jaren uitgestrekte biezenvelden voor met Heen en Ruwe bies. Boven de gemiddelde hoogwaterlijn groeiden naast Riet typerende soorten voor brakke ruigtes, zoals Echt lepelblad, Zilte rus, Heemst, Selderij en Zilt torkruid.

Harig wilgeroosje en Grote brandnetel overheersen nu de vegetatie in verruigde rietlanden. Ook neofieten als Grote engelwortel, Reuzenbalsemien, Reuzenbereklauw en Late guldenroede hebben een plaats in deze ruigtes gevonden. Door gericht beheer blijken sommige vegetatietypen echter zeker in stand gehouden te kunnen worden: door jaarlijks maaien van Rietbegroeiingen blijkt een soort als de Spindotter zich goed te kunnen handhaven.

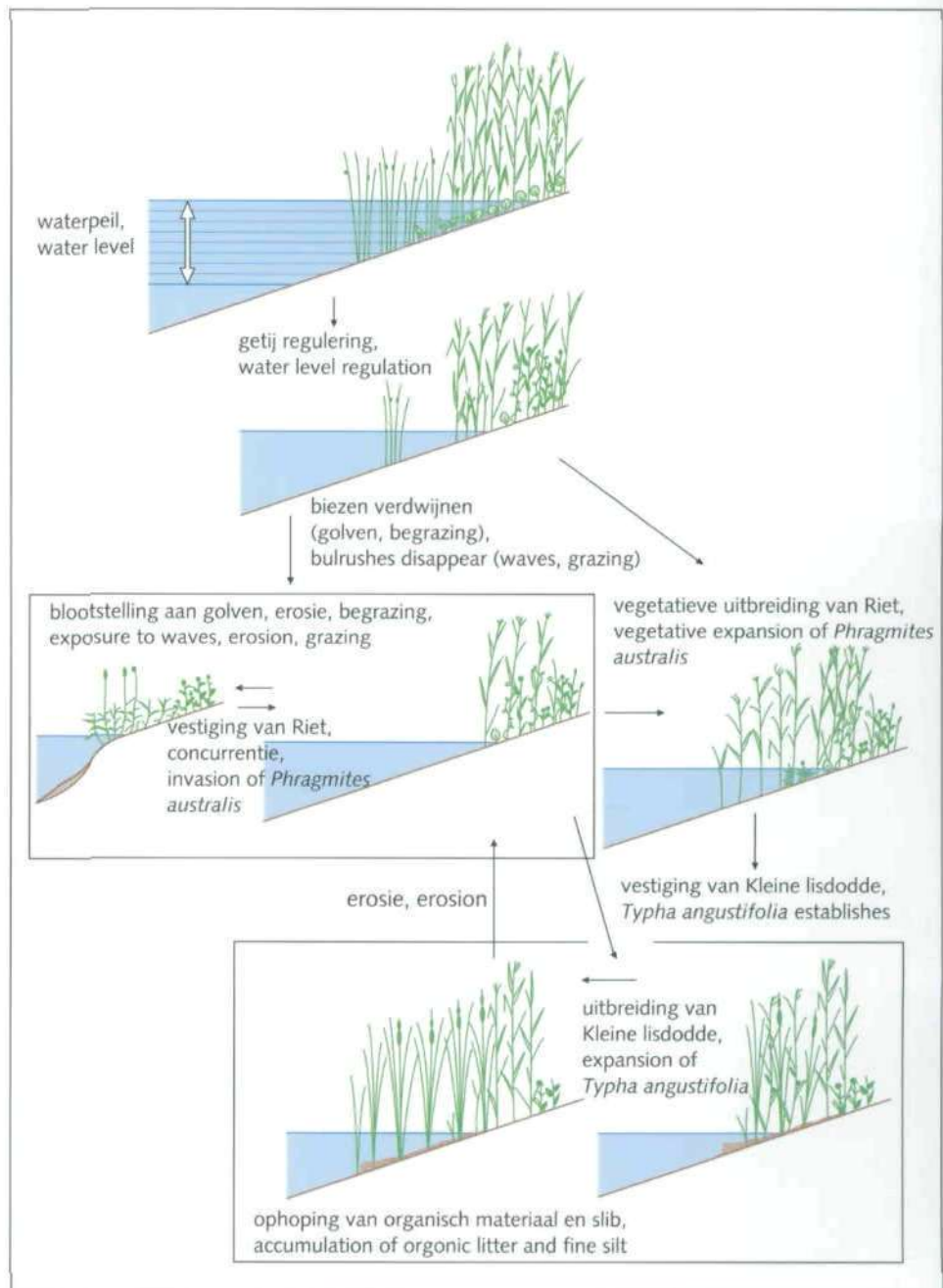
Voorals langs het Haringvliet zijn veel gebieden waarin zich ruigtes ontwikkeld hebben recent in (extensief) beweidingsbeheer genomen. Hierdoor zijn grote oppervlaktes ruigte omgezet in vochtig grasland. Hiervan hebben watervogels zoals Smient en Brandgans geprofiteerd (hoofdstuk 9).

## Ontwikkelingen en trends

De gevolgen van de veranderde hydrologie zijn goed zichtbaar in de ondergedoken waterplanten: Schedefonteinkruid en Gele plomp kwamen vóór 1970 nog in dichte massa's in de kleine getijkreeken voor, terwijl in het open water van de grote geulen nauwelijks waterplanten te vinden waren [10]. Tegenwoordig zijn in grotere ondiepe watervlakten velden Schedefonteinkruid en Doorgroeid fonteinkruid te vinden, terwijl de recente vestiging op enkele plaatsen van Rivierfonteinkruid, die binnen Nederland verder alleen aangetroffen wordt in de IJsseldelta en in de Maasplassen [3], ook duidt op een veranderd karakter. Tegenwoordig zijn in sommige

Foto 16

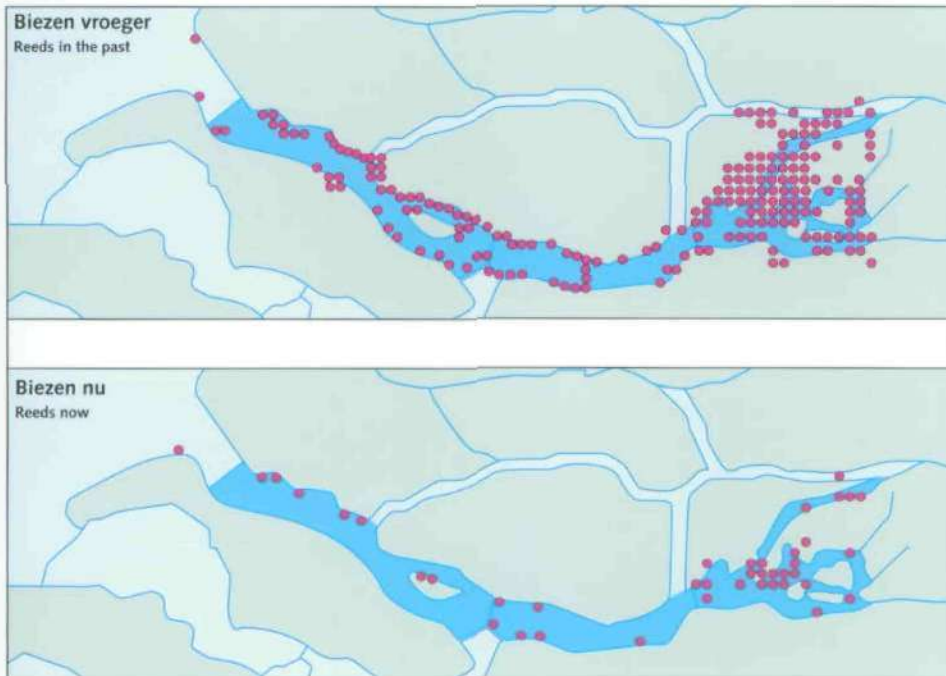
Rivierfonteinkruid bloeit in het Gat van Paulus in de Biesbosch. Rivierfonteinkruid heeft zich recent op enkele plaatsen in de Biesbosch gevestigd. Verder komt Rivierfonteinkruid voor in de IJsseldelta en het Maasplassen gebied.



Figuur 34

Schema van de veranderingen die in de oevervegetatiezonering optreden na het wegvallen van het getij. Veranderingen in het waterregime veroorzaken veranderingen in de oeverbegroeiing. Hierbij spelen verdringing door andere soorten, sedimenttype, waterdiepte en golfaanval een belangrijke rol [lit. 2].

Diagram of the changes that occurred in the vegetation zonation once there were no tidal movements. Changes in the water regime cause changes in bank vegetation. Displacement by other species, type of sediment, water depth and wave action play important roles [lit. 2].



**Figuur 35**  
 Voorkomen van biezen (aanwezigheid in kilometerhokken) in de historische situatie (vóór 1970) en huidige situatie (vanaf 1985) [6]. Alle soorten biezen gaan achteruit.  
*Spread of rushes in the historical and present situations (Paalvast 1994). All species are declining.*

kleinere krekens in de Biesbosch ook soorten te vinden die thuishoren in stilstaande wateren, zoals Smalle waterpest, Grof hoornblad en het kranswier *Nitella mucronata*. De opkomst van deze soorten heeft zonder twijfel te maken met het huidige stagnante karakter van het gebied. Een hoge bedekking met waterplanten - in het bijzonder fonteinkruiden - is dan ook een doelvariabele bij doorzetten van de huidige ontwikkeling.

Tegenwoordig zijn de zoetwatergetijde-indicatoren, zoals biezen en Spindotter, in veel mindere mate aanwezig in de zoete delta. Biezen zijn vooral door de sterke oeverafslag langs het open water verdwenen. Bovendien zijn biezen op de drogere standplaatsen verdrongen door rietruigte (zie kader). Op beschutte plaatsen is Kleine lisdodde Mattenbies gaan verdringen (fig. 34). Alle soorten biezen gaan achteruit (fig. 35).

In veel getijdengrienden, waarin verschillende soorten wilgen groeien, is in de laatste decennia het hakhoutbeheer verwaarloosd; de bomen zijn daardoor doorgesloten. Door de snelle mineralisatie van de bodem is Grote brandnetel de dominerende soort in de kruidlaag geworden;

soorten die kenmerkend zijn voor vochtige bossen komen echter geleidelijk steeds meer voor (bijvoorbeeld Bosmuur, Groot springzaad, Groot heksenkruid). Het steeds meer voorkomen van Zwarte els (van 26 kilometerhokken vóór 1970 naar 42 in de huidige situatie) in deze voormalige vloedbossen duidt op een geleidelijke ontwikkeling naar vochtig elzenbroekbos.

## AMOEBE

In de AMOEBES voor het benedenrivierengebied spelen ondergedoken waterplanten alleen een rol in de geconstrueerde referentie. Zowel in 1990 als 1994 is de oppervlakte fonteinkruidevelden nog zeer ver verwijderd van wat als een referentiewaarde voor het stagnante systeem kan worden beschouwd.

Na de afsluiting en de verzoeting van het estuarium zijn de brakwatervegetatie uit het Haringvliet en veel van de vegetatie die kenmerkend is voor zoetwatergetijdengebieden uit het gebied verdwenen. Naast de zeer sterke achteruitgang van Mattenbies (inclusief Ruwe biezen van 181

naar 45 kilometerhokken) en Driekantige biezen (van 87 naar 6 kilometerhokken) is ook te zien dat de Spindotter sterk heeft geleden van de hydrologische veranderingen in het gebied (van 164 naar 98 kilometerhokken).

Soorten behorend bij de zoet-zoutovergang in het Haringvliet blijven in de huidige situatie ver achter bij de historische referentietoestand. Als één van de brakwatersoorten is Echt lepelblad nagenoeg verdwenen (van 82 naar 1 kilometerhok), terwijl ook de kustsoort Blauwe zeedistel sterk is achteruitgegaan in het Haringvlietbekken (van 6 naar 1 kilometerhok).

Plantensoorten van natte bossen (gekenmerkt door Zwarte els) zijn daarentegen toegenomen. Rivierkruiskruid, een soort van ruige oevers, is min of meer stabiel ten opzichte van de historische referentietoestand.

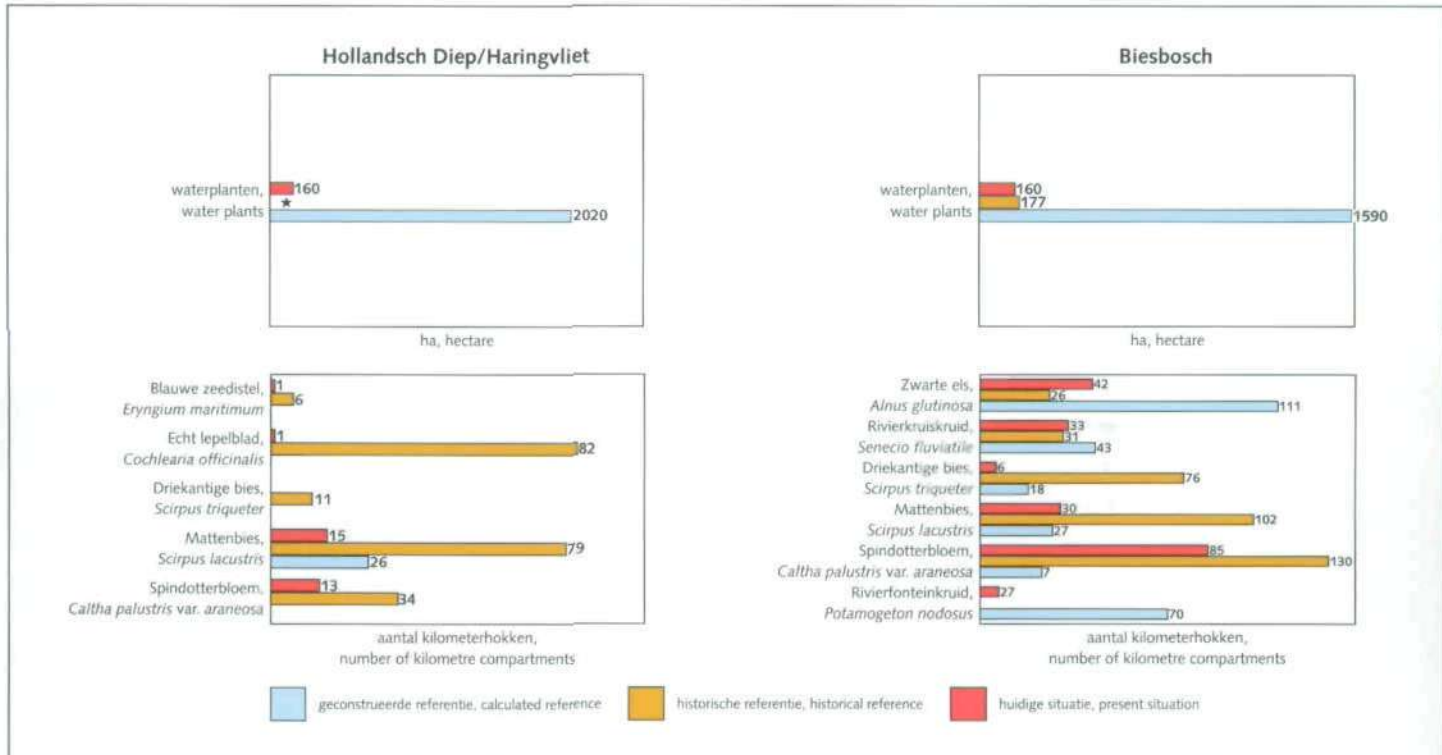
## Conclusies

De afsluiting van het Haringvliet heeft gevolgen gehad voor de vegetatie, waarbij kenmerkende soorten van zoetgetijdengebieden en van de zoet-zoutovergang vrijwel zijn verdwenen. Daarvoor in de plaats is een ontwikkeling van waterplanten en ruigtes te zien.

Recente nieuwe vestiging van (water)plantensoorten geeft aan dat het ecosysteem wat minder het karakter van riviermonding krijgt en wat meer het karakter van een meer.

In gebieden achter vooroeverdammen vindt weinig of geen spontane uitbreiding van de oeverplantenvegetatie plaats; aanplant van Riet en biezen kan goede resultaten opleveren.

Van de ontwikkeling van waterplanten en draadalgens in de beschutte gebieden achter vooroeverdammen profiteren de watervogels.



**Figuur 36**

Doelvariabelen voor vegetatie:  
 geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie.  
 Target variables for vegetation:  
 calculated and historical reference relative to the present situation

## 8. Vissen

J.G.P. Klein Breteler

**Het mondingsgebied van de grote rivieren vormt het leefgebied voor riviergebonden en voor mariene vissen. Daarnaast is de overgang tussen rivier en zee van belang voor trekvis- sen. Door de afsluiting van het Haringvliet is de visfauna veranderd.**

De vóór 1970 in het Haringvliet voorkomende visfauna werd gedomineerd door mariene soorten zoals Tong en Dikkopje. In het Hollandsch Diep kwamen zowel zoet- als zoutwatersoorten voor [13]. Tegenwoordig zijn de mariene soorten in het gebied vrijwel verdwenen.

In de afgelopen eeuw is vooral een aantal van de stroomminnende vissoorten in voorkomen sterk achteruit gegaan. Voor de liefhebbers van stagnant, plantenrijk water en voor de soorten die ongevoelig zijn voor stroming lijkt er in de Biesbosch al sinds 1930 niet veel gewijzigd te zijn [6], maar sinds 1970 wel in het Haringvliet en Hollandsch Diep.

De belangrijkste oorzaken van de veranderingen in de visfauna in de afgelopen eeuw liggen in de

uitvoering van grote waterstaatkundige werken. In de tweede helft van de vorige eeuw is de Nieuwe Merwede aangelegd en is de gehele noordrand van de Noordwaard van de Brabantsche Biesbosch bedijkt. Daarmee werd het Rijnwater voor een belangrijk deel door de Nieuwe Merwede afgevoerd en verloren de overige kreken in de Brabantsche en Dordtsche Biesbosch hun afvoerende functie. De dynamiek in de kreken ging daardoor voor een deel verloren en de visstand paste zich qua soortensamenstelling aan. Door het ontbreken van een goede monitoring konden deze veranderingen tot aan het moment van afsluiting van het Haringvliet door de Haringvlietdam in 1970 echter vrijwel alleen maar worden gesignaleerd voor die soorten die voor de commerciële visserij interessant waren.

Van de stroomminnende soorten zijn vooral de naar zee trekkende soorten van stromend water in de afgelopen eeuw vrijwel verdwenen. Andere soorten zijn in mindere mate achteruit gegaan. Soortgelijke bevindingen werden op de Rijn,

Waal, IJssel en Maas [10] en op de Grensmaas [17] geconstateerd. De niet-trekkende stromend-watersoorten zijn nooit veelvuldig in het gebied aanwezig geweest en maakten vrijwel zonder uitzondering alleen incidenteel gebruik van het benedenrivierengebied als opvang (laatste refugium) in periodes met hoge rivierafvoeren.

Algemeen wordt aangenomen dat de knelpunten voor de trekkende aan stromend water gebonden (anadrome) soorten zich in het verleden vooral hebben voorgedaan door menselijke ingrepen in de paai- en opgroeihabitats bovengstrooms van het benedenrivierengebied. Ook door mensen opgeworpen harde migratiebelemmeringen (dammen, stuwen, waterkrachtcentrales) of fysisch/chemische blokkades van de migratieroutes (zuurstof, temperatuur, toxicanten) voor de anadrome soorten kunnen in dit verband worden genoemd. Aannemelijk is daarbij dat de grootschalige visserij vooral voor langlevende soorten zoals de Steur en de Elft bijgedragen heeft in het uitsterven van deze

### Terugkeer van de Fint?

Fint behoort tot de haringachtigen. De soort bereikt een maximale lengte van 55 cm. De volwassen Fint leeft op zee in de bovenste waterlagen langs de kust. De dieren paaiden vroeger in de Nederlandse binnenwateren op de grens van brak/zoet water in de laatste drie weken van mei. De eieren van Fint worden pelagisch afgezet boven zand- en grindbanken. Ze zwellen op en zakken langzaam naar de bodem. Als daar slib ligt, zullen de eieren stikken doordat dit eraan vast kleeft en de zuurstof consumeert. De eieren worden afgezet op plaatsen met een flinke getijdewerking. Door de stroming en de getijdeinvloed worden de eitjes slechts langzaam richting zee getransporteerd [7].

De juvenielen groeien op in het estuarium, waar ze uiterlijk tot november blijven. Vervolgens trekken ze naar zee. Het voedsel van de eerste levensstadia van de Fint bestaat uit klein, dierlijk plankton. Later staan grotere kreeftachtigen en visbroed op het menu. Volwassen finten eten vis.

In de sterkte van de jaarklassen komen jaarlijkse fluctuaties voor. Deze fluctuaties worden waarschijnlijk veroorzaakt door klimatologische omstandigheden [3,5]. Een hoge afvoer van de rivier tijdens de paai-periode en vlak daarna, kan een negatief effect op de sterkte van de jaarklasse hebben doordat de eieren en juvenielen te snel naar zee afdrijven en aldus verloren gaan. De eieren en juvenielen zijn nog niet bestand tegen het zoute water en drogen uit.

Voor de voortplanting heeft Fint dus een zoetwatergetijdegebied nodig op voldoende afstand van de zee om niet voortijdig in het zoute water terecht te komen en de juvenielen een mogelijkheid te bieden onderweg

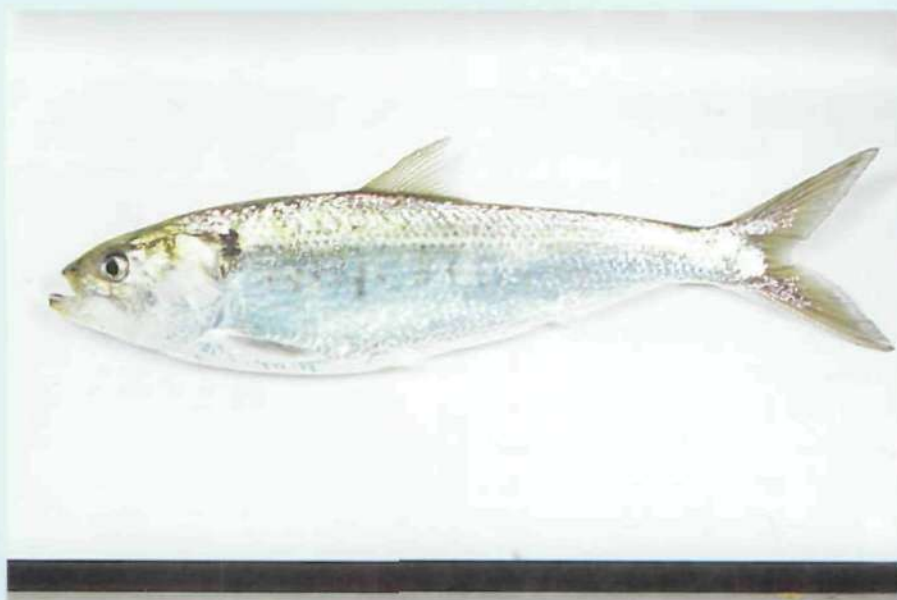


Foto 17

naar zee een opgroei-habitat te vinden. In het benedenrivierengebied is een dergelijke situatie momenteel niet meer te vinden. Vóór de afsluiting van het Haringvliet nog wel. Het is nog maar de vraag of een mogelijk in de toekomst gewijzigd spui-beheer van de Haringvlietluisen voor Fint weer hernieuwde paai-

en opgroeimogelijkheden zal opleveren. In de periode van paai zal er een voortdurende grote getijdebeweging moeten zijn. En wanneer de zoet/zoutgrens in het Haringvliet komt te liggen, komt de paaiplaats te dicht in de buurt van de zee en zullen de eieren vermoedelijk omkomen.



Foto 18  
Voor het vissonderzoek zijn aalfuiken bemonsterd.

soorten in het stroomgebied van Rijn en Maas [3,4,5].

De achteruitgang van de gedeeltelijk aan stromend water gebonden soorten bleek in de afgelopen eeuw vooral van toepassing op de Riviergrondel en de Kwabaal en deed zich over vrijwel het gehele land voor [10] vooral als gevolg van de afsluiting van zijwateren en het verloren gaan van beschutting.

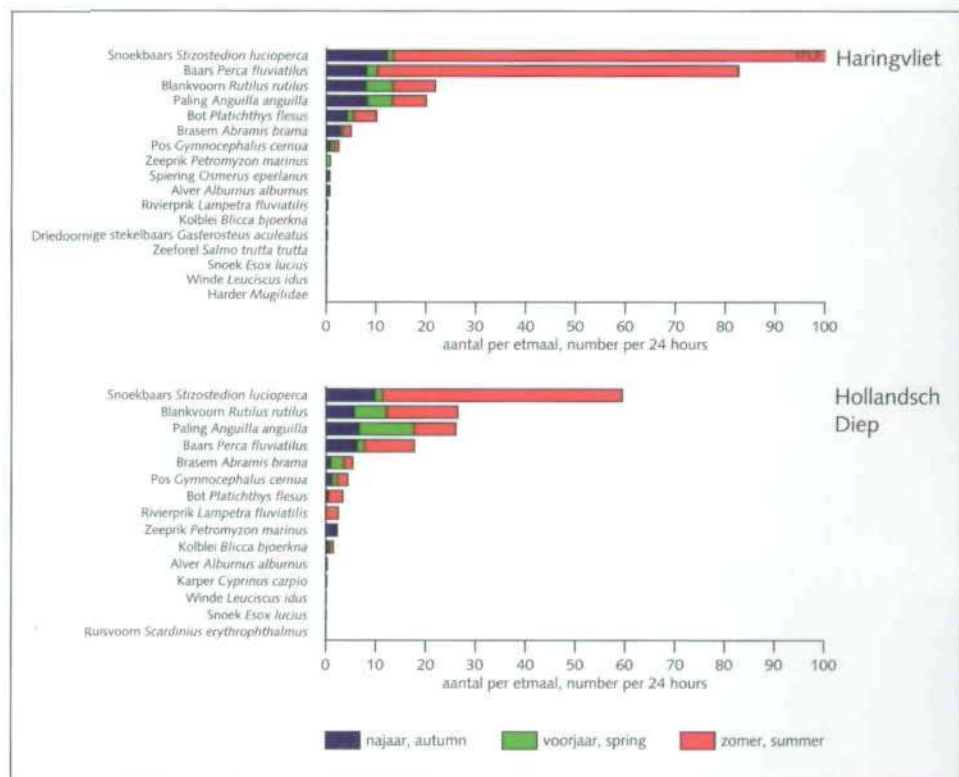
Voor de achteruitgang van de aan stromend brak water gebonden vissen zijn verscheidene oorzaken aangedragen. De Groot [3,5] noemde als oorzaken voor het verdwijnen van de Fint de uitvoering van de Deltawerken, vernietiging van paaihabitat door rivierverbeteringen en vervuiling. Vooral de afsluiting van het Haringvliet en het daarna gevoerde spuibeheer hebben vermoedelijk een negatief effect gehad op de migratiemogelijkheden van soorten zoals Spiering en Driedoornige stekelbaars (en in mindere mate Bot), vrij kleine vissoorten die dus een relatief geringe spritsnelheid hebben.

## Resultaten

In de benedenrivieren vindt fuikenvisserij plaats. Deze visserij is gericht op de vangst van Aal. In

de periode van najaar 1992 tot najaar 1994 zijn de (bij)vangsten in een aantal van deze fuiken, verspreid over het gebied en in verschillende seizoenen, bemonsterd [14,15,16]. Gelet op de geografische ligging van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch zullen in de huidige situatie alle in Nederland voorkomende vissoorten hier voorkomen [6]. Een aantal soorten die in de middenloop en bovenloop van rivieren voorkomen (vooral de niet trekkende aan stromend water gebonden vissoorten), komt incidenteel in de winter tijdens hoge rivierafvoeren in het benedenrivierengebied in de fuiken terecht en kunnen als dwaalgast worden beschouwd.

In het algemeen zijn vangtuigen selectief ten aanzien van de aanwezige visstand en de afmetingen van de soorten. Dat geldt ook voor fuiken, die primair worden aangewend om Aal te vangen. De vangsten op zich zullen niet



Figuur 37

Aantal gevangen exemplaren per vissoort in voorjaar, zomer en najaar van 1991-1994, gemiddeld per fuik per etmaal. Jonge Snoekbaars domineert in het Hollandsch Diep sterk en in het Haringvliet zeer sterk. De soortensamenstelling in de vangsten komt in beide wateren vrijwel met elkaar overeen. In het Haringvliet zijn echter Tiendoornige stekelbaars, Kroeskarper, Meerval en Barbeel in het geheel niet in de fuiken gevangen. In het Hollandsch Diep ontbreken Zalm, Riviergrondel, Beekforel en marene.

*Fyke-net catches in the springs, summers and autumns of 1991-1994 (numbers per twenty-four hours' period per fyke-net) were dominated by juvenile Stizostedion lucioperca in the Hollandsch Diep and even more so in the Haringvliet. The composition of the species in the catches is almost identical in both waters. However, in the Haringvliet Pungitius pungitius, Carassius carassius, Silurus glanis and Barbus barbus have not been caught at all. In the Hollandsch Diep, Salmo salar, Gobio gobio, Salmo trutta fario and Coregonus spec. have not been caught.*

representatief zijn voor de visstand, maar wanneer de fuiken enkele jaren lang regelmatig bemonsterd worden, ontstaat toch een beeld van de voorkomende soorten. Ook seizoensfluctuaties zijn in de vangsten waarneembaar.

### Haringvliet

In totaal zijn in het Haringvliet 27 soorten zoetwatervissen en verscheidene soorten harders gevangen. In de gemiddelde vangst, uitgedrukt in aantal per etmaal per fuik, domineren in alle seizoenen soorten die niet afhankelijk zijn van stromend water. In zomer en najaar zijn dit vooral Snoekbaars en Baars (fig. 37). Van de karperachtigen komt Blankvoorn het meest voor. Ook Aal is veel gevangen. De zomer-, najaars- en voorjaarsvangsten verschillen vooral van elkaar door de mate van voorkomen van jonge Snoekbaars en Baars. Een duidelijke invloed van een aangepast beheer van de spuisluizen in het Haringvliet - dat in het voorjaar van 1994 op proef is uitgevoerd ten behoeve van de visintrek - op de dominante vissoorten in de fuiken is niet vastgesteld. In een demonstratie-opstelling van fuiken bij vloedopenstelling van de spuisluizen is echter drie keer zoveel vis gevangen als bij het normale beheer van de spuisluizen [9]. Er is vooral een sterke toename waargenomen van Driedoornige

stekelbaars en van de zoutwatersoorten Haring, Sprot en Wijting.

### Hollandsch Diep

In het Hollandsch Diep zijn 27 soorten zoetwatervissen en verscheidene soorten harders gevangen. De gemiddelde vangst (in aantal per etmaal per fuik) wordt in alle seizoenen gedomineerd door soorten die niet afhankelijk zijn van stromend water. Vooral Snoekbaars komt veel voor in de zomer (fig. 37). Ook Blankvoorn en Aal zijn veel gevangen. De grootte van de vangst van baarsachtigen is in het Hollandsch Diep ten opzichte van het Haringvliet gemiddeld over de seizoenen wat lager, uitgezonderd Pos. Karperachtigen, vooral Blankvoorn, komen echter wat meer in de vangst voor. De zomer-, najaars- en voorjaarsvangsten verschillen vooral van elkaar door de mate van voorkomen in de vangst van Snoekbaars, Baars, Blankvoorn en Aal. Net als in het Haringvliet zijn de baarsachtigen in het voorjaar grotendeels verdwenen. In het voorjaar zijn vooral Aal, Blankvoorn en Brasem veel gevangen.

## Ontwikkelingen en trends

### vóór de afsluiting

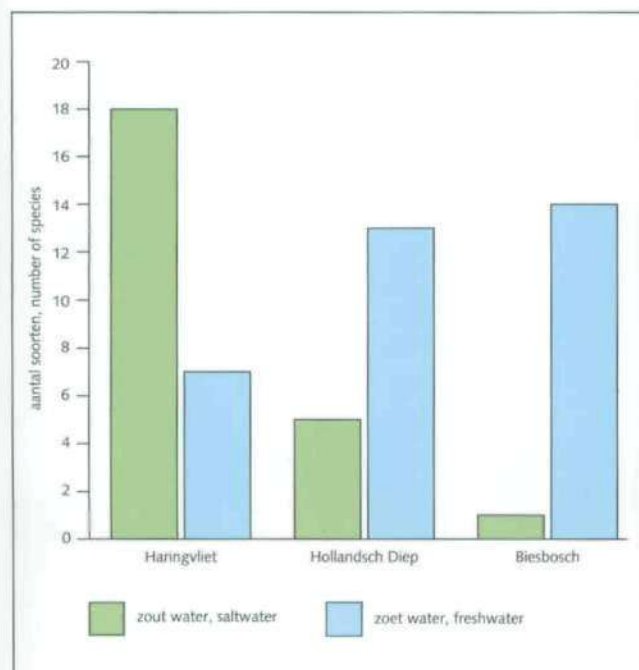
In de zestiger jaren heeft het toenmalige Hydrobiologisch Instituut het Haringvliet, Hollandsch Diep en de benedenrivieren regelmatig bemonsterd [13]. Op 9 vistochten in uiteenlopende maanden van het jaar is met een garnalenkor of oesterkor gevist. Deze gegevens zijn in kwantitatieve zin niet goed vergelijkbaar met de gegevens van na de afsluiting van het Haringvliet.

De beschikbare gegevens laten zien dat in het Haringvliet de visstand overwegend nog uit mariene soorten bestaat (fig. 38). In het Hollandsch Diep zijn maar vijf mariene soorten gevangen en in de Biesbosch één. Brakwatergrondel, Bot, Spiering, Driedoornige stekelbaars, Fint en Aal komen in het Hollandsch Diep en in de benedenrivieren voor. In het meest oostelijke gedeelte van het Haringvliet en verder oostwaarts zijn Brasem en Blankvoorn gevangen. Bot is overal het sterkst vertegenwoordigd in de vangst en komt het meest voor in het Hollandsch Diep (1380 botjes per uur korren).

### direct na de afsluiting

Van 1971-1975 bevist de Directie Visserijen van het toenmalige Ministerie van Landbouw en Visserij jaarlijks het Haringvliet en Hollandsch Diep met een kor, eveneens in verschillende maanden van het jaar. Door seizoensverschillen zijn de vangstgegevens uit deze jaren niet goed kwantitatief vergelijkbaar met de vangstgegevens vanaf 1976.

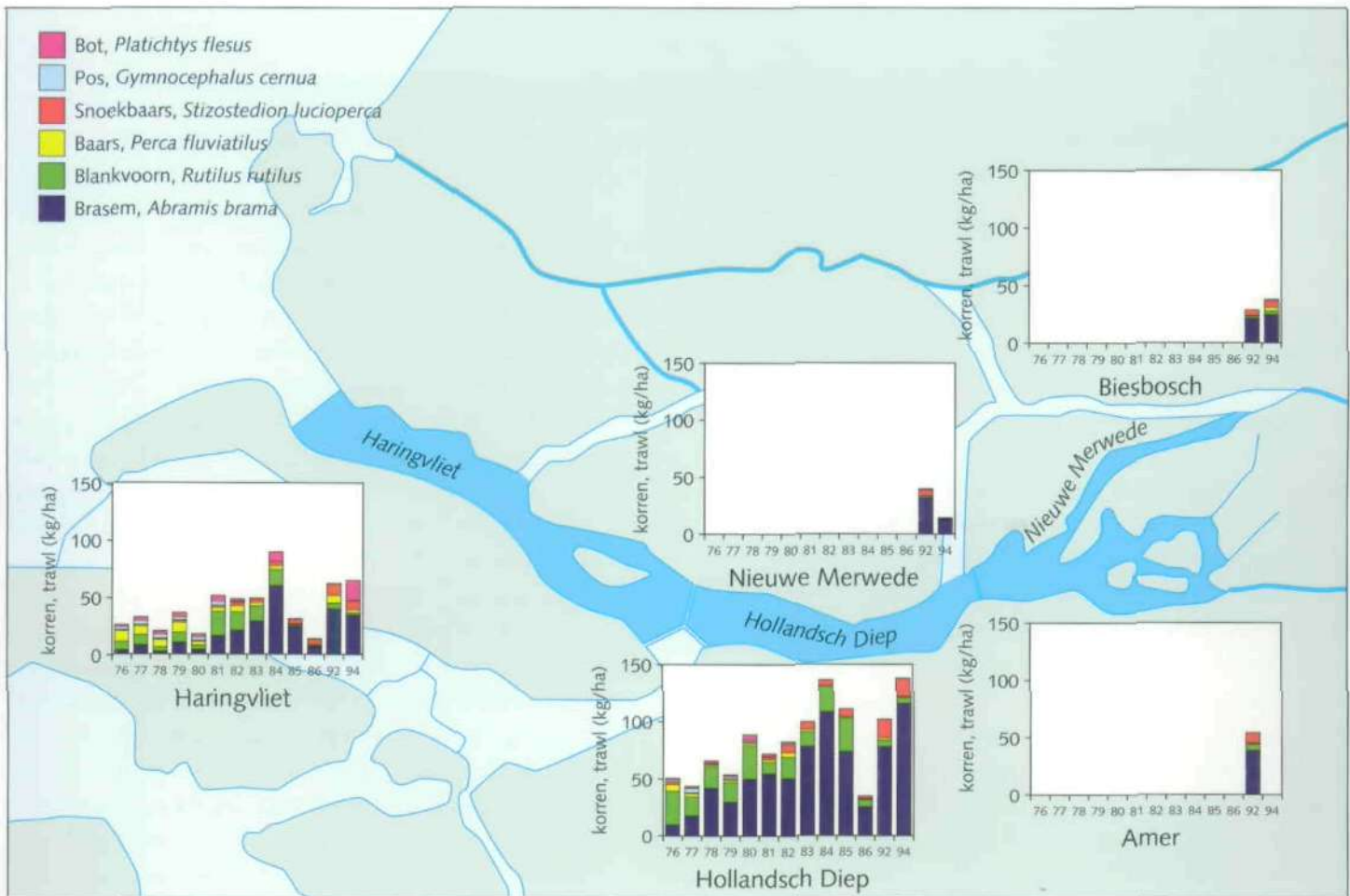
In het Haringvliet ontwikkelt zich een zoetwatervisbestand met vooral Blankvoorn, Brasem en Baars [11,12]. De aanvankelijk sterke populatie van jonge Bot neemt in die jaren af. Snoekbaars komt nog nauwelijks voor. Pos is in grote aantallen aanwezig. De groei van de vissen is in het algemeen snel. Blankvoorn groeit in 5 jaar tijd naar een lengte van 23 cm, Baars in twee jaar naar 18 cm, Brasem in 4 jaar naar 30 cm. Als bijzondere vangsten zijn 8 Finten en een Elft gemeld.



**Figuur 38**

Aantal zoet- en zoutwatervissoorten in het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch in de jaren voor de afsluiting. De vangsten met de kor in de periode vlak vóór de afsluiting van het Haringvliet laten zien dat mariene soorten de visstand in het Haringvliet domineren. De aangetroffen zoetwatersoorten zijn vrijwel zonder uitzondering aan stromend brak water gebonden soorten.

*Number of freshwater and salt-water fish in the Haringvliet, the Hollandsch Diep and the Biesbosch in the years preceding enclosure. Catches with the trawl net (number of species caught) in the period just before the damming off of the Haringvliet show that the fish stock in the Haringvliet was dominated by marine species. Almost without exception the freshwater species encountered were estuarine rheophilus species.*



**Figuur 39**

Korvangsten van 1976-1994 in Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede, Brabantsche Biesbosch en Amer; in 1987-1991 en in 1993 is niet gevisd. De vangsten met de kor (kg/ha vissen) in het najaar in het Haringvliet en Hollandsch Diep stijgen geleidelijk in 1976-1994. Blankvoorn en Baars domineren nog in 1976. Later neemt Brasem het grootste gedeelte van de vangst in beslag. Snoekbaars komt in recente jaren ook veel voor en Bot met name in 1994 in het Haringvliet. Pos komt weinig voor in de vangst. Andere vissoorten komen nog minder voor (< 0.05 kg/ha).

Catches with trawl nets in the Haringvliet, the Nieuwe Merwede, the Brabantse Biesbosch and the Amer in the years 1976-1994; there was no fishing in the years from 1987 to 1991 nor in 1993. *Rutilus rutilus* and *Perca fluviatilis* still dominated in 1976. In later years most of the catch was *Abramis brama*. In recent years *Stizostedion lucioperca* was also abundant and, especially in 1994, *Platichthys flesus* in the Haringvliet. *Gymnocephalus cernua* and other fish species were even more rare in the catches (< 0.05 kg/ha).



**Foto 19**

De gevangen vissen worden gemeten. Op de foto wordt de lengte van een vinde bepaald.

## na 1976

In de periode 1976-1986 bemonstert de Directie Visserijen het Haringvliet en het Hollandsch Diep jaarlijks met een kor [19] en in 1992 en 1994 voert het RIVO het onderzoek uit [2,18]. Het RIVO bevisst ook de Nieuwe Merwede, de Amer en de Biesbosch. Al deze bemonsteringen worden in het najaar uitgevoerd. Door de vergelijkbaarheid van de bemonsteringsmethoden en -periodes vanaf 1976 kunnen de visstandsgegevens van de dominante soorten vanaf dat jaar in beeld worden gebracht (fig. 39).

## Haringvliet

De vangsten met de kor (kg/ha vissen) in het najaar in het Haringvliet stijgen tussen 1976 en 1994 geleidelijk. In de tweede helft van de 70-er



jaren is in totaal gemiddeld 29 kg/ha korren gevangen, in de tachtiger jaren 43 kg/ha en in de eerste helft van de negentiger jaren 63 kg/ha. Blankvoorn, Brasem en Baars domineren aanvankelijk de vangst. In de tachtiger jaren neemt Brasem het grootste gedeelte van de vangst in beslag en in mindere mate Blankvoorn. In de vangsten in 1992 en 1994 is Brasem in gewicht veruit de belangrijkste soort. Snoekbaars en Bot nemen een gedeelte tweede plaats in. Pos en andere vissoorten komen op gewichtsbasis weinig voor in de vangst. Eén derde van de gevangen Brasem is dan groter dan 30 cm; meer dan de helft van de Blankvoorn en meer dan een derde van de Baars is groter dan 20 cm. Deze populaties vertonen daarmee een samenstelling van relatief veel, grote individuen. Slechts 6 % van de Snoekbaars is groter dan 20 cm. In oktober 1994 zijn duizenden jonge Botjes gevangen. Dit houdt waarschijnlijk verband met de visintrekproef die in maart 1994 is gehouden [9]. Omdat zoveel jonge Snoekbaars en Bot voorkomen, lijkt het Haringvliet een belangrijke opgroeiplaats voor deze soorten te zijn. Het broed van de Snoekbaars zou echter ook van bovenstroomse gedeelten van de grote rivieren afkomstig kunnen zijn.

### Hollandsch Diep

In het Hollandsch Diep stijgen de vangsten met de kor (kg/ha vissen) in het najaar in de periode van 1976 tot 1994 eveneens geleidelijk. Ze zijn gemiddeld ongeveer twee zo hoog als die in het Haringvliet. In de tweede helft van de zeventiger jaren is in totaal gemiddeld 54 kg/ha korren gevangen, in de tachtiger jaren 89 kg/ha en in de eerste helft van de 90-er jaren 120 kg/ha. De toename in de totale vangst is voornamelijk het resultaat van de expansie van Brasem. Deze soort domineert in de negentiger jaren de vangst. De vangst van Blankvoorn fluctueert tot 1986 sterk en neemt daarna af. Baars is in 1976 nog wel met 6 kg/ha aanwezig maar neemt snel daarna af. Snoekbaars komt in de tachtiger jaren weinig voor en neemt in de negentiger jaren toe. Deze soort is recentelijk tot de in biomassa tweede soort uitgegroeid en neemt als predator een dominante positie in. Pos, Bot en andere vissoorten

komen op gewichtsbasis weinig voor in de vangsten met de kor. In 1992 en 1994 is 38 % van de Brasem groter dan 30 cm; 89 % van de Blankvoorn, 83 % van de Baars en 20 % van de Snoekbaars is groter dan 20 cm. Deze populaties hebben daarmee een samenstelling van relatief veel, grote individuen. In tegenstelling tot het Haringvliet lijkt de betekenis van het Hollandsch Diep voor de opgroei van jonge Snoekbaars en Bot gering.

### Biesbosch, Nieuwe Merwede en Amer

Ook in de Biesbosch en de Nieuwe Merwede (in 1992 en 1994) en in de Amer (in 1992) domineert Brasem de vangsten met de kor (kg/ha vissen) in het najaar. In de Biesbosch wordt van deze soort gemiddeld 23 kg/ha korren gevangen, in de Nieuwe Merwede 28 kg/ha en in de Amer 39 kg/ha. Snoekbaars en Blankvoorn komen relatief veel voor in de vangst in de Amer en de Biesbosch maar niet in de Nieuwe Merwede. In Biesbosch en Amer wordt veel jonge Brasem en Blankvoorn aangetroffen.

## AMOEBE

Absolute biomassa's van visstanden zijn slechts zelden bekend. In een recente studie zijn echter van de Fint, Spiering, Steur, Zeeforel, Snoek, Brasem en Snoekbaars (de AMOEBE-soorten) de biomassa's in het benedenrivierengebied berekend in de historische en in de huidige situatie [1]. De berekeningsmethode is gebaseerd op een inschatting van de oppervlakte geschikt habitat. De berekening koppelt deze oppervlakte aan een uit de literatuur bekende biomassa of dichtheid per eenheid geschikt habitat. Enkele kanttekeningen moeten daarbij worden gemaakt.

De naar zoet water trekkende Steur en Zeeforel gebruikten in de historische situatie het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch als migratieroute tijdens de paaitrek en ook als adaptatie- en rustgebied. Vermoedelijk gebruikte juveniele Steur het gebied om op te groeien. Fint en Spiering plantten zich in het verleden in de benedenrivieren vermoedelijk slechts voor een beperkt deel in de Nieuwe Merwede en Amer

ter hoogte van de Biesbosch voort en voor het merendeel oostelijk daarvan. Het broed van deze soorten gebruikte het Haringvliet en Hollandsch Diep als opgroei gebied. De berekende biomassa's en aantallen van de naar zoet water trekkende AMOEBE-soorten hebben betrekking op de adulte dieren en niet op de in het gebied opgroeiende juvenielen.

Een andere kanttekening is dat de volgens deze methode verkregen biomassa's voor bijvoorbeeld Brasem hoger uitvallen dan de aangetroffen biomassa per hectare korren. Maar een vangtuig zoals een kor zal met een geringere efficiëntie dan 100 % vissen, wat onder andere afhankelijk is van het seizoen. De vangsten met de kor zijn in het najaar uitgevoerd. De berekende biomassa's sluiten voor bijvoorbeeld de Brasem aan bij de situatie in de zomer.

### Haringvliet en Hollandsch Diep

In beide wateren is de biomassa van zowel Fint als Spiering ten opzichte van de historische referentie met driekwart afgenomen tot 7,5 respectievelijk 21 kg/ha. Bij een autonome ontwikkeling wordt voor deze soorten geen verandering ten opzichte van de huidige situatie verwacht. De populatie Steur, oorspronkelijk ongeveer 2500 dieren, is uitgestorven. Herstel van de populatie bij een autonome ontwikkeling wordt niet verwacht. De populatie Zeeforel is met 80 % afgenomen tot 7800 dieren. Een verbetering daarvan bij autonome ontwikkeling wordt niet voorzien. Snoekbaars is in 1888 voor het eerst in ons land gevangen [8]. Pas in de zestiger jaren werd de soort talrijk in de Biesbosch en omgeving. In de historische situatie kwam de soort dan ook niet voor. In de huidige situatie wordt de biomassa geschat op ca. 48 kg/ha. Bij een autonome ontwikkeling wordt daar weinig verandering in verwacht.

In de periode voor de afsluiting van het Haringvliet was Brasem, evenals een aantal andere zoetwater vissoorten, in het Hollandsch Diep vrij dominant aanwezig [13]. Ook Snoek kwam daar vermoedelijk voor. Schattingen van de biomassa's van Brasem en Snoek in het Hollandsch Diep voor de afsluiting van het Haringvliet zijn echter niet beschikbaar. In het Haringvliet waren beide

soorten afwezig. In de huidige situatie wordt de biomassa van Brasem in het Haringvliet op ongeveer 500 kg/ha geschat en in het Hollandsch Diep op 358 kg/ha. Bij een autonome ontwikkeling zal daar weinig aan veranderen. Snoek bereikt thans in het Haringvliet een biomassa van 14 kg/ha en in het Hollandsch Diep 1,5 kg/ha. Vooral in het Hollandsch Diep zal de biomassa

van deze soort door ontwikkeling van de vegetatie naar verwachting sterk toenemen.

#### Biesbosch, Nieuwe Merwede en Amer

In dit gebied is de biomassa van de Fint ten opzichte van de historische referentie met 93 % afgenomen tot 7,5 kg/ha. De biomassa van Spiering

is afgenomen met 89 % tot 21 kg/ha [1]. De populatie Steur had in de historische situatie een omvang van ruim 200 dieren en is ook hier volledig verdwenen. Bij een autonome ontwikkeling van het gebied zal hier niets aan veranderen.

Van Zeeforel en Snoekbaars zijn er voor de historische en de huidige situatie geen biomassa- of aantalsschattingen. Aangenomen mag worden dat Nieuwe Merwede en Amer als migratieroute voor Zeeforel dienst doen of hebben gedaan. Snoekbaars komt momenteel in het gebied veelvuldig voor en is de belangrijkste predator [2,18].

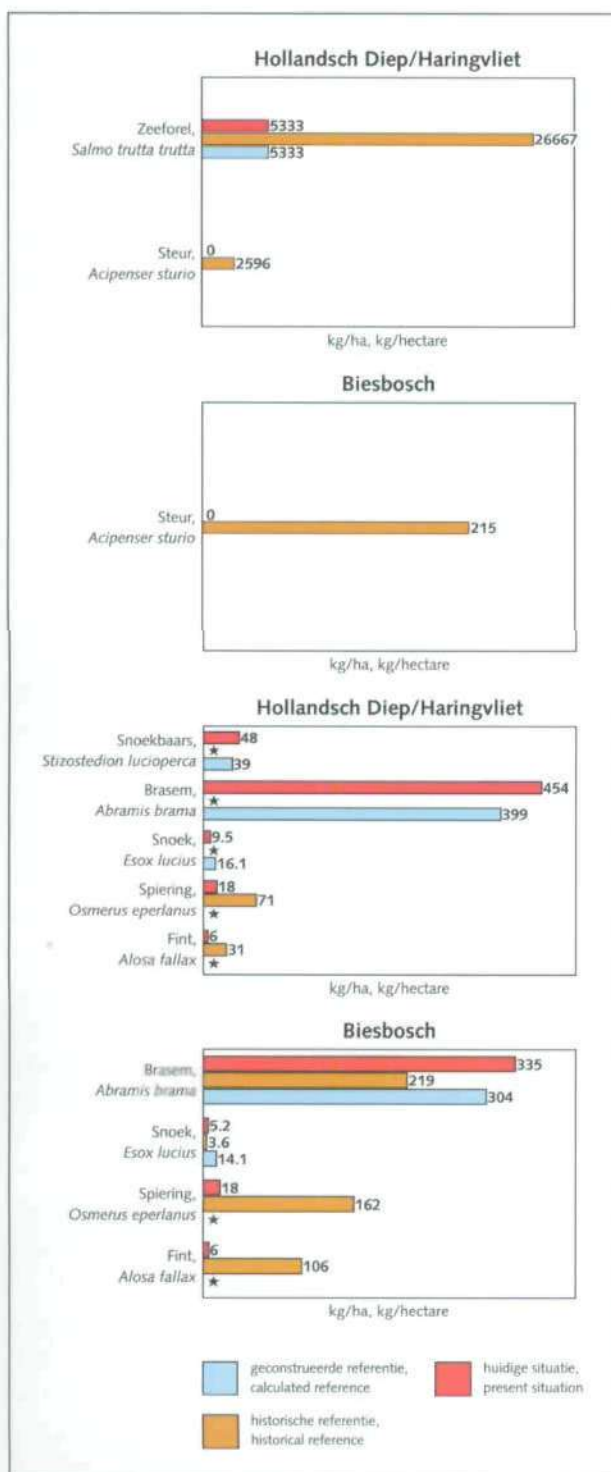
De biomassa van Brasem is ten opzichte van de historische referentie met 53 % toegenomen en bedraagt thans naar schatting 335 kg/ha. Die van Snoek is stabiel gebleven op ca. 5,8 kg/ha. Brasem zal bij een autonome ontwikkeling nog toenemen.

## Conclusies

Brasem is momenteel in het gehele gebied veruit dominant. Snoekbaars is in de jaren >90 de belangrijkste predator.

De benedenrivieren zijn van oudsher paaien opgroeigebieden voor trekkende stromend-watersoorten. Het onbereikbaar maken van deze gebieden voor Spiering, Bot en Driedoornige stekelbaars door de uitvoering van de Delta-werken en de vernietiging van de paaigebieden van de Fint door het verminderde getijdeverschil heeft geresulteerd in een sterke achteruitgang van deze soorten.

Ook de mariene vissoorten zijn uit het Haringvliet verdwenen. Deze zijn vervangen door zoet-watervissoorten. De diversiteit in de visstand van het gehele gebied van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch is daardoor sterk afgenomen. Het Haringvliet en Hollandsch Diep zijn door Baars, Blankvoorn en Brasem met succes gekoloniseerd. Bot is voor een belangrijk deel verdwenen. De biomassa van Brasem neemt geleidelijk toe.



Figuur 40

Doelvariabelen voor vis: geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie.

Target variables for fishes: calculated and historical reference relative to the present situation.

## 9. Watervogels

Kees Koffijberg, Ronald Zollinger en Rob ter Horst

**Watervogels vervullen een belangrijke rol als indicator voor het beleid en beheer van watersystemen. Als viseters, planteneters of bodemfauna-eters zijn ze afhankelijk van de lagere trofische niveaus. Ook geven ze een afspiegeling van de relaties met de omliggende gebieden.**

Door regionale overheden en/of vogelwerkgroepen worden al jarenlang tellingen van watervogels uitgevoerd in de rijkswateren. In 1992 zijn deze activiteiten gebundeld in het kader van de Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Gedurende een groot deel van het jaar worden in deze wateren nu maandelijks watervogels geteld. SOVON Vogelonderzoek Nederland treedt hierbij op als landelijk coördinator, in opdracht van RIZA en IKC-Natuurbeheer [25,26,28]. In de Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet is er al sinds het begin van de jaren zeventig een telprogramma voor watervogels. Het open water wordt daarbij geteld vanaf boten, de oevergebieden vanaf het land. De landtellingen worden meestal uitgevoerd door vrijwilligers. De boottellingen werden aanvankelijk georganiseerd door de Deltadienst (DDMI, tegenwoordig RIKZ), Staatsbosbeheer en NBLF-Zuid-Holland. Tegenwoordig wordt hiervoor samengewerkt tussen de Provincie Zuid-Holland, Staatsbosbeheer en de Directie Zuid-Holland van Rijkswaterstaat.

In dit hoofdstuk is voor de beschrijving van het voorkomen van watervogels in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet in 1994 gebruik gemaakt van maandelijks tellingen tussen oktober en maart in het seizoen 1993/94. In die periode zijn de grootste aantallen watervogels aanwezig. Een goede reconstructie van de ontwikkeling in de vogelbevolking die zich over een langere reeks van jaren heeft afgespeeld is moeilijk, omdat veranderingen in telspanning en de gegevensverwerking een heldere interpretatie van de resultaten in de weg staan. Alleen voor het Hollandsch Diep en Haringvliet is een reeks tellingen beschikbaar die op grond van methodiek en volledigheid goed bruikbaar is om langetermijntrends te presenteren. Hiervoor is in de jaren 1971/72-1993/94 het seizoensmaximum bepaald. Ook is informatie gebruikt uit het seizoen 1966/67 [29], die als indicatie kan dienen

voor de situatie van vóór de afsluiting van het Haringvliet. Voor de Biesbosch (incl. Nieuwe Merwede en Amer) is geput uit resultaten van januari-tellingen (1967-1994) en overzichtspublicaties.

### Resultaten

#### seizoen 1993/94

In het seizoen 1993/94 zijn 62 verschillende soorten watervogels (inclusief steltlopers en meeuwen) in het gebied aangetroffen (tabel 5). De grootste aantallen waren aanwezig van

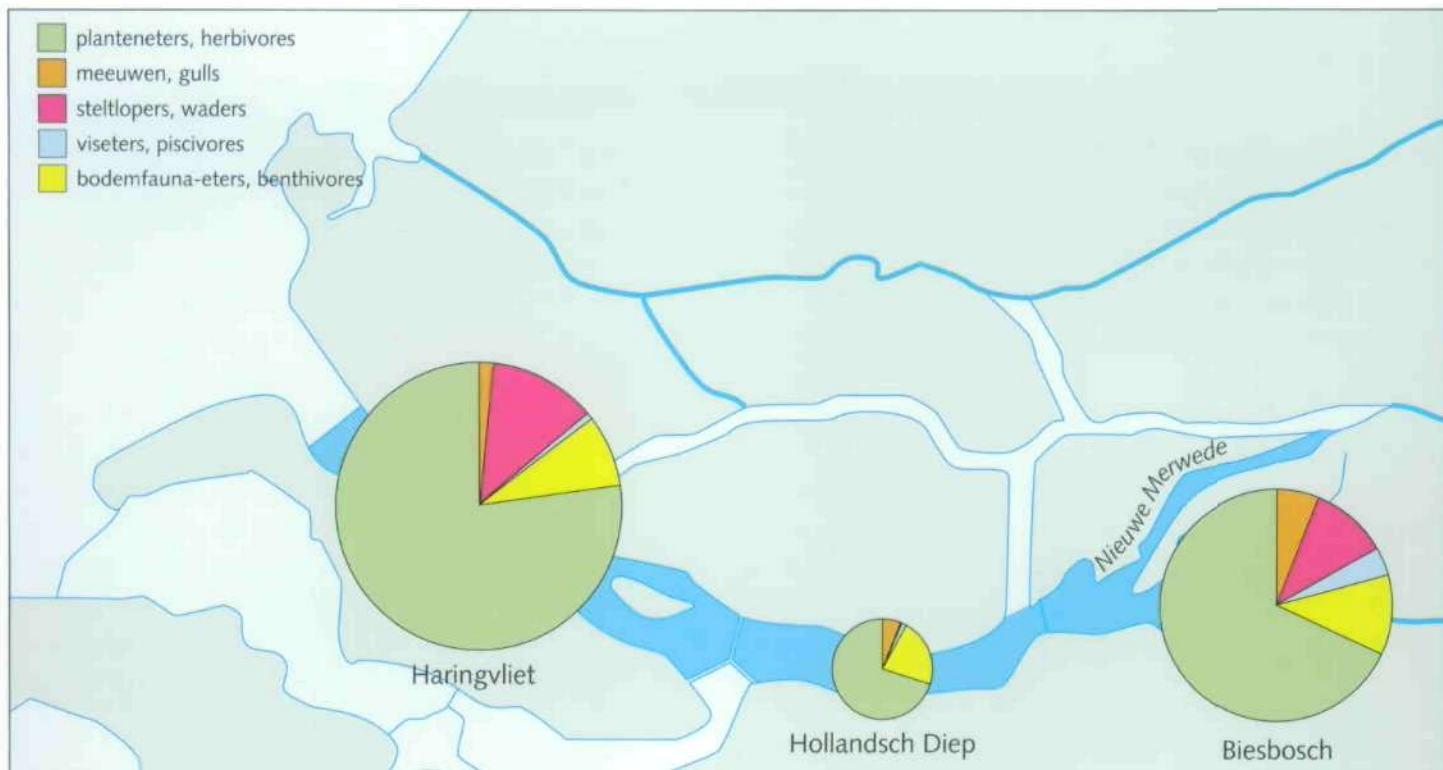
november tot en met februari, met een maximum in december (279.000 vogels). Door het hele seizoen heen zaten de grootste concentraties op het Haringvliet, gevolgd door de Biesbosch en het Hollandsch Diep (fig. 41). Gerekend naar het aantal vogeldagen, doorgebracht van oktober tot en met maart, zijn de planteneters (herbivoren) in alle drie de deelgebieden dominant, steeds zo'n 70 % van het totale aantal (fig. 41). Het gaat hierbij voornamelijk om ganzen, zwanen en grondeenden: soorten die foerageren op waterplanten en gras. Met name de graseters zijn erg talrijk en bevolken in grote aantallen de buitendijkse grasgorzen. De meest algemene soorten zijn Grauwe gans, Brandgans, Smient, Wilde

**Tabel 5**

Maxima van watervogels in de periode oktober 1993 - maart 1994 in de Biesbosch, het Hollandsch Diep, het Haringvliet en het gehele gebied. Tevens gegeven zijn de 1 % norm (Meininger *et al.* 1995) en de overschrijding daarvan in het hele gebied. Aantallen die de 1 % norm overschrijden zijn vetgedrukt.

Maximum numbers of waterbirds, October 1993 - March 1994. Numbers that exceed 1 % of the Western-Palearctic population are printed fat.

soort species	Biesbosch	Hollandsch Diep	Haringvliet	totaal	1%-norm	x1 %
Fuut						
<i>Podiceps cristatus</i>	950	82	169	<b>1143</b>	1000	1,1
Aalscholver						
<i>Phalacrocorax carbo</i>	1269	227	248	1687	2000	0,8
Knobbelzwaan						
<i>Cygnus olor</i>	76	18	86	129	1800	0,1
Kleine zwaan						
<i>Cygnus columbianus</i>	<b>363</b>	0	112	<b>475</b>	170	2,8
Kolgans						
<i>Anser albifrons</i>	<b>8980</b>	2590	1285	<b>9104</b>	4500	2,0
Grauwe gans						
<i>Anser anser</i>	<b>4753</b>	<b>2513</b>	<b>4134</b>	<b>7785</b>	1200	6,5
Brandgans						
<i>Branta leucopsis</i>	<b>7328</b>	<b>3000</b>	<b>16304</b>	<b>20805</b>	1200	17,3
Smient						
<i>Anas penelope</i>	<b>13933</b>	<b>6480</b>	<b>24519</b>	<b>41136</b>	7500	5,5
Krakeend						
<i>Anas strepera</i>	<b>886</b>	184	<b>425</b>	<b>1421</b>	250	5,7
Wintertaling						
<i>Anas crecca</i>	1308	172	631	1924	4000	0,5
Wilde Eend						
<i>Anas platyrhynchos</i>	12043	15034	11953	<b>35944</b>	20000	1,8
Tafeleend						
<i>Aythya ferina</i>	774	210	344	1017	3500	0,3
Kuifeend						
<i>Aythya fuligula</i>	<b>8291</b>	7192	5898	<b>18277</b>	7500	2,4
Nonnetje						
<i>Mergus albellus</i>	102	18	48	<b>161</b>	150	1,1
Grote zaagbek						
<i>Mergus merganser</i>	167	52	43	249	1500	0,2
Meerkoet						
<i>Fulica atra</i>	2575	615	2375	4503	15000	0,3
Goudplevier						
<i>Pluvialis apricaria</i>	200	0	5500	5500	18000	0,3
Kievit						
<i>Vanellus vanellus</i>	<b>20734</b>	150	8150	<b>28884</b>	20000	1,4
Kokmeeuw						
<i>Larus ridibundus</i>	6481	2114	818	7366	20000	0,4



**Figuur 41**

Voorkomen van watervogelgroepen in Biesbosch (inclusief Nieuwe Merwede en Amer), Hollandsch Diep en Haringvliet van oktober 1993 tot en met maart 1994, uitgedrukt in vogeldagen en ingedeeld naar voedselgroep. De grootte van de cirkel is indicatief voor de som van het aantal vogeldagen in de hele periode. In alle deelgebieden overheersen graseters. Biesbosch en Haringvliet herbergen de meeste vogels.

*The occurrence of water birds in the Biesbosch (including the Nieuwe Merwede and the Amer), the Hollandsch Diep and the Haringvliet from October 1993 up to and including March 1994, expressed in bird-days and classified in groups with the same food preference. The size of the circle indicates the total number of bird-days during the whole period. In all sub-areas, grass-eating birds are dominant. The largest number of birds is found in the Biesbosch and the Haringvliet.*

## De Aalscholver als graadmeter

Aalscholwers zijn tegenwoordig een talrijke verschijning in de Nederlandse wateren. Vanaf het einde van de jaren zeventig is de populatie in Noordwest-Europa spectaculair toegenomen. De Nederlandse broedpopulatie groeide in deze periode jaarlijks met 11 % naar een voorlopig hoogtepunt van bijna 21.000 paar in 1992 [22]. Niet alle broedkolonies vertonen een voorspoedige aantalsontwikkeling. Vooral die in de Dordtsche Biesbosch laten een nogal trage en onregelmatige groei zien ten opzichte van andere kolonies. Aalscholwers krijgen veel microverontreinigingen binnen via de vis die ze eten. Het lage broedsucces, in combinatie met de ligging van de kolonie in het vervuilde sedimentatiegebied van Rijn en Maas, doet vermoeden dat de afwijkende aantalsontwikkeling mogelijk een effect is van organische microverontreinigingen. In opdracht van Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, is door Bureau Waardenburg bv vanaf 1987 veel onderzoek gedaan aan deze problematiek [2,3,4,5,12]. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat een top-predator als de Aalscholver een goede graadmeter is voor de kwaliteit van aquatische milieus. De eerste jaren van het onderzoek, waarbij zowel de Dordtsche Biesbosch als referentie-kolonies in andere delen van het land onder de loep zijn genomen, bevestigden dat het broedsucces in de Dordtsche Biesbosch inderdaad achterblijft bij dat van andere kolonies (0,5 jong/paar versus 1,5-2,5 jong/paar in andere kolonies). Het niet uitkomen van eieren en sterfte van kleine jongen zijn de belangrijkste oorzaken. Metingen aan de dikte van de eischal laten zien dat deze veel dunner zijn dan eieren van schone gebieden. Door de dunne eischalen breken de eieren in veel gevallen nog voor de volledige broedduur

verstreken is. Laboratoriumonderzoek toont aan dat eieren en jongen uit de Dordtsche Biesbosch hoge gehalten aan pesticiden en PCB's bevatten: stoffen die veelvuldig voorkomen in het vervuilde sediment van de benedenrivieren. Van pesticiden als DDE is bekend dat ze een negatieve invloed op de eischaaldikte hebben; PCB's worden in hoge mate verantwoordelijk gehouden voor sterfte van embryo's en pasgeboren jongen. Het uiteindelijke succes van een nest blijkt dan ook gecorreleerd te zijn met de belasting van deze stoffen in de eieren. In de referentiekolonies loopt de mate van verontreiniging in de eieren bovendien parallel aan de veronderstelde verontreinigingsgraad van de foerageergebieden. Daarnaast speelt ook de voedselsamenstelling een rol. Afhankelijk van het voedsel en de hoeveelheid vet in het lichaam, vertonen vissoorten onderling verschillen in de mate van accumulatie van organische microverontreinigingen. Hierdoor bepaalt de samenstelling van het voedsel ook de mate van verontreiniging waaraan aalscholwers blootstaan. Zo laat onderzoek in de vervuilde IJsseldelta (Ketelmeer) zien dat de belasting van enkele organochloorverbindingen is gerelateerd aan het voorkomen van Aal in het dieet [18]. Aal staat door het grote aandeel vet in het lichaam bekend als een gevoelige vissoort voor microverontreinigingen.

Verandering in het voedselaanbod in het benedenrivierengebied (meer baarsachtigen en minder karperachtigen) hebben er recent toe geleid dat het broedsucces in de Dordtsche Biesbosch is verbeterd (in 1994 1,2 jong/paar). Er worden nu relatief veel 'schone' baarsachtigen geconsumeerd zoals Baars, Snoekbaars en Pos. Bovendien is de gemiddelde prooigrootte aanzienlijk kleiner geworden (kleinere vissen zijn



**Foto 20**  
Aalscholvernest.

minder belast dan grote). In de jaren tachtig bestond een belangrijk deel van het dieet uit karperachtigen zoals grote blankvoorns, soorten met relatief veel microverontreinigingen.



**Figuur 42**  
 Aantalsverloop van 15 algemene soorten watervogels in het seizoen 1993/94 in de Biesbosch en het Hollandsch Diep/Haringvliet. De gegevens zijn gebaseerd op maandelijkse tellingen van oktober tot en met maart; in de overige maanden is niet geteld. Van de meeste soorten worden de grootste aantallen waargenomen in de maanden november-februari. Development of the numbers of 15 common water bird species in the Biesbosch and the Hollandsch Diep/Haringvliet. These data are based on monthly counts from October up to and including March; no counting was done in the other months. Of most species the largest numbers were observed in the months November-February.

end en Meerkoet. De bodemfauna-eters worden vooral vertegenwoordigd door de Kuifeend. Deze zijn voor hun voedsel in hoge mate afhankelijk van driehoeksmosselen. Ze worden veel aangetroffen op het Hollandsch Diep en in de Biesbosch. Viseters als Fuut en Aalscholver zijn relatief schaars en worden vooral rond de Biesbosch waargenomen. Voor steltlopers als Goudplevier en Kievit zijn de Biesbosch en het Haringvliet van belang. Hier liggen voor steltlopers belangrijke gebieden met slikken, ondieptes en grasgrorzen. Meeuwen (vooral Kokmeeuw) worden ook relatief veel in het Hollandsch Diep gezien, mogelijk doordat er enkele belangrijke slaappleatsen in de omgeving liggen [7].

#### viseters

De soorten laten in veel gevallen een specifiek seizoenspatroon zien (fig. 42). Van de viseters vertonen Fuut en Aalscholver een vrijwel identiek aantalsverloop met een piek in oktober. Vooral van de Aalscholver zijn echter ook in de nazomer al grote concentraties in het gebied aanwezig. Waarschijnlijk gaat het hier om lokale broedvogels en hun jongen, die uitzwermen na het broedseizoen en de omgeving van de kolonie in de Dordtsche Biesbosch gebruiken als slaappleats [7]. Ook bevindt zich een kolonie op de Ventjagersplaten. Andere viseters als Nonnetje en Grote zaagbek zijn wintergasten bij uitstek. Ook zij worden vooral rond de Biesbosch waargenomen, wellicht omdat de Biesbosch met z'n uitgebreide krekensysteem betere foerageermogelijkheden biedt.

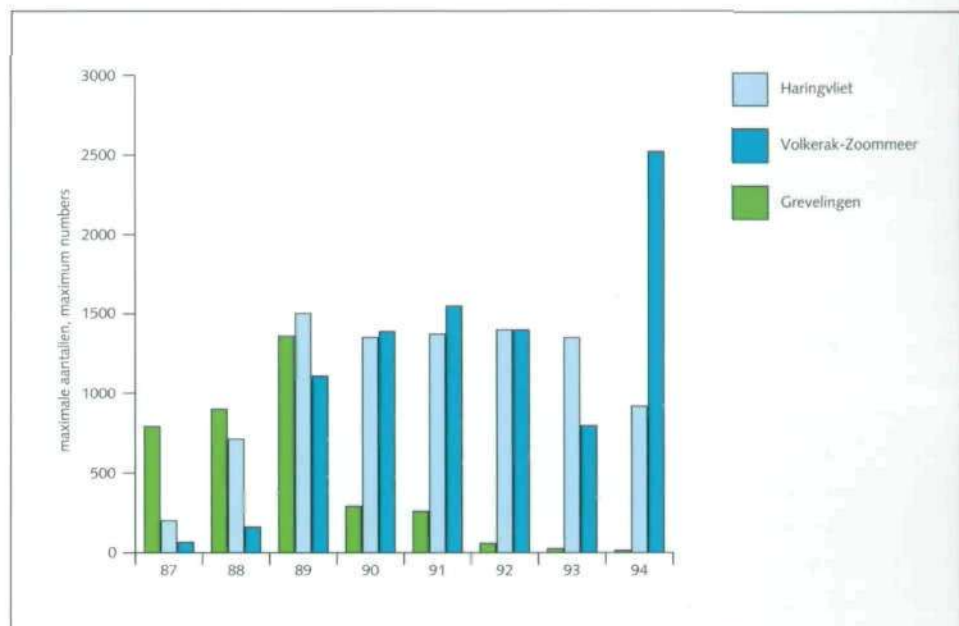
#### planteneters

Herbivoren zijn in hoge mate karakteristiek voor de avifauna van het gebied. Vooral Brandgans en Smient zijn tijdens de wintermaanden opvallende verschijningen. Deze soorten zijn vooral aangewezen op de grasgrorzen van het Haringvliet, zoals de de Beninger- en Korendijkse Slikken. Van de smienten die overdag in de Scheelhoek pleisteren is bekend dat ze 's nachts voedselvluchten ondernemen naar de Slikken van Flakkee in de Grevelingen [6]. De toename in de Biesbosch in december is te verklaren doordat smienten in de loop van het seizoen een overstap maken van zoute en brakke gebieden, waar zaden



Foto 21

Van de vogels die gras eten op de oevers van het Hollandsch Diep, Haringvliet en de Biesbosch is de Brandgans naast de Grauwe gans en Smient een algemene vogelsoort. Van de vogels die gras eten op de oevers van het Hollandsch Diep, Haringvliet en de Biesbosch is de Brandgans naast de Grauwe gans en Smient een algemene vogelsoort.



Figuur 43

Aantallen ruiende Knobbelzwaan (jaarmaximum) op de Ventjagersplaten (Haringvliet), het Volkerak en de Grevelingen in 1987-94 (naar [17]). De aantalsontwikkeling op de Ventjagersplaten valt samen met een sterke toename in het Volkerak-Zoommeer en een afname in de Grevelingen. De afname hier wordt veroorzaakt doordat sinds 1986 Groot zee gras, een belangrijke voedselbron voor knobbelzwanen, vrijwel is verdwenen. In het Volkerak ontstond door de afsluiting tegelijkertijd een aantrekkelijk habitat met veel ondergedoken waterplanten. Numbers of moulting Mute swan (annual maximum) on the Ventjagersplaten (Haringvliet), in Lake Volkerak and in the Grevelingen 1987-1994 [17]. The development on the Ventjagersplaten runs parallel to the strong increase in the Volkerak-Zoommeer and the decline in the Grevelingen. This decline is caused by the virtual disappearance of *Zostera marina*, the main food source for Mute swan. Due to the damming off, an attractive habitat with an abundant vegetation of submerged macrophytes was created in Lake Volkerak.

van pionierplanten worden genuttigd, naar cultuurgraslanden in het binnenland [20]. De vogels gebruiken de Biesbosch dan als dagrustplaats en zwermen 's nachts uit over de polders in de omgeving om te foerageren op grasland. Belangrijke aantallen Grauwe ganzen worden in alle deelgebieden vooral tijdens de najaarstrek in oktober en november geteld. In vergelijking met de Brandgans is de Grauwe gans veel minder afhankelijk van de grasgorzen en benutten ze vooral in het najaar ook oogstresten op akkers. Het buitendijkse gebied heeft wel een functie als rust- en slaappleaats of als uitwijkgebied bij verstoring. Dit geldt ook voor de andere in het gebied voorkomende ganzensoorten zoals Rietgans en Kolgans.

Knobbelzwanen worden in de periode oktober-maart nauwelijks gezien, maar worden in grote aantallen aangetroffen gedurende de zomermaanden. De Ventjagersplaten in het Haringvliet vervullen voor deze soort een belangrijke functie als ruiplaats. Er is hier recent sprake geweest van een toename (fig. 43) [17]. Deze loopt parallel aan de toegenomen aantallen in het Volkerakmeer, dat door de waterplantenontwikkeling erg aantrekkelijk is geworden voor de Knobbelzwaan. Tegelijkertijd heeft zich ook een afname gemanifesteerd op de Grevelingen, onder meer door het verdwijnen van zeegras, de belangrijkste voedselbron [14,17].

Krakeenden komen homogeen verspreid voor en bevolken het gebied vooral in oktober en november. Ook voor deze soort geldt dat de grootste aantallen in de nazomer (september) worden geteld. De Krakeend preferereert gebieden met uitgebreide oeververdedigingswerken en strekdammen, zoals die ook in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet alom aanwezig zijn [14]. Deze voorkeur houdt waarschijnlijk verband met de daar aanwezige begroeiing van draadalgen, die een belangrijke voedselbron vormen. Bovendien bieden de dammen beschutting. Van de andere grondeenden, zoals Wintertaling en Wilde Eend, worden de grootste aantallen bereikt in december en januari, waarbij Wintertaling vooral in de Biesbosch en Wilde eend juist veel in het Haringvliet - Hollandsch Diep wordt opgemerkt. De voorkeur van de Wintertaling voor de Biesbosch zal samenhangen met

het voorkomen van ondiep water, een fijner bodemtype en een groter voedselaanbod (zaden en kleine schelpdieren) die uit het sediment worden gefilterd. Ook van Pijlstaart en Slobeend, soorten die op vergelijkbare wijze foerageren, worden de meeste vogels in de Biesbosch gesignaleerd. Meerkoeten zijn gedurende het hele seizoen talrijk in het hele gebied aanwezig. Later in het seizoen worden ze verhoudingsgewijs veel aangetroffen in het Haringvliet - Hollandsch Diep, waar ze de grasgorzen en dijktaaluds begrazen.

#### *bodemfauna-eters*

Van bodemfauna-eters als Kuifeend en Tafeleend worden de grootste aantallen geteld in de maanden oktober-december. In de loop van het seizoen verschuift het zwaartepunt van de verspreiding van de (Brabantsche) Biesbosch naar het Hollandsch Diep en het Haringvliet (fig. 4). Vooral de verspreiding van de Kuifeend lijkt samen te hangen met de biomassa van driehoeksmosselen en het voorkomen van geschikte rustplaatsen, zoals de spaarbekken in de Biesbosch en de oeverzone van het eiland Tiengemetten. Kuifeenden rusten overdag vaak op beschutte plaatsen en vliegen 's avonds naar voedselgebieden in de omgeving. De verschuiving van oost naar west door het seizoen heen zou te maken kunnen hebben met een uitputting van de driehoeksmosselen. Bemonsteringen in de jaren tachtig lieten zien dat in het Hollandsch Diep de predatie door duikeenden een aanzienlijke afname van de biomassa aan driehoeksmosselen tot gevolg had [6]. De Tafeleend is veel meer dan Kuifeend ook gespecialiseerd in andere voedselbronnen zoals muggenlarven, wormen en plantenzaden. Waarschijnlijk neemt de beschikbare biomassa hiervan in de loop van het najaar af en schakelen de vogels dan meer over op driehoeksmosselen. Het voorkomen verschuift daarbij van de Biesbosch naar Hollandsch Diep en Haringvliet, terwijl tegelijkertijd de aantallen sterk afnemen. Bij het foerageren op driehoeksmosselen mag concurrentie worden verwacht tussen de Tafeleend en de Kuifeend, die al eerder in het seizoen deze voedselbron benut en beter in staat is de wat dieper liggende mosselbanken te exploiteren [10].

#### *steltlopers*

De aantallen waargenomen steltlopers zijn verhoudingsgewijs laag. Het voorkomen van deze soortgroep in het gebied is sterk afhankelijk van fluctuaties in waterpeil, de daarmee samenhangende oppervlaktes ondiep water en slikken en de beschikbare bodemfauna [11]. De trek van veel soorten vindt plaats in april-mei en augustus-september [20], waardoor de grootste aantallen buiten de telperiode aanwezig zullen zijn. De doortrek van Goudplevier en Kievit valt voor een groot deel binnen de maanden waarin is geteld en deze soorten zijn dan ook het meest frequent gezien. Ze maken gebruik van de grasgorzen en zijn dus nauwelijks afhankelijk van slikken. Goudplevieren worden vrijwel uitsluitend in het Haringvliet en Hollandsch Diep waargenomen en zijn in een groot deel van de periode in grote aantallen gezien. Alleen tellingen tussen december en februari leverden vrijwel niets op. Waarschijnlijk zijn veel Goudplevieren vertrokken na de korte vorstperiode in de tweede helft van november. Bij de Kievit zien we eenzelfde ontwikkeling, maar hiervan zijn er nog relatief veel aanwezig in de echte wintermaanden. In tegenstelling tot goudplevieren volgen kieviten vaak de vorstgrens en keert een deel van de vogels na een vorstperiode snel terug. Van de andere soorten steltlopers zijn Watersnip, Grutto en Wulp relatief talrijk (tabel 5), maar nergens worden ze in grote aantallen gevonden.

#### *internationaal en nationaal*

Het meest gebruikte handvat om het belang van wetlands voor watervogels aan te kunnen geven is de zogenaamde 1 % norm. Op internationaal niveau is in de Conventie van Ramsar in 1971 vastgelegd dat gebieden die gedurende enige tijd 1% van een geografische populatie (hier in de meeste gevallen die van Noordwest-Europa) van een soort herbergen, als 'wetland van internationale betekenis' kunnen worden aangemerkt. In het gebied van Biesbosch, Hollandsch Diep en Haringvliet zijn 11 soorten die in het seizoen 1993/94 aan dit criterium voldeden (tabel 5). Vooral de grote aantallen van Grauwe gans, Brandgans, Smient en Krakeend vallen op. Voor de Brandgans zijn de grasgorzen van het Haringvliet één van de belangrijkste pleisterplaatsen in



**Figuur 44**

Verspreiding van Kuifeend in de Biesbosch en het Hollandsch Diep/Haringvliet in oktober 1993 en januari 1994. De verspreiding komt goed overeen met de verspreiding van Driehoeksmosselen, waarvan de hoogste dichtheden voorkomen in het westelijk deel van het Hollandsch Diep en het oostelijk deel van het Haringvliet. Opvallend zijn verder de grote aantallen op beschutte plaatsen, zoals de spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch. Dergelijke plaatsen worden overdag als rustplaats gebruikt, van waaruit de kuifeenden in de avonden naar de voedselgebieden vliegen.

Distribution of Tufted duck in the Biesbosch and the Hollandsch Diep/Haringvliet in October 1993 and January 1994. The distribution pattern corresponds with the distribution of *Dreissena polymorpha*, of which the highest densities prevail in the western part of the Hollandsch Diep and the eastern part of the Haringvliet. Strikingly large numbers occur in sheltered areas, such as the reservoirs in the Brabant Biesbosch. These places are used as day-time roosts from where Tufted ducks fly to the feeding areas in the evenings.

Nederland. Andere soorten die de norm ruim overschrijden, zijn Kleine Zwaan, Kogans en Kuifeend. Worden de drie deelgebieden afzonderlijk bekeken, dan worden in de Biesbosch (incl. Nieuwe Merwede en Amer) de meeste overschrijdingen van de 1 % norm geregistreerd (8 soorten). In het Haringvliet halen uitsluitend Grauwe gans, Brandgans, Smient en Krakeend de norm; in het Hollandsch Diep alleen Grauwe gans en Brandgans (tabel 5).

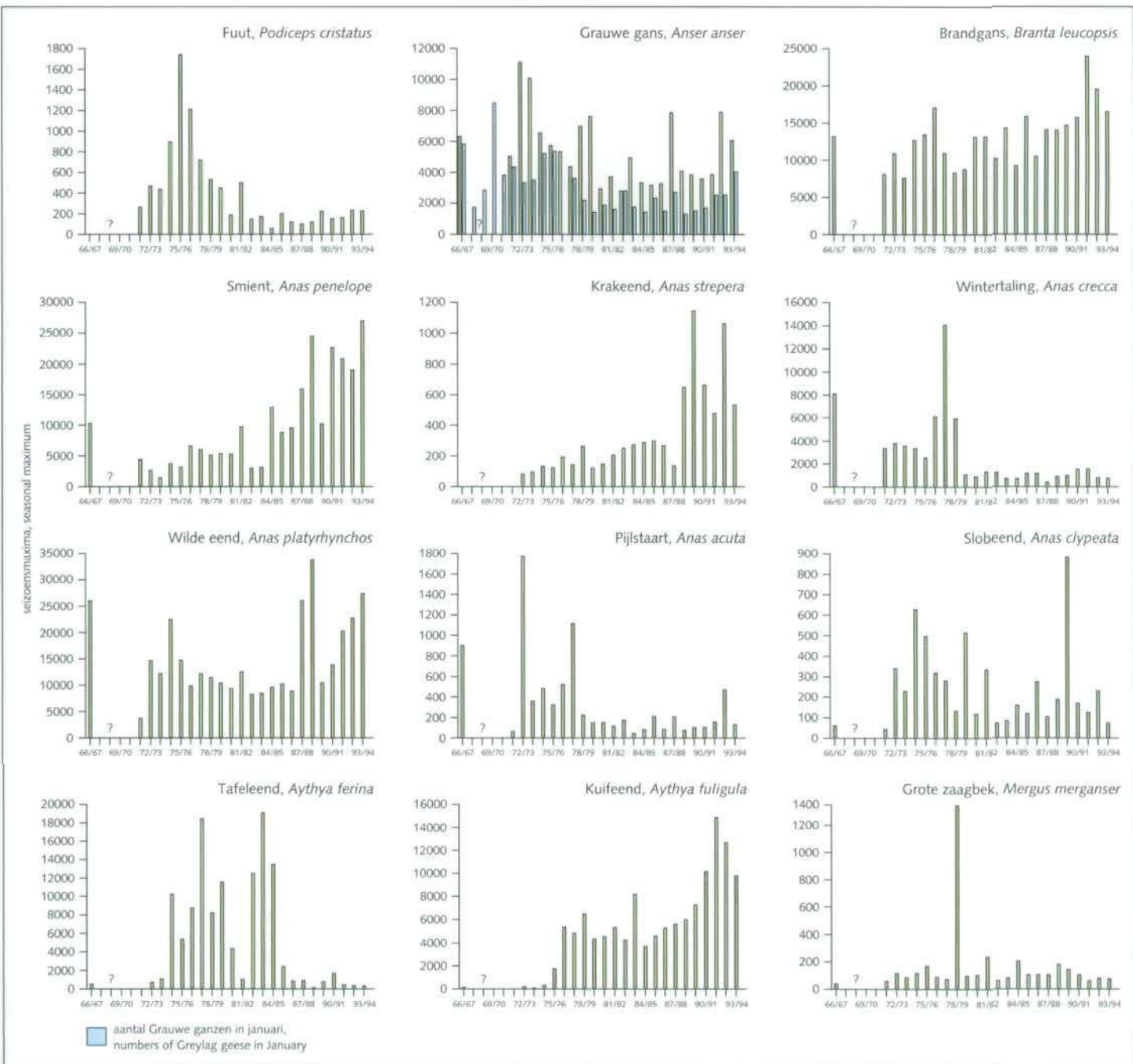
In een groot deel van de Nederlandse wateren wordt jaarlijks in januari een midwintertelling uitgevoerd onder auspiciën van Wetlands International (voorheen International Waterfowl Research Bureau, IWRB). De resultaten hiervan geven een mogelijkheid het voorkomen van watervogels in de Biesbosch en het Hollandsch

Diep-Haringvliet te vergelijken met die van de rest van het land (tabel 5). Van de aantallen die in Nederland werden geteld, werd in januari 1994 een aandeel van 3 % in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet waargenomen. Van de vogels die in januari 1994 in de zoete rijkswateren aanwezig waren, werd 13 % in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet geteld. Op soortsniveau blijkt het grote belang in de winter voor soorten als Aalscholver, Grauwe gans, Brandgans, Smient, Wintertaling, Wilde Eend, Slobeend en Kuifeend. Aparte vermelding verdient ook de Krakeend. De ontwikkelingen die deze soort de afgelopen decennia heeft doorgemaakt en het voorkomen in het Deltagebied maken de soort tot een opvallend onderdeel van de plaatselijke avifauna.

## Ontwikkelingen en trends

Door de afsluiting van het Haringvliet verloor het gebied een groot deel van z'n dynamiek, vooral als gevolg van het grotendeels wegvallen van het getij. Hierdoor verdwenen slikken onder water of bleven deze voor een deel juist permanent droog. Ook traden grote veranderingen op in de oevervegetaties (biezen en riet) of verdwenen deze zelfs [9]. De kenmerkende biezenvvegetaties langs de oever zijn voor het grootste deel verloren gegaan. Ze zijn alleen nog plaatselijk aanwezig in de Biesbosch (hoofdstuk 7). Het verdwijnen van de oeverbegroeiing heeft ook geleid tot erosie van de grasgorzen. Op veel plaatsen is dit tot staan gebracht door de aanleg van (voor)oeververdedigingen.





**Figuur 45**  
 Trends in seizoenmaxima van 12 soorten algemene watervogels in het Hollandsch Diep/Haringvliet in de periode 1966-94. Voor de seizoenen 1967/68 tot en met 1970/71 waren geen gegevens beschikbaar (Fuut ook 1966/67). De aantallen hebben uitsluitend betrekking op de periode oktober tot en met maart. Van een aantal soorten valt het maximum buiten deze maanden. Bij Grauwe gans zijn tevens de januari aantallen in 1967-94 weergegeven (1977 onbekend). Smient, Krak- en Kuifeend zijn toegenomen.  
 Trends in seasonal maximums of 12 common water bird species in the Hollandsch Diep/Haringvliet in the period 1966-94. No data are available for the seasons 1967/68 up to and including 1970/71 (nor for Great crested grebe in 1966/67). Data refer to the period October-March only. Some species reach their maximum numbers outside these months. As for the Greylag goose, the January numbers in 1967-94 are also shown (1977 numbers unknown). The numbers of Wigeon, Gadwall and Tufted duck have increased.

**verbetering**

De reacties van vogels op het veranderende milieu zijn heel verschillend geweest. Over de hele periode gerekend valt de toename op van Smient, Krakeend en Kuifeend in het Hollandsch Diep-

Haringvliet (fig. 45). Dezelfde ontwikkeling zien we ook in de Biesbosch (tabel 6). In de jaren zestig werd bijvoorbeeld de Krakeend daar nog nauwelijks waargenomen. Zowel bij Smient als Krakeend is de Noordwest-Europese populatie in de afgelopen decennia sterk toegenomen [8].

Bij Smient zal ook meegespeeld hebben, dat de grasgorzen in het gebied door beweiding sinds het eind van de jaren zeventig grotendeels zijn omgezet in grasland en daardoor meer geschikt zijn geworden als voedselterrein [6]. De sterke toename van de Krakeend na 1987/88 kan mogelijk

soort <i>species</i>	seizoensmaximum 1963/64	januari 1968	januari 1994
Fuut <i>Podiceps cristatus</i>		12	349
Aalscholver <i>Phalacrocorax carbo</i>		18	346
Grauwe gans <i>Anser anser</i>	2500	920	1808
Smient <i>Anas penelope</i>	1000	2393	7650
Krakeend <i>Anas strepera</i>	3	0	296
Wintertaling <i>Anas crecca</i>	13700	9575	565
Wilde Eend <i>Anas platyrhynchos</i>	13400	9010	5280
Pijlstaart <i>Anas acuta</i>	4600	2320	16
Slobeend <i>Anas clypeata</i>		27	82
Tafeleend <i>Aythya ferina</i>		145	217
Kuifeend <i>Aythya fuligula</i>	2000	114	2894
Grote zaagbek <i>Mergus merganser</i>		40	66
Meerkoet <i>Fulica atra</i>		1318	1525

Tabel 6

Gemiddelde aantallen van enkele soorten watervogels in de Biesbosch in januari 1968 en 1994. Ter vergelijking zijn voor enkele soorten ook de seizoensmaxima (oktober-maart) in 1963/64 gegeven [27]. Deze zijn louter indicatief daar ze slechts betrekking hebben op een deel van het gebied.

*Numbers of waterbirds in the Biesbosch, January 1968 and 1994. For part of the species maximum numbers in the season 1963/64 are given for comparison.*

toegeschreven worden aan een neveneffect van de positieve ontwikkelingen in het Volkerak-Zoommeer, die als gevolg van de afsluiting en zich snel ontwikkelende vegetaties van ondergedoken waterplanten, grote aantallen herbivore watervogels, waaronder krakeenden, aantrokken [14,24]. Bovendien zijn in deze periode ook veel oeververdedigingen in het Hollandsch Diep-Haringvliet aangelegd, die een bijzondere aantrekkingskracht op de soort uitoefenen. Bij de Kuifeend speelt vooral de toename van de biomassa van driehoeksmosselen een rol. De aanleg van de spaarbekkens in de Biesbosch in 1980, die nu veel als rustplaats worden benut, lijkt op de seizoensmaxima in het Hollandsch Diep-Haringvliet geen effect te hebben gehad.

Een toename van aantallen heeft ook plaatsgevonden bij de Brandgans. Ook hier is het geschikt worden van de grasgrorzen van belang geweest (net als bij de Smient), vooral voor de verspreiding binnen het gebied zelf [6], maar deze ontwikkeling valt in het niet bij de populatietoename van een factor 6 die deze soort de laatste 20 jaar in Noordwest-Europa heeft gekend. Ook voor de afsluiting werden al grote aantallen brandganzen in het gebied waargenomen en kennelijk is de draagkracht te gering om nog veel meer brandganzen te kunnen herbergen. Wel is er duidelijk sprake van stijgende aantallen bij sneeuwval in Nederland. Zowel het noordelijk

als het zuidelijk Deltabekken hebben dan een belangrijke functie als overloopgebied [13]. Een winter-effect treedt ook op bij een soort als de Grote zaagbek. Deze komen tijdens strenge koude in grote aantallen naar ons land. Vooral in de strenge winter van 1978/79 werden ook in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet veel grote zaagbekken gezien. De veranderingen in het gebied zelf lijken geen effect op de aantallen te hebben gehad.

#### verslechtering

Fuut en Tafelend zijn in de jaren zeventig en tachtig in grote aantallen waargenomen, maar komen tegenwoordig aanzienlijk minder talrijk voor. Futen hebben in het begin van de jaren zeventig mogelijk geprofiteerd van het pionier-effect van de afsluiting op de bodemfauna en de daarop reagerende vispopulaties. Van deze soort is ook de broedpopulatie in bijvoorbeeld de Biesbosch aanvankelijk sterk toegenomen doordat het wegvallen van het getij voor meer geschikte nestplaatsen zorgde [19]. Ook spelen ontwikkelingen buiten het gebied een rol. Na 1975/76 is een verschuiving in winteraantallen opgetreden naar het zuidelijk Deltagebied, met name de Grevelingen [6]. Door de combinatie van geschikt prooi-aanbod en helder water (Futen zijn

oogjagers) trekt de Grevelingen grote aantallen visetende vogels aan [14]. De Grevelingen vulde ook een prominente rol voor de Tafelend. In de jaren zeventig werd ontdekt dat in het na-jaar concentraties tafeleenden (tot 20.000 vogels) in het Haringvliet's avonds naar de Grevelingen vlogen om er te foerageren op zaden van Groot zee gras [1]. Als rustplaats is de relatief zoute Grevelingen minder geschikt omdat tafeleenden daarvoor zoet water prefereren. Een inzinking van de biomassa van zee gras rond 1980, leidde tot een sterke afname van de aantallen in het Haringvliet. In de jaren daarop herstelde het zee gras zich en bereikte het aantal tafeleenden weer het niveau van de jaren zeventig. Na 1986 is wederom een sterke en bovendien permanente afname van Groot zee gras in de Grevelingen opgetreden. De grote aantallen tafeleenden zijn daarop uit het Haringvliet verdwenen. Bovendien gingen vogels die 's nachts op de Grevelingen foerageerden het dichterbij gelegen en door de afsluiting zoet geworden Volkerak als dagrustplaats gebruiken [1,14].

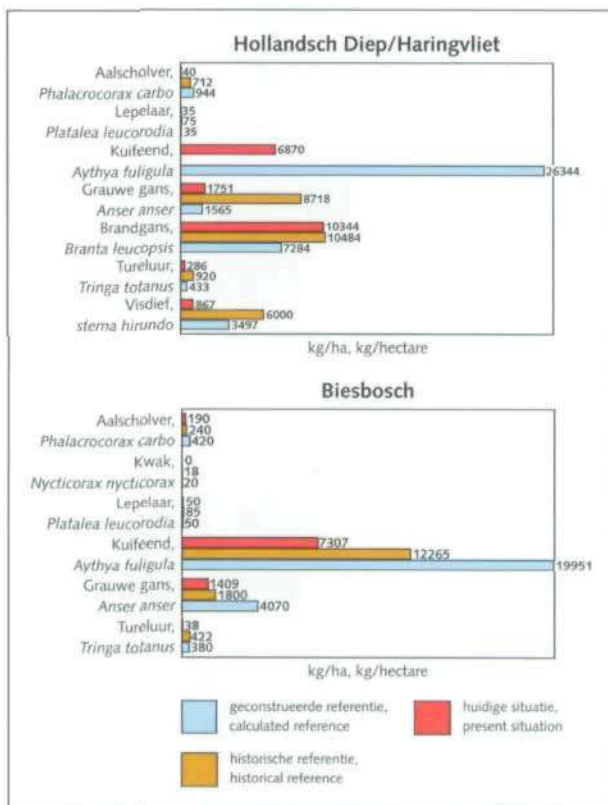
Bij de Grauwe gans liggen de seizoensmaxima gemiddeld op een iets lager niveau dan vóór en vlak na de afsluiting. De Noordwest-Europese populatie van deze soort is de laatste decennia toegenomen. Tot in het begin van de jaren zeventig werden grauwe ganzen in het winterhalfjaar vooral aangetroffen in de biezenvelden, waarbij die in de Spuimond een belangrijke functie hadden als overwinteringsplaats [16]. Na het verdwijnen van de biezen, werden oogstresten op akkers (vooral bieten) de belangrijkste voedselbron. Deze vogels worden echter niet in de tellingen betrokken, zodat de aantalsveranderingen eerder toegeschreven kunnen worden aan de telmethodiek. Door het afnemende areaal aan biezen (hoofdstuk 7) zijn echter wel de aantallen overwinteraars afgenomen en tegenwoordig zijn grauwe ganzen in de winter vrijwel volledig aangewezen op de grasgrorzen.

Een aantal grondeenden heeft duidelijk negatieve gevolgen van de afsluiting ondervonden. Vooral bij de Wintertaling heeft zich een sterke afname voorgedaan. Het wegvallen van het getij en het daardoor verdwijnen van slikken en geïnundeerde oeverzones heeft deze soort van z'n belangrijkste voedsel terreinen beroofd.

Lage waterstanden in oktober 1977, waarbij een aantal slikken gedeeltelijk droogvielen, leverden dan ook tijdelijk grote aantallen wintertalingen op (vgl. ook Pijlstaart). Een dergelijke aantals-explosie kwam ook voor na het droogvallen van een deel van de Oostvaardersplassen in Flevoland in 1987 [23]. Wilde eend, Pijlstaart en Slobeend hebben minder drastische aantalsveranderingen gekend. De slobeenden zijn na de afsluiting eerder toegenomen, waarschijnlijk een gevolg van de verzoeting van het systeem. Pijlstaarten zijn vooral vanaf het eind van de jaren zeventig afgenomen. Ook hier speelt de afname van het areaal aan biezten, waarvan de zaden worden gegeten, een belangrijke rol [6]. Wilde eenden foerageren ook veelvuldig op akkers in de polders in de omgeving (stoppelvelden) en zijn dus flexibeler ten aanzien van negatieve ontwikkelingen in het watersysteem zelf.

## AMOEBE

In de AMOEBEs van Biesbosch en Hollandsch Diep-Haringvliet zijn enkele vogelsoorten opgenomen die op grond van hun voorkomen en ecologie als graadmeter voor het beleid gebruikt worden. De huidige situatie en de historische en geconstrueerde referentiebeelden [21] zijn voor een deel gebaseerd op de telgegevens die in dit hoofdstuk zijn verwerkt. Bekeken vanuit historisch perspectief (open Haringvliet), is er van de geselecteerde soorten in de Biesbosch momenteel niet één die de referentiewaarde haalt. Ten opzichte van de geconstrueerde referentie (gesloten Haringvliet) voldoet alleen de Lepelaar aan de verwachting. In het Hollandsch Diep-Haringvliet is alleen het aantal Brandganzen vergelijkbaar met de historische referentietoestand. Aalscholver (broedvogels), Lepelaar, Grauwe gans, Tureluur (broedvogels) en Visdief (broedvogels) blijven ver achter. Deze situatie geldt in grote lijnen ook voor de referentiewaarden voor de situatie in een gesloten Haringvliet. Alleen Brandgans en Grauwe gans worden tegenwoordig in iets grotere aantallen dan verwacht aangetroffen, maar van beide soorten is ook de Noordwest-Europese populatie toegenomen.



**Figuur 46**

Doelvariabelen voor vogels: geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie. Target variables for birds: calculated and historical reference relative to the present situation.

## Conclusies

Het gebied van Hollandsch Diep-Haringvliet en Biesbosch herbergt een vogelbevolking die vooral getypeerd wordt door grote aantallen herbivoren, zoals zwanen, ganzen en grondeleenden. Veel soorten zijn daarbij aangewezen op de buitendijkse grasgorzen. De piekaantallen zijn aanwezig in de periode november-februari. Haringvliet en Biesbosch trekken de meeste vogels aan, omdat daar de meeste grasgorzen zijn.

In het gebied komen in internationaal opzicht belangrijke aantallen voor van met name Grauwe gans, Brandgans, Smient en Krakeend. Op nationaal niveau zijn daarnaast de aantallen overwintelaars van Aalscholver, Wintertaling, Wilde eend, Slobeend en Kuifeend opvallend. Ten opzichte van de andere watersystemen van de zoete rijkswateren worden grote aantallen ganzen en grondeleenden geteld. De Krakeend kan worden beschouwd als één van de meest karakteristieke soorten.

Door de veranderingen die zich in het systeem voltrokken na de afsluiting van het Haringvliet zijn vooral de soorten die afhankelijk zijn van

getijwerking sterk in aantal verminderd. Onder de echte watervogels is het meest prominente voorbeeld hiervan de Wintertaling. Een afname van het areaal aan biezenvelden heeft geleid tot een afname bij de Grauwe gans. Andere soorten, zoals Fuut, Slobeend en Kuifeend, hebben duidelijk geprofiteerd van de afsluiting en de daarmee gepaard gaande veranderingen in het voedselaanbod. Van een aantal soorten (o.a. Smient en Krakeend) is een toename in het gebied mogelijk versterkt door een toename van het populatieniveau in Noordwest-Europa. Daarnaast is bij Fuut, Knobbelzwaan en Tafel-eend een duidelijke interactie gevonden met het Volkerak en de Grevelingen. Bij deze soorten zijn de ontwikkelingen in andere gebieden, van invloed op het aantalsverloop in de Biesbosch en het Hollandsch Diep-Haringvliet.



## 10. Amfibieën en reptielen

René Krekels, Ben Crombaghs en Raymond Creemers

**Amfibieën en reptielen zijn goede graadmeters voor de compleetheid van een ecosysteem. De levenscyclus van amfibieën speelt zich zowel af in het water als op het land. Reptielen zijn een indicatieve diergroep vanwege de hoge eisen die ze stellen aan hun leefomgeving.**

In Nederland komen 16 soorten amfibieën en 7 soorten reptielen voor. Zes van de amfibieënsoorten zijn rivierbegeleidend en zes andere kunnen zowel binnen- als buitendijks even algemeen zijn (de neutrale soorten). De Ringslang is de enige reptielensoort die eveneens in beide gebieden kan voorkomen. Uitgebreid onderzoek aan deze groepen heeft zich in het rivierengebied veelal beperkt tot de middenstroomse delen van de Rijntakken en de Maas [2,5,6,9,12,15]. In het benedenrivierengebied zijn slechts enkele inventarisaties uitgevoerd [10,11,13].

Verder zijn waarnemingen voorhanden in het archief van de Stichting Reptielen, Amfibieën en

Vissenonderzoek Nederland (RAVON). Alle gegevens vanaf 1980 zijn verwerkt. Systematische monitoring wordt op dit moment niet uitgevoerd. De gegevens zijn dan ook niet compleet. Het hierna geschetste beeld is echter op basis van de bestaande gegevens te onderbouwen.

### Resultaten

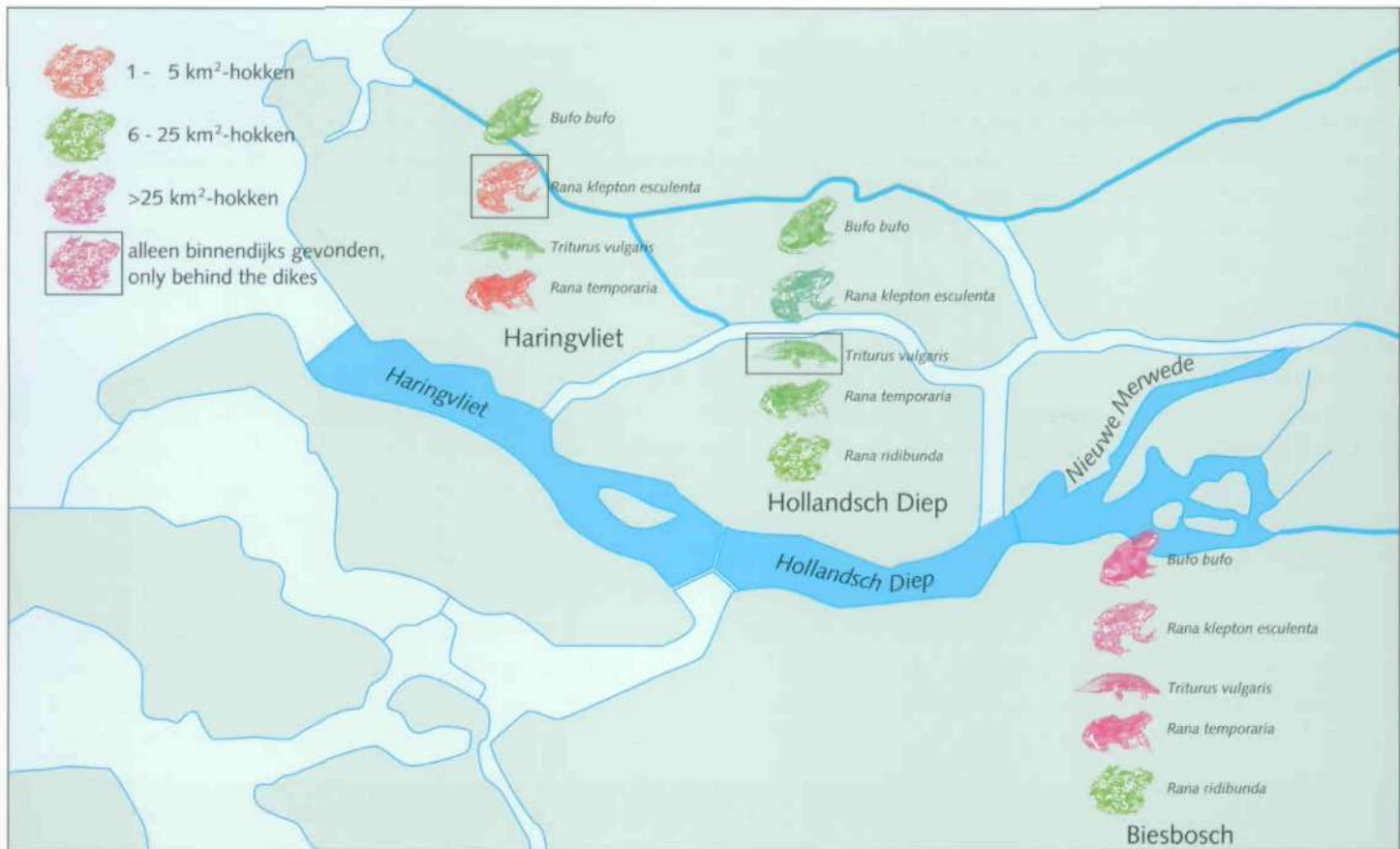
In het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch zijn vijf amfibieënsoorten aangetroffen. Het betreft twee riviergebonden soorten, de Middelste groene kikker en Gewone pad en drie neutrale soorten, de Bruine kikker, Kleine watersalamander en Meerkikker. Alle soorten zijn algemeen en niet bedreigd in ons land. De verspreiding en een indicatie van de dichtheden van de verschillende soorten zijn in fig. 47 weergegeven. Buitendijks zijn de meeste soorten en de

hoogste dichtheden te vinden in de Biesbosch. Alle vijf soorten uit het onderzoeksgebied komen hier voor. In westelijke richting neemt het aantal soorten af: van vier soorten langs het Hollandsch Diep naar drie soorten langs het Haringvliet. Betrekken we hierbij de soorten die binnendijks tot vijf kilometer van het water voorkomen, dan is deze trend eveneens waarneembaar (fig. 47). De aantallen vindplaatsen van Kleine watersalamander, Gewone pad en Bruine kikker nemen ook duidelijk af richting de Haringvlietssluisen.

De verspreiding van de Meerkikker vertoont een afwijkend beeld. Zowel in de Biesbosch als langs de zuidrand van het Hollandsch Diep komt deze kikker voor. Veelal gaat het om binnendijkse gebieden. In de Biesbosch betreft het sloten in het ingepolderde noordelijke en oostelijke deel. In het buitendijkse zuidelijke deel is de enige vindplaats de Noorderplaat, eveneens een ingepolderd stukje Biesbosch. Vanuit het



Foto 22  
In Haringvliet en Hollandsch Diep komen voor zover bekend geen reptielen voor. Alleen in de Sliedrechtse Biesbosch is de Ringslang gevonden.



**Figuur 47**

Verspreiding en dichtheden van amfibieënsoorten in de binnendijkse deelgebieden van Biesbosch, Hollandsch Diep en Haringvliet. Van oost naar west is sprake van een duidelijke vermindering van het aantal soorten en van de dichtheden.

*Distribution and densities of species of amphibians in the sectors inside the dikes of Biesbosch, Hollandsch Diep and Haringvliet. From east to west, the number of species and their densities clearly diminishes.*

Haringvliet-gebied zijn geen meldingen bekend. De Ringslang is het enige reptiel in het onderzoeksgebied. Alleen in Het Engelbrechtsplekske in de Sliedrechtsche Biesbosch is deze soort aangetroffen.

Een aantal, potentieel wel te verwachten soorten, komt niet in het onderzoeksgebied voor. Van de rivierbegeleidende amfibieën ontbreken vier soorten. De Kamsalamander is alleen oostelijker langs de Afgedamde Maas en Waal aanwezig. De Knoflookpad komt in het rivierengebied vooral voor op de overgang van klei- naar zandgronden in het IJsseldal [6]. In het benedenrivierengebied komen deze overgangen niet voor. De Rugstreeppad komt voor in aangrenzende duingebieden en de polders rond Alblisserdam en Sleeuwijk. Deze pionier prefereert in de uiterwaarden ondiepe wateren met zandige, hoogwater vrije terreinen [7]. Deze ontbreken in Hollandsch Diep, Haringvliet en Biesbosch

veelal. De dichtsbijzijnde vindplaatsen langs de rivier zijn te vinden bij Giessendam aan de Beneden Merwede. De Boomkikker komt in het Nederlandse rivierengebied niet voor [7].

Van de zes neutrale soorten ontbreken drie soorten. De geografische verspreiding van de Alpenwatersalamander is beperkt tot Noord-Brabant, Limburg en zuidoost-Gelderland. Ook de Poelkikker heeft zijn grootste verspreiding op de Pleistocene gronden. De Heikikker ontbreekt in het onderzoeksgebied. Populaties in de uiterwaard zijn vaak verbonden met binnendijkse populaties. De dichtsbijzijnde vindplaats van de Heikikker is gelegen ten noorden van de Beneden Merwede nabij Sliedrecht.

#### **visarme wateren**

De grote rijkswateren zelf zijn door de aanwezigheid van vis en stroming niet geschikt als

voortplantingswater. Amfibieënwateren dienen geïsoleerd te zijn en vrij van grote aantallen vis.

In de Biesbosch is een aantal geïsoleerde wateren gelegen, waaronder poelen en sloten [10,11]. In veel van deze wateren komt echter vis voor en ontbreken waterplanten. De afgenomen waterstandsfluctuaties hebben de laatste jaren gezorgd voor een toename in struweel- en bosopslag. Voor amfibieën zijn hierdoor meer en betere zomer- en winterbiotopen ontstaan.

Langs het Hollandsch Diep en Haringvliet komen buitendijks op enkele plaatsen vergelijkbare omstandigheden voor. Deze wateren staan echter bloot aan overstromingen. Visvrije wateren zijn daardoor schaars. Een groot deel van het achterland van deze wateren bestaat tevens uit grootschalige akkers met weinig opgaande begroeiing, die ongeschikt zijn voor amfibieën [13]. Slechts algemene soorten als de Gewone pad, Bruine kikker en Kleine watersalamander

komen in deze gebieden in geringe aantallen voor. De belangrijkste vindplaats is momenteel de Plaat van Land van Essche langs het Hollandsch Diep. Naarmate meer struweel op de Beningerslikken en Korendijkse Slikken langs het Haringvliet tot ontwikkeling komt, zullen deze gebieden ook meer mogelijkheden voor overwintering bieden [13].

### overstromingen

Een andere negatieve invloed op het voorkomen van amfibieën is de overstromingsdynamiek van kleine wateren in het gebied, waardoor vooral ondergedoken waterplanten ontbreken. Hierdoor is er weinig dekking en voedsel voor de adulten en larven van amfibieën [7]. Geulen en krekens die in verbinding staan met de rivier zijn door golven, stroming, scheepvaart en de hoge visstand ongeschikt als voortplantingswater voor amfibieën [4,13]. In de geïsoleerde wateren van de Biesbosch ontbreken waterplanten echter ook vaak. Mogelijk spelen de sliblaag en de hoge visstand hierbij een rol. Voor meer kritische soorten als de Kamsalamander is de kwaliteit van de voortplantingswateren, naast de beperkte migratiemogelijkheden, waarschijnlijk de reden voor hun afwezigheid, ondanks de redelijke geschiktheid van het landbiotoop in de Biesbosch. De Kamsalamander komt in uiterwaarden alleen in niet tot zelden overstromde wateren tot voortplanting [7].

Extreem lange overstromingen in de winter zijn bovendien nadelig voor op het land overwinterende soorten, zoals de Gewone pad en Rugstreeppad [3]. De inspoeling van mest in de landbouwgebieden van de Noord- en Oostwaard komt de waterkwaliteit ook niet ten goede. Gunstige uitzonderingen zijn te vinden in kleine polders in de Zuidwaard van de Biesbosch (Kinderpolder, Noorderplaat, Lange Plaat). Hier zijn plaatselijk wel goede omstandigheden door lokale kwel aanwezig. In de Kinderpolder zijn in sloten planten-soorten als Groot blaasjeskruid aangetroffen, een soort van matig voedselrijk water. Staatsbosbeheer heeft, mede ten behoeve van amfibieën, de taluds van sloten op de Noorderplaat al vlakker gemaakt waardoor de oevervegetatie zich kan ontwikkelen.

### sluizen en zoutgehalten

Of voor het afsluiten van het Haringvliet de verspreiding van amfibieën anders was, is niet te achterhalen door het ontbreken van gegevens. De omstandigheden langs het Haringvliet zullen in het verleden waarschijnlijk slechter zijn geweest door de hogere zoutgehalten. De invloed van het getij zal echter een nog grotere negatieve invloed op de aanwezigheid van amfibieën hebben gehad.

De zoet-zoutgradiënt lijkt momenteel geen invloed te hebben op het voorkomen van de algemene amfibiesoorten. De meeste soorten kunnen in enigszins brak water voorkomen [4]. In sloten langs het Haringvliet zijn larven van de Kleine watersalamander, Gewone pad en Bruine kikker aangetroffen [13]. Voor de verder naar het oosten gelegen gebieden zal het zoutgehalte nog minder een rol spelen. De chloridegehalten van wateren in de Biesbosch zijn nooit als belemmerend aangemerkt [11]. Voor de hogere eisen stellende Kamsalamander kan het zoutgehalte echter nog van betekenis zijn. Deze soort heeft een duidelijke voorkeur voor water met een zoet karakter [8]. Voor de Rugstreeppad zijn de zoutgehalten geen belemmerende factor: dankzij de hoge zouttolerantie kan de soort als pionier polders en zelfs uiterwaarden van eilanden bevolken [1].

### Trends en ontwikkelingen

De rivierbegeleidende soorten van meer bovenstrooms gelegen gebieden komen vooraan nog in geringe aantallen voor in het benedenrivierengebied. De Heikikker en Rugstreeppad komen momenteel alleen ten noorden van de Biesbosch voor. De Kamsalamander is westelijker in het stroomgebied van de Maas te vinden. Mogelijk kunnen deze soorten zich in de toekomst uitbreiden richting de Biesbosch. Het beperken van de getijdewerking heeft struweel- en bosontwikkeling al meer kansen gegeven. In kleine, visloze en stabiele poeltjes in de Biesbosch kunnen amfibieën tot voortplanting komen. De geplande natuurontwikkeling in de Noordwaard kan daar ook aan bijdragen. De nieuwe wateren zullen dan

echter niet al te dynamisch mogen zijn en niet in contact mogen komen met visrijke wateren.

In de overige deelgebieden zal struweel en bosvorming het landbiotoop eerst moeten verrijken. De mogelijkheden voor amfibieën zullen daar ook in combinatie met binnendijkse gebieden bekeken moeten worden. De regelmatige overstromingen en de aanwezigheid van vis zal sterke populaties in uiterwaarden vrijwel onmogelijk maken.

De hierboven geschetste ontwikkeling kan zich alleen voordoen indien we uitgaan van de geconstrueerde referentie uit de AMOEBE [14]. Het zoetwatermoeras in de Biesbosch en de ontwikkeling van een zoet meer in het Haringvliet en Hollandsch Diep bieden de beste vooruitzichten voor deze groep. De historische referentie, met een zoetwatergetijde in de Biesbosch en een zoet-zoutovergang in Haringvliet en Hollandsch Diep, is voor amfibieën van nature al minder geschikt. Zowel de hoge dynamiek als de hogere zoutgehalten zijn voor amfibieën ongunstige omstandigheden.

De stand van de amfibieën kan met een monitoringsonderzoek goed worden gevolgd. Een om de drie of vier jaar uit te voeren inventarisatie geeft inzicht in de veranderingen die optreden in de soortensamenstelling en het gebruik van de wateren als voortplantingsplaats. Vooral de Biesbosch biedt, mede door de natuurontwikkeling in onder meer de Noordwaard, de meeste kansen op positieve veranderingen voor amfibieën in het benedenrivierengebied.

### Conclusies

Er komen vijf soorten amfibieën voor in het Hollandsch Diep/Haringvliet: de Gewone pad, Middelste groene kikker, Kleine watersalamander, Bruine kikker en Meerkikker. De Ringslang is op een plek in de Sliedrechtsche Biesbosch gevonden. Van oost naar west is een afname in het aantal soorten en dichtheden te zien. Aanwezigheid van vis en afwezigheid van waterplanten oefenen een negatieve invloed uit op amfibieën.

## Amfibieën: prooi of rover?

Larven van kikkers en padden eten plantaardig voedsel; salamanderlarven eten dierlijk voedsel. Na de metamorfose leven alle amfibieën van ongewervelde dieren, zoals sprinkhanen, mieren en rupsen.

Grote soorten zoals de Meerkikker of de uitheemse Brulkikker eten incidenteel ook wel eens gewervelden zoals andere amfibiesoorten, hun eigen soortgenoten of een jonge muis of vogel.

Amfibieën dienen op hun beurt als voedsel voor andere dieren. Zo worden de larven en eieren van amfibieën gegeten door vissen en larven van waterinsecten, waaronder kever- en libellenlarven.

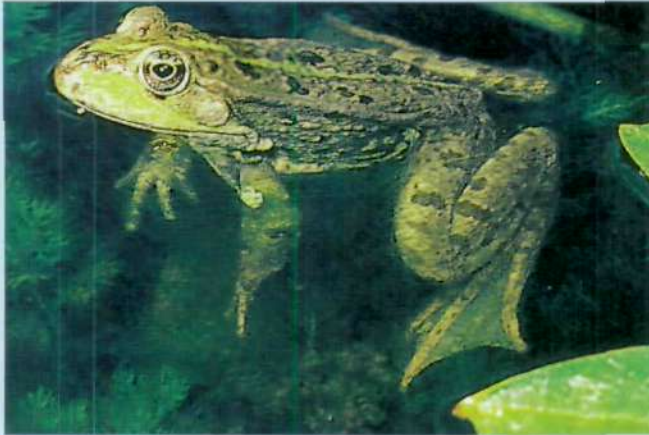


Foto 23  
Grote groene kikker.



Foto 24  
Bruine kikker.



Foto 25  
Gewone pad.



Foto 26  
Kleine watersalamander.

Het voorkomen van vissen in kleine wateren heeft een sterke negatieve invloed op de overlevingskansen van de meeste amfibieënsoorten. Alleen in grotere wateren met voldoende dekking in de vorm van een goed ontwikkelde waterplantenvegetatie, in brede overstromingsvlaktes die soms droogvallen en ondiepe wateren kunnen amfibieën en vissen samen voorkomen. Vooral de Gewone pad blijkt redelijk goed bestand tegen vispredatie, door de aanwezigheid van giftige stoffen in de huid. De Kamsalamander en de Knoflookpad, kenmerkend voor het rivierengebied, komen echter vrijwel nooit langdurig samen met vis voor.

Andere predatoren waarbij een groot deel van het menu uit volwassen amfibieën kan bestaan zijn onder andere de Ringslang, Roerdomp, Kwak, Bosuil en Bunzing. Bij soorten als de Waterral en Waterspitsmuis staan incidenteel ook grote aantallen amfibieën op het menu. De meeste van deze predatoren zijn opportunistisch in hun voedselkeuze en passen zich aan bij het beschikbare voedselaanbod. De dichtheden van amfibieën in het benedenrivierengebied kunnen plaatselijk hoog zijn. Opvallend zijn bijvoorbeeld de hoge aantallen Bruine kikker in de Biesbosch. Daarnaast kunnen, in de periode dat de larven het water verlaten, tijdelijk zeer hoge dichtheden jonge amfibieën langs de waterkant voorkomen. Een bekend voorbeeld is de massale metamorfose van de Gewone pad. Per vierkante meter kunnen dan meer dan honderd jonge dieren voorkomen. Dit wordt ook wel paddenregen genoemd.

Veel informatie over het belang van amfibieën als voedselbron voor genoemde predatoren is afkomstig uit voedselstudies in buitenlandse moerassen of oobossen. Het grotendeels ontbreken van Nederlandse gegevens hierover komt doordat gebieden met echt hoge dichtheden aan amfibieën in Nederland vooralsnog schaars zijn.



# 11. Zoogdieren

Dennis Wansink

**In Nederland leefden tot voor kort 69 soorten zoogdieren in het wild. Na 1960 zijn vier soorten uitgestorven: de Tuimelaar, de Otter, de Grote en de Kleine hoefijzerneus [12]. Van de resterende 65 soorten zijn er 10 kenmerkend voor de zoete wateren (tabel 7), die alle in het benedenrivierengebied voorkomen.**

Met uitzondering van de vleermuizen speelt de gehele levenscyclus van deze soorten zich af in de oeverzone (fig. 48). De aan water gebonden Water- en Meervleermuis jagen op insecten op en boven het water, maar ze rusten en werpen hun jongen in bomen en huizen die soms enkele tot tientallen kilometers verwijderd zijn van deze wateren. Ook voor andere zoogdiersoorten, zoals de Dwergmuis, de Bosspitsmuis, de Bunzing, de Rosse vleermuis en het Edelhart vormen waterrijke gebieden een belangrijke leefomgeving, maar zij zijn hiervan minder afhankelijk.

## Resultaten

Voor de bespreking van de zoogdierfauna is vooral gebruik gemaakt van de Atlas van de

Nederlandse zoogdieren [4]. Deze atlas geeft een overzicht van het voorkomen van zoogdiersoorten per atlasblok in de periode 1970-1988. Voor de soorten uit de AMOEBE bestaat een zeer gedetailleerd overzicht tot en met 1994 [25]. Daarnaast zijn inventarisatieverslagen geraadpleegd [5,8,9,24,30]. De enige vorm van monitoring die plaatsvindt, is het volgen van de ontwikkeling van de Beverpopulatie in de Brabantse Biesbosch [6].

In het studiegebied zijn, na de afsluiting van het Haringvliet in 1970, tweëndertig soorten zoogdieren met zekerheid buitendijks waargenomen (tabel 7; fig. 49). Daarnaast zijn nog vier soorten in het studiegebied gesignaleerd, waarvan niet duidelijk is of ze ook buitendijks komen.

In het Deltagebied werden vroeger, voor het afsluiten van het Haringvliet en de Grevelingen, af en toe ook soorten van het zoute water, zoals Bruinvis, Tuimelaar en Gewone zeehond, in de brakke wateren waargenomen.

### in en aan het water

In Haringvliet en Hollandsch Diep is door het

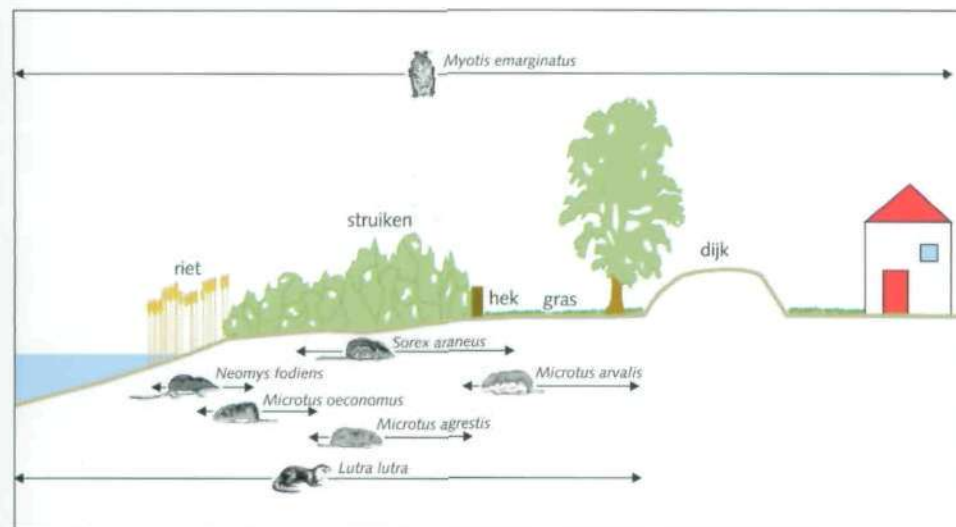
verdwijnen van de Otter en de zeezoogdieren het aantal (semi)aquatische zoogdiersoorten na 1970 meer dan gehalveerd (fig. 49). De kolonisatie van het gebied door de Muskusrat heeft de terugloop van het aantal soorten enigszins beperkt. In de Biesbosch is, dankzij het uitzetten van de Beverrat en de Bever en de kolonisatie door de Muskusrat, het aantal (semi)aquatische soorten toegenomen.

Eveneens nieuw langs de waterkant is de Amerikaanse nerts. Deze soort ontsnapt regelmatig uit pelsdierfokkerijen, maar heeft zich, voor zover bekend, nog niet als een zelfstandige populatie in Nederland weten te vestigen. In het studiegebied is hij eenmaal met zekerheid aangetroffen, op Tiengemeten in 1985.

Voor 1970 waren de Noordse woelmuis en de Woelrat de meest algemene oeverbewonende woelmuizen in het studiegebied. Hogerop de oever leefden alleen Veldmuizen. Na de afsluiting van het Haringvliet is de situatie in korte tijd veranderd. Muskusratten en Woelratten zijn nu de meest algemene woelmuissoorten in het gebied. De Nederlandse noordse woelmuizen behoren tot de ondersoort *Microtus oeconomus arenicola*, welke elders in Europa ontbreekt. Om die reden heeft Nederland een internationale verantwoordelijkheid als het gaat om het behoud van noordse woelmuis-populaties.

Op grond van de waarnemingen per atlasblok lijkt de verspreiding van de Noordse woelmuis niet sterk veranderd te zijn. De soort komt nog op bijna alle onderzochte buitendijkse locaties voor [1,2,13,18].

Als meer in detail wordt gekeken, dan blijkt dat er wel degelijk veranderingen zijn opgetreden in het verspreidingspatroon. De Noordse woelmuis is bijna geheel verdwenen uit de binnendijkse gebieden van de Zuid-Hollandse eilanden. Dit gaat vooral op voor Putten en de Hoeksche Waard; op Voorne en Flakkee zijn ze in de jaren negentig nog aangetroffen [2,20]. In de Biesbosch is de soort duidelijk in aantal achteruitgegaan. In 1958/59 was de Noordse woelmuis de enige woelmuis die hier werd gevangen [16]. Nu wordt Noordse woelmuis alleen in de natste delen gevangen en wordt verder voornamelijk Rosse woelmuis en Aardmuis gevangen [13,18,23]. Het gevolg is dat de verspreiding in het studiegebied



**Figuur 48**  
Gebruik van de oever door zoogdieren uit het benedenrivierengebied. De oeverbewonende zoogdiersoorten zijn zowel afhankelijk van de situatie in het water als die op het land. Zo zijn soorten als Waterspitsmuis, Meervleermuis en Otter gevoelig voor watervervuiling, omdat hun voedsel in het water leeft. Als zich geen geschikte slaapplaatsen (in huizen) in de buurt van het water bevinden, komt de Meervleermuis niet voor in het gebied. Het gebruik van de oever door de Noordse woelmuis is afhankelijk van de aanwezigheid van de Aardmuis of de Veldmuis op de drogere delen van de oever.

Use of the banks by mammals of the down-river area. The mammals inhabiting the banks are dependent on the conditions in the water as well as those on land. For example, species like *Neomys fodiens*, *Myotis emarginatus* and *Lutra lutra* are susceptible to water pollution, because they feed on aquatic fauna. Where there are no suitable sleeping-places near the water in the area (buildings), *Myotis emarginatus* does not occur. The use of the banks by *Microtus oeconomus* depends on the presence of *M. agrestis* or *M. arvalis* in the drier parts of the banks.



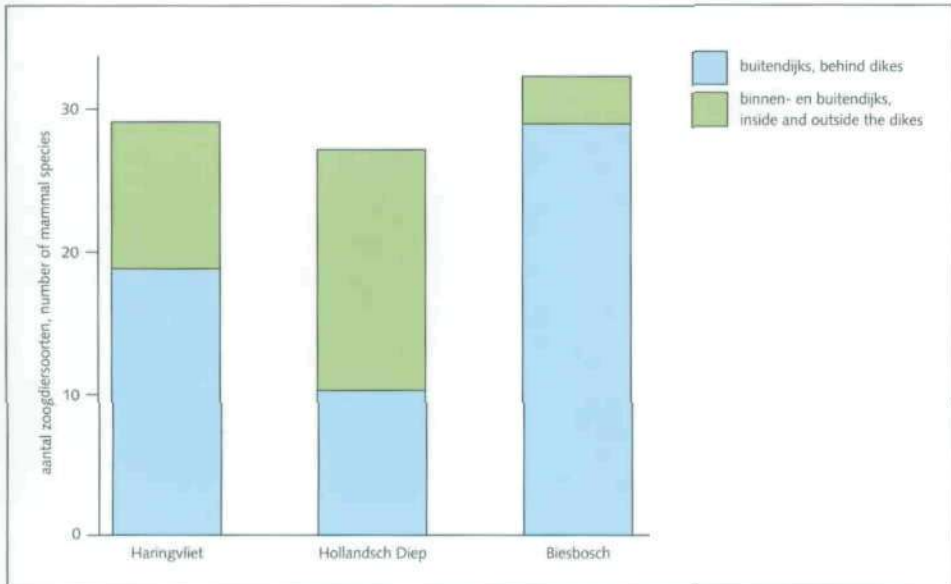
Foto 27

Het legen van een zoogdierval, waarin de dieren levend gevangen worden. Met deze vallen kunnen aantallen en dichtheden bepaald worden en metingen verricht worden aan individuele muizen. Hoewel ook de grote soorten in de val lopen, wordt deze methode voornamelijk voor (spits)muizen toegepast. Ook door middel van zichtwaarnemingen (waaronder vondsten van dode dieren), sporen zoeken, bat-detectors (voor vleermuizen) en uitpluizen van braakballen kunnen zoogdieren geïnventariseerd worden.

	Haringvliet	Hollandsch Diep	Biesbosch	status
Egel	x	+	x	
<i>Erinaceus europaeus</i>				
Gewone bosspitsmuis	x	x	x	
<i>Sorex araneus</i>				
Dwergspitsmuis	+	+	x	
<i>Sorex minutus</i>				
<b>Waterspitsmuis</b>	x?	-	x	kwetsbaar
<i>Neomys fodiens</i>				
Huisspitsmuis	+	-	x	
<i>Crocidura russula</i>				
Mol	x	+	x	
<i>Talpa europaea</i>				
Baardvleermuis/Brandts vleermuis	-	+	+	
<i>Myotis mystacinus</i>				
<b>Watervleermuis</b>	x	+	x	
<i>Myotis daubentonii</i>				
<b>Meervleermuis</b>	x	x	x	
<i>Myotis emarginatus</i>				
Dwergvleermuis	x	x	x	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>				
Ruige dwergvleermuis	-	+	x	
<i>Pipistrellus nathusii</i>				
Rosse vleermuis	-	-	x	
<i>Nyctalus noctula</i>				
Laatvlieger	-	-	x	
<i>Eptesicus serotinus</i>				
Gewone grootoorvleermuis	+	+	+	
<i>Plecotus auritus</i>				
Vos	-	-	+	
<i>Vulpes vulpes</i>				
Hermelijn	x	+	x	
<i>Mustela erminea</i>				
Wezel	x	x	x	
<i>Mustela nivalis</i>				
Bunzing	+	+	x	
<i>Mustela putorius</i>				
<b>Amerikaanse nerts</b>	x	+	-	
<i>Mustela vison</i>				
<b>Otter</b>	-	-	x?	uitgestorven
<i>Lutra lutra</i>				
Ree	x	+	x	
<i>Capreolus capreolus</i>				
<b>Bever</b>	-	-	x	gevoelig
<i>Castor fiber</i>				
Rosse woelmuis	-	x	x	
<i>Clethrionomys glareolus</i>				
<b>Woelrat</b>	x	+	x	
<i>Arvicola terrestris</i>				
<b>Muskusrat</b>	x	x	x	
<i>Ondatra zibethicus</i>				
Aardmuis	-	+	x	
<i>Microtus agrestis</i>				
Veldmuis	+	+	x	
<i>Microtus arvalis</i>				
<b>Noordse woelmuis</b>	x	x	x	kwetsbaar
<i>Microtus oeconomus</i>				
Dwergmuis	x	x	x	
<i>Micromys minutus</i>				
Bosmuis	x	x	x	
<i>Apodemus sylvaticus</i>				
Bruine rat	x	x	x	
<i>Rattus norvegicus</i>				
Zwarte rat	-	-	+	
<i>Rattus rattus</i>				
Huismuis	+	+	+	
<i>Mus domesticus</i>				
<b>Beverrat</b>	-	-	x	
<i>Myocastor coypus</i>				
Haas	x	+	x	
<i>Lepus europaeus</i>				
Konijn	x	x	x	
<i>Oryctolagus cuniculus</i>				
- = geen waarneming. <i>no records.</i>				
+ = waarneming, maar onbekend of de soort ook buitendijks is waargenomen. <i>recorded, but unknown which side of dike.</i>				
x = waarneming buitendijks. <i>recorded in floodplain.</i>				
vet = kenmerkend voor zoet water. <i>characteristic of fresh water habitats.</i>				
uitgestorven: in de loop van de 20e eeuw uit Nederland verdwenen. <i>extinct.</i>				
kwetsbaar: (zeer sterk) afgenomen en (vrij) zeldzaam. <i>vulnerable (decreasing and rare).</i>				
gevoelig: stabiel of toegenomen maar nog wel zeldzaam of (zeer) sterk afgenomen maar niet zeldzaam. <i>sensitive (stable or increasing but still uncommon, decreasing but not uncommon).</i>				

Tabel 7

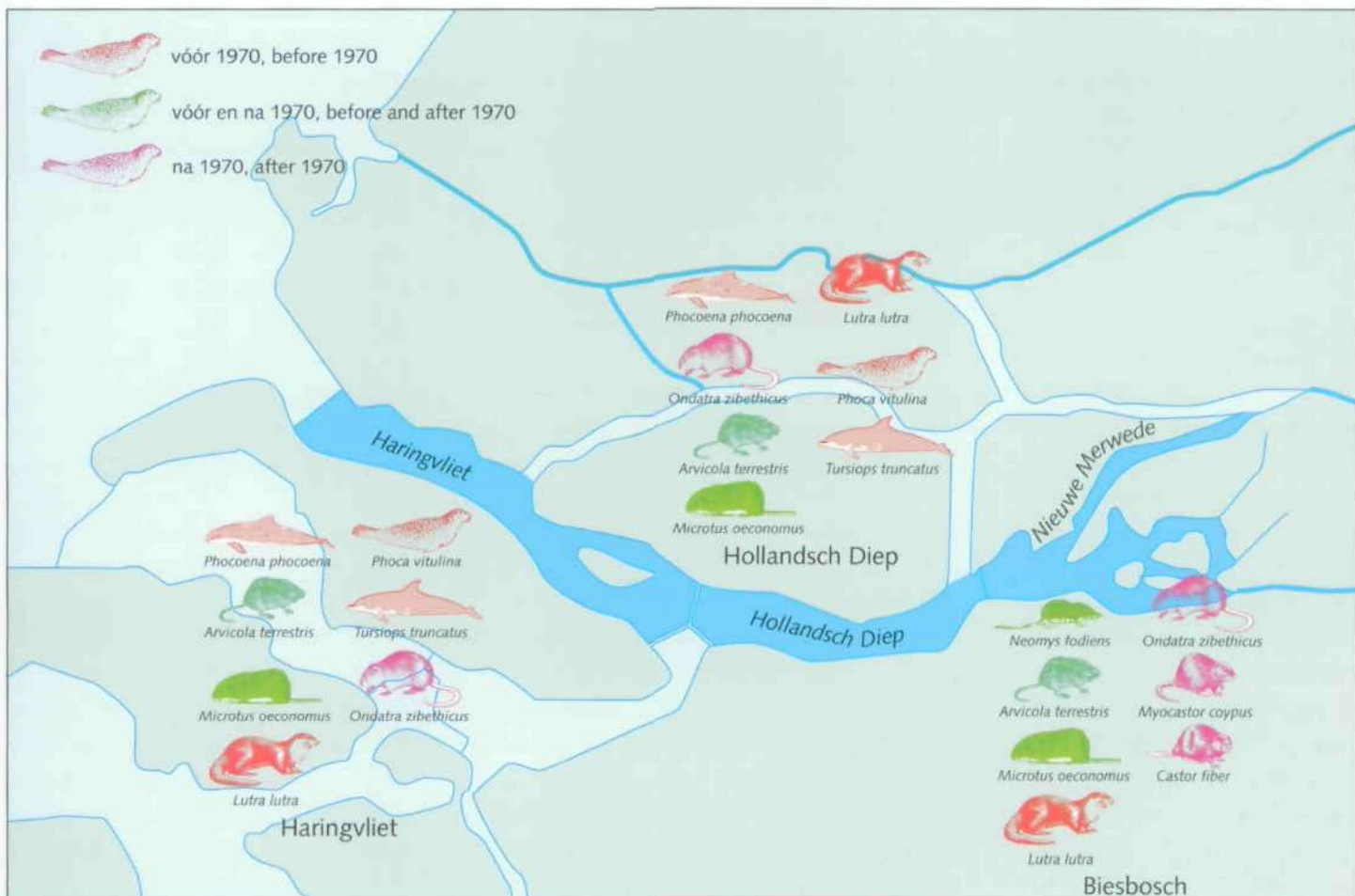
Zoogdiersoorten die zijn waargenomen van 1980 t/m 1995 en hun status volgens de Rode lijst [17].  
*Mammal species observed between 1980 and 1995, and their status.*



**Figuur 49**

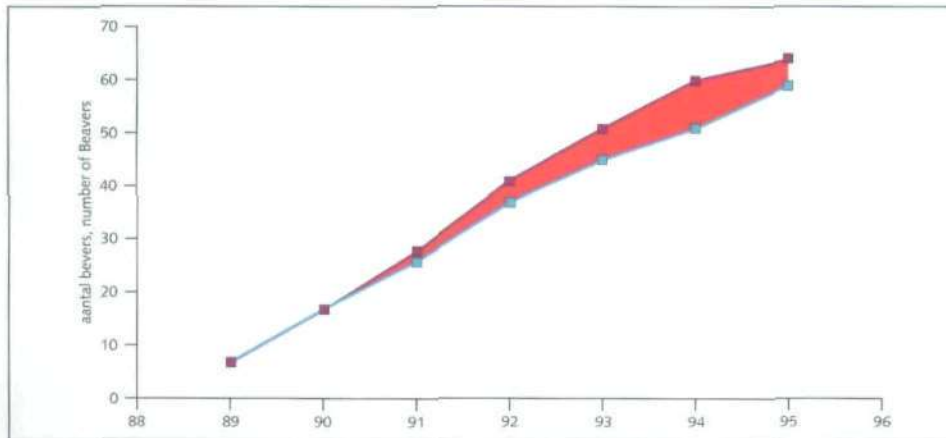
Het aantal soorten dat is waargenomen in de periode 1980 t/m 1995 in de drie gebieden van de zoete delta. Er is een lichte afname van oost naar west in het aantal soorten dat gebruik maakt van de buitendijkse terreinen. De diversiteit langs het Hollandsch Diep is het laagst. Of dit het gevolg is van een gebrek aan geschikte biotopen voor zoogdieren of van een geringere onderzoeksinspanning is niet bekend. Als ook de waarnemingen binnendijks worden meegenomen blijkt de diversiteit langs het Hollandsch Diep niet onder te doen voor het Haringvliet en de Merwede/ Biesbosch.

*Number of species observed between 1980 and 1995 in three sections of the delta-area. The number of species that uses the floodplain area is lowest along the Hollandsch Diep. Whether this an effect of lack of habitat or of low research intensity is unknown; if the areas inside the dikes are included diversity is similar to diversity in the other sections.*



**Figuur 50**

Verandering in de (semi-) aquatische zoogdiersoorten en totaal aantal zoogdiersoorten waargenomen in de periode 1960-1995 in Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch. Alleen in de Biesbosch is het aantal aquatische soorten toegenomen, dankzij het uitzetten van bevers en beverratten. In de andere gebieden is het aantal soorten afgenomen, omdat de zeezoogdieren de Haringvlietssluisen niet kunnen passeren. Er is een lichte afname van oost naar west in het aantal soorten dat gebruik maakt van de buitendijkse terreinen. *Changes in the number of (semi-)aquatic mammal species and total number of species observed in the period 1960-1995 in Haringvliet, Hollandsch Diep and Biesbosch. Only in the Biesbosch has the number of species increased, because Castor fiber and Myocastor coypus were set out there. In the other areas the number of species has decreased, because marine mammals cannot pass the Haringvliet locks. From east to west, the digram shows a slight decrease in the number of species using the areas outside the dikes.*



**Figuur 51**

Aantalsontwikkeling van de Beverpopulatie in de Biesbosch. Het is niet precies bekend hoeveel Bevers er zijn, omdat sommige dieren uit het oog verloren worden. In 1990 en 1991 zijn er veel Bevers gestorven. Om de populatie op peil te houden zijn tot 1993 nieuwe Bevers bijgezet. De groei van de populatie wordt nu veroorzaakt door een lagere sterfte en hogere reproductie [6].

*Development of the size of the Beavers population in the Biesbosch. It is not known exactly how many Beavers there are, because some animals are lost track of. In 1990 and 1991 many Beavers died, so more Beavers were released up to 1993. The growth of the population now is caused by lower death rates and higher reproduction rates [6].*

sterk versnipperd is. Hierdoor bestaat gevaar voor lokaal uitsterven. Vooral het Hollandsch Diep dreigt door het geringe oppervlak aan buitendijkse rietvelden minder geschikt te worden voor de Noordse woelmuis, waardoor de uitwisseling tussen de populaties in het Haringvliet en de Biesbosch minder goed wordt.

Opvallend is het vrijwel ontbreken van de Waterspitsmuis, zowel buiten- als binnendijks. Tot nu toe is alleen in het oosten van de Brabantsche Biesbosch de soort met zekerheid vastgesteld. Zelfs in de braakballen van uilen van de Zuidhollandse eilanden zijn geen resten van Waterspitsmuizen aangetroffen [19]. Met het wegvallen van het getij en het zoeter worden van het water zou je de soort op meer plaatsen verwachten, zoals op de Beninger Slikken, de Korendijkse Slikken en de Blanke Slikken waar zich geschikte begroeiingen ontwikkeld hebben. De aanwezigheid van een geschikt milieu is blijkbaar niet voldoende om kolonisatie mogelijk te maken. Er zijn zelfs aanwijzingen dat de soort in geheel Nederland achteruitgaat [12].

In de Biesbosch zijn in najaar 1988 de eerste Bevers uitgezet vanwege het grote oppervlak aan geschikte leefgebieden en omdat men verwachtte dat de Bever een structurerende invloed zou hebben op de nog jonge, eenvormige wilgenbossen. Uit het begeleidend onderzoek bleek echter dat Bevers nauwelijks een structurerend effect op

de wilgenvegetatie hadden, maar dat deze vegetatie, door het eenzijdige voedselaanbod, juist de populatiedichtheid van de Bever beïnvloedde [22]. In 1995 leefden 59 tot 64 Bevers in de Biesbosch (fig. 3) [6]. De populatie is in vergelijking met andere herintroducties in Europa slechts langzaam gegroeid.

De Otter is hier alleen aan het begin van de eeuw nog met zekerheid aangetroffen. In 1982 zijn nog wel sporen gevonden in de Brabantsche Biesbosch, maar de Nederlandse populatie was toen al zo versnipperd (alleen in Friesland was nog sprake van een groep Otters) dat geen sprake meer was van een levensvatbare populatie. De Otter is nu in Nederland uitgestorven en kan alleen in het benedenrivierengebied terugkeren als hij daar wordt uitgezet.

Het uitsterven van de Otter in Nederland komt door een combinatie van factoren, waaronder versnippering van leefgebied, rustverstoring en watervervuiling. Met betrekking tot watervervuiling wordt vaak een relatie gelegd met de hoge gehalten aan PCB's in het zoetwatermilieu, verwijzend naar de nadelige effecten van PCB's op de vruchtbaarheid van Amerikaanse nertsen. Inderdaad bestaat er een negatieve correlatie tussen PCB-gehalten in Otters en de stand van otterpopulaties in Europa. Daarnaast zijn zeer hoge concentraties PCB's aangetroffen in Otters uit gezonde populaties (onder meer in Spanje en

Schotland). Een oorzakelijk verband is dan ook nog niet aangetoond [27].

De maximale PCB-gehalten in vissen (het voedsel van otters) waarbij het uitzetten van Otters in een gebied nog verantwoord is, zijn: 145 tot 399 µg PCB/kg vers gewicht voor totaal PCB en 26 tot 49 µg/kg vers gewicht voor PCB 153 [15]. Het zijn de gehalten waarbij bij Amerikaanse nertsen geen nadelige effecten optreden op het reproductief succes. Aangenomen wordt dat Otters net zo gevoelig zijn voor PCB's als Amerikaanse nertsen. De gehalten PCB-153 in Aal uit het Haringvliet en Hollandsch Diep liggen nog ruim boven deze kritische waarden (hoofdstuk 3, fig. 8).

## oeversoorten

Als we het buitendijkse gebied in zijn geheel bekijken, dan is de diversiteit aan zoogdiersoorten na 1970 juist toegenomen. Dit is vooral te danken aan het droogvallen en verruigen van de slikken en gorzen. Hierdoor werden deze terreinen bewoonbaar voor soorten die voor het afsluiten van het Haringvliet alleen binnendijks leefden. Voorbeelden hiervan zijn Egel, Mol, de meeste spitsmuizen, Haas, Konijn, Wezel, Hermelijn en Bunzing.

Daarnaast hebben enkele droogteminnende soorten het gebied vanuit het oosten gekoloniseerd. Hieronder vallen de Aardmuis en de Rosse woelmuis. De Rosse woelmuis is al op Voorne aangetroffen. Van Goeree-Overflakkee zijn geen waarnemingen bekend. Buitendijks is de Rosse woelmuis tot de Esschenplaat (Hollandsch Diep) doorgedrongen. De Aardmuis is buiten de Biesbosch alleen bekend van braakballen van de Hoeksche Waard en Flakkee [19]. Buitendijks is deze muis nog niet aangetroffen.

Over de vroegere verspreiding van de veldmuizen is nauwelijks iets bekend, omdat zij toentertijd alleen in de hand gedetermineerd konden worden. Pas in de tachtiger jaren werd het mogelijk veldmuizen in de vlucht te determineren met behulp van batdetectors. Sinds die tijd zijn zes soorten buitendijks waargenomen (tabel 7).

Overigens gebruiken de meeste soorten veldmuizen het buitendijkse gebied alleen om te foerageren. Vooral de Biesbosch is in trek.

Dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en Meervleermuis zijn hier veelvuldig gehoord [1,10,26]. Alleen van de Ruige dwergvleermuis zijn buitendijks zomerverblijfplaatsen gevonden, namelijk in de Biesbosch zelf [26]. De andere vleermuizen komen van kolonieplaatsen in de steden en dorpen, die rond de Biesbosch liggen.

## Trends en ontwikkelingen

Door het permanent droogvallen en het vervuilen van de slikken en gorzen werden de buitendijkse terreinen na 1970 bewoonbaar voor soorten die voorheen, voor zover bekend, alleen binnendijks waren aangetroffen. Hierdoor is de diversiteit aan zoogdiersoorten buitendijks toegenomen. Indien de Haringvlietsluizen gesloten blijven zal deze ontwikkeling zich voortzetten. Door bosvorming op de slikken en het ouder worden van het bos in de Biesbosch zal het aantal boombewonende vleermuissoorten waarschijnlijk toenemen en zullen soorten als Rosse woelmuis en Aardmuis waarschijnlijk verder oprukken naar het westen. Voor de Noordse woelmuis wordt het gebied dan steeds minder aantrekkelijk en mogelijk verdwijnen ze uiteindelijk, als geen aangepast beheer plaatsvindt.

Door het sluiten van het Haringvliet trad in het hele studiegebied sedimentatie op. De sterk vervuilde sedimenten kunnen nadelige gevolgen hebben voor de carnivore en insectivore zoogdiersoorten die hun voedsel in of op het water zoeken, zoals de Water- en Meervleermuis [26] en de Waterspitsmuis. Maar ook herbivoren, zoals de Bever, lopen gevaar. Zowel de bevers als hun voedsel (wilg) blijken hoge concentraties cadmium te bevatten [22]. Of de bevers hier ook nadelen van ondervinden is onbekend.

Als de Haringvlietsluizen als stormvloedkering gebruikt gaan worden, zullen het Hollandsch Diep en Haringvliet zich waarschijnlijk ontwikkelen tot een zoet-zoutovergangsgebied en de Biesbosch tot een zoetwater-getijdengebied. Droogteminnende soorten zullen van de buitendijkse terreinen verdwijnen en de typische oeverbewoners zullen waarschijnlijk in aantal toenemen. Ook de Bruinvis en Gewone zeehond kunnen het gebied dan weer bereiken. Langs de

Noordzeekust bevinden zich nog enkele ligplaatsen van deze zeehond [25]. Alleen de Tuimelaar zal niet vanzelf terugkomen, omdat deze in de Noordzee uitgestorven is. Daar staat tegenover dat twee nieuwe soorten, de Bever en Beverrat, waarschijnlijk in dichtheid zullen toenemen en hun areaal zullen uitbreiden door een toename van het voedselaanbod. Dit scenario levert een lagere diversiteit aan zoogdiersoorten op, maar het zijn wel de soorten die in Nederland zeldzaam zijn en die op de Rode lijst van bedreigde en kwetsbare zoogdiersoorten staan [17].

## AMOEBE

Vier soorten zoogdieren zijn als doelvariabelen gekozen voor de AMOEBE voor het Benedenrivierengebied. Het gaat om de Gewone zeehond, de Otter, de Bever en de Noordse woelmuis. De Gewone zeehond en de Otter komen nu niet meer voor in het gebied. De Gewone zeehond kan mogelijk terugkomen als de verbinding met de Noordzee opengesteld wordt.

Wat de Bever betreft zal het met de huidige groeisnelheid (13 % van 1993 naar 1994) nog zo'n 10 jaar duren voordat de streefwaardes van de AMOEBE's voor de Biesbosch (213 tot 218 Bevers) bereikt zijn.

In haar huidige vorm ligt de maximale draagkracht van het gebied rond de 300 individuen.

De verwachting is dat een populatie van deze omvang zich op korte termijn (20 jaar) kan handhaven, maar op de iets langere termijn (100 jaar) niet [21]. Om de overlevingskansen te vergroten worden bevers nu ook buiten het Nationaal Park De Biesbosch getolereerd en zijn er verder stroomopwaarts (Gelderse Poort) ook bevers uitgezet.

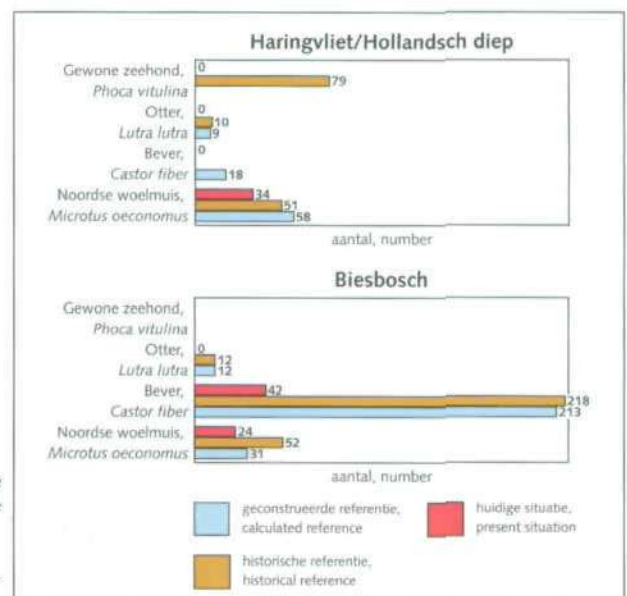
De populatiegroei zou gestimuleerd kunnen worden door het oorspronkelijke waterregime te herstellen. Aangenomen wordt dat door een verhoogde dynamiek in de waterstanden het aanbod aan pionierkruiden - een belangrijke bron van natrium en fosfor in de reproductieve periode van vrouwelijke Bevers - in de Biesbosch zal toenemen. Tussen 1990 en 1995 is de Noordse woelmuis in 31 kilometerhokken aangetroffen; 16 kilometerhokken in Haringvliet-Hollandsch Diep en 15 kilometerhokken in de Biesbosch. Dit voldoet niet aan de streefwaardes voor de AMOEBE. Hierbij moet wel aangetekend worden, dat niet alle kilometerhokken zijn onderzocht.

## Conclusies

De Meervleermuis, Muskusrat en Noordse woelmuis zijn kenmerkende soorten voor zoet water, die in het gehele gebied voorkomen.

De diversiteit aan zoogdiersoorten in de buitendijkse terreinen is na het afsluiten van het

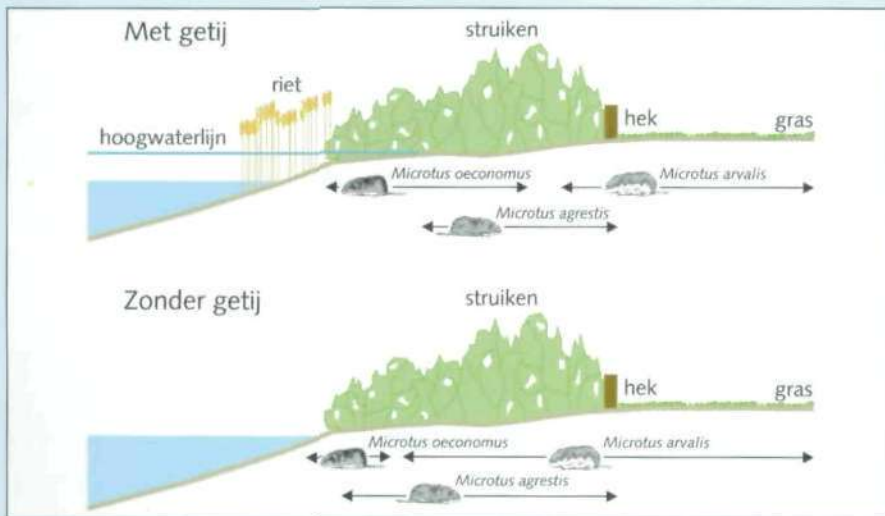
**Figuur 52**  
Doelvariabelen voor zoogdieren: geconstrueerde referentie en historische referentie ten opzichte van de huidige situatie.  
*Target variables for mammals: calculated and historical reference relative to the present situation.*



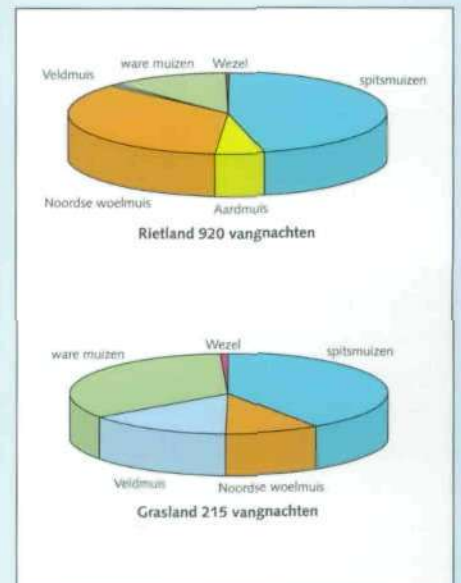
**Ecologische netwerken van Noordse woelmuizen**

Noordse woelmuizen komen vooral voor in natte biotopen met een dichte gras- of struikvegetatie en het is waarschijnlijk de enige woelmuis die wisselende waterstanden kan verdragen. Deze muis is echter ook bekend van drogere biotopen, zoals duinen en wegbermen [14,28]. In het verleden werden ook in het Deltagebied populaties van de Noordse woelmuis in drogere terreinen aangetroffen. Verdringing door Veldmuis en Aardmuis wordt meestal als reden genoemd voor het verdwijnen van de Noordse woelmuis uit deze terreinen, maar versnippering van het leefgebied kan ook een oorzaak zijn [28]. Uit onderzoek van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) in twee polders in Noord-Holland is gebleken dat de kans op het aantreffen van Noordse woelmuizen in een, op het oog, geschikt gebied samenhangt met de oppervlakte en de mate van isolatie [3]. In deze polders bestaan geschikte gebieden uit clusters van rietfragmenten (> 10 m breed) en rietkragen (5-10 m breed) die minder dan 50 m uit elkaar liggen en die waterwegen van meer dan 7 m breed, verkeerswegen of spoorlijnen niet doorkruisen. Hoe groter een gebied, hoe groter de kans op Noordse woelmuizen; hoe sterker de isolatie, hoe kleiner de kans. Van de factoren die de isolatie van een gebied bepalen, dragen de afstand tussen dit en drie omliggende gebieden en de connectiviteit (een combinatie van de aanwezigheid van Noordse woelmuizen in omliggende gebieden, de afstand tussen het gebied en alle omliggende gebieden, de oppervlakte van de omliggende gebieden en de dispersiecapaciteit van de soort) significant bij aan de kans op het aantreffen van Noordse woelmuizen. Opvallend is dat in de polder met veel geschikte gebieden en derhalve een hoge connectiviteit (Waterland-Oost), naast extinctie, ook (her)kolonisatie van gebieden optreedt. In de andere polder (Zeevang) treedt alleen extinctie op. Het optreden van (her)kolonisatie is een kenmerk van een netwerkpopulatie. Het verdwijnen van de Noordse woelmuis uit de drogere terreinen in het Deltagebied zou het gevolg kunnen zijn van het uiteenvallen van de bestaande populaties. De droge terreinen waar de Noordse woelmuis in de jaren zestig voorkwam, zijn in de loop der jaren steeds kleiner geworden en steeds verder van elkaar geïsoleerd door ruilverkaveling, recreatieve bebouwing en industrie. De populaties in de drogere terreinen worden daardoor te klein om zich te handhaven. Door hun lage dichtheden kunnen de Noordse woelmuizen in de droge terreinen de concurrentie met de Veld- en Aardmuis niet aan en moeten ze zich terugtrekken tot hun voorkeursbiotoop: natte rietvegetatie op de drooggevallede slikken en schorren [28]. Ook in de buitendijkse natte terreinen dreigt Noordse woelmuis nu te verdwijnen: enerzijds door de toenemende verdroging en vervuiling, waardoor deze terreinen geschikter worden voor Aardmuis en Veldmuis, anderzijds door het begrazingsbeheer van deze terreinen. Noordse woelmuis kan begrazing slecht verdragen, omdat de grazers hun holletjes en loopgangen dichttrappen [11,29]. Door het ontbreken van Noordse woelmuizen in het achterland, is de kans op herkolonisatie van de natte terreinen klein.

**Figuur 54**  
Verschuiving van het voorkomen van de Noordse woelmuis, Aardmuis en Veldmuis langs het Hollandsch Diep en Haringvliet door het wegvallen van het getij. In tegenstelling tot de andere woelmuizen kan de Noordse woelmuis wisselende waterstanden goed verdragen. Met het wegvallen van het getij werden de buitendijkse terreinen ook leefbaar voor Veldmuis, Aardmuis en Rosse woelmuis. De Noordse woelmuis is nu alleen nog maar in de alternatieve terreinen te vinden [25].



**Foto 28**  
De Noordse woelmuis. In het Deltagebied bestaan optimale Noordse woelmuissterreinen uit natte rietvegetaties van minimaal 7,5 hectare groot [2]. Zo'n gebied kan een populatie herbergen die een grote kans heeft om ook slechte periodes te overleven. Indien in zo'n gebied geen Noordse woelmuizen worden aangetroffen dan is dit een indicatie dat er iets mis is: bijvoorbeeld ongunstig beheer of isolatie ten opzichte van andere Noordse-woelmuisgebieden.



**Figuur 53**  
Het relatieve voorkomen van de Noordse woelmuis in het Deltagebied. Het optimale biotoop van de Noordse woelmuis in het Deltagebied is het natte rietland. Hier kunnen ze de concurrentie met andere woelmuizen aan. In natte rietlanden is de Noordse woelmuis, naast de spitsmuizen (voornamelijk Bosspitsmuis) de dominante kleine zoogdiersoort. In de droge graslanden wordt de plaats van de Noordse woelmuis overgenomen door de Veldmuis en de ware muizen (voornamelijk Bosmuis) [11].

Haringvliet toegenomen. De diversiteit aan (semi)aquatische soorten is echter afgenomen (behalve de Biesbosch). Vooralsnog lijken de gehalten van microverontreinigingen in vis in het benedenrivierengebied

te hoog om met succes Otters uit te zetten. Bij een aangepast beheer of een ander gebruik van de Haringvlietluizen kan het gebied een belangrijke bijdrage leveren aan het behoud van enkele bedreigde zoogdiersoorten in Nederland,

zoals de Noordse woelmuis, Bever en Gewone zeehond.

## 12. Integratie

Annelies de Hoog, Marieke Ohm en Joan van der Velden

**In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch aan de hand van de belangrijkste conclusies uit de voorgaande hoofdstukken. Bij zo'n overzicht hoort een presentatie met behulp van de AMOEBE. Ook de gevolgen van de afsluiting in 1970, het huidige functioneren van het watersysteem en de perspectieven voor een zoet watersysteem op de langere termijn komen aan de orde. Tot slot worden de herstel mogelijkheden van de vroegerere situatie aangegeven.**

In vergelijking met de andere rijkswateren springen een aantal kenmerken direct in het oog: het estuariene landschap, de grote lengte aan oeverlijnen, de verontreinigingsgraad van de waterbodem en een groot aantal 'gebiedseigen' soorten planten en dieren.

Het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch maken deel uit van het mondingsgebied van de grote rivieren Rijn en Maas. Dit estuarium omvat daarnaast ook de noordrand en de Voordelta. Door de Deltawerken vormt het gebied niet echt meer een geheel, maar zijn er scherpe overgangen ontstaan tussen water en land, tussen zout en zoet water.

In feite heeft zich in de 25 jaar sinds de afsluiting van het Haringvliet een nieuw gebied ontwikkeld: geen echt estuarium, geen rivier, geen meer. Wel een gebied waarin een snelle sedimentatie optreedt, waardoor het een opslagplaats van verontreiniging is geworden. Door een sterk wisselende verblijftijd is het water helder. Naast grootschalige, rustige oevergebieden is er massarecreatie op het water. De druk op het ecosysteem is intens en toch liggen er volop kansen voor de natuur.

### afscheid van de zeehond

In de verschillende hoofdstukken van deze watersysteemrapportage wordt meer of minder nadrukkelijk gerefereerd aan de situatie van vóór 1970, vanwege het stempel dat de vroegere getijdenwerking op het gebied heeft gedrukt. De aandacht voor een hernieuwde invloed van de zee in het gebied, die onder andere blijkt uit de Milieu-Effect-Rapportage die wordt uitgevoerd met betrekking tot een mogelijk ander beheer van de

Haringvlietsluizen, grijpt gedeeltelijk terug op de aandacht voor het estuariene verleden.

Vóór 1970 bepalen eb en vloed de morfologische processen van het gebied. Met elk getij gaat een grote hoeveelheid water het gebied in en uit, waardoor diepe geulen uitgeschuurd worden. Door de open verbinding met de zee kunnen allerlei trekvisen zoals Steur en Elft, zich ongehinderd tussen de zoute, brakke en zoete delen van het estuarium verplaatsen om te paaieren, op te groeien of door het gebied heen te trekken.

In de ondiepe oeverzones wordt steeds weer een vers laagje slib afgezet, dat voedsel biedt aan een rijke bodemfauna. Van deze bodemdieren profiteren op hun beurt grote aantallen steltlopers. Bij voldoende hoge opslibbing vestigt zich een vegetatie van biezen op de slikplaten. In de oeverzone van biezen- en grasgorzen foerageren grote aantallen plantenetende watervogels, zoals ganzen en smienten.

De gorzen en grienden in de buitendijkse gebieden zijn veelal in agrarisch gebruik. In het zoetwater-intergetijdengebied van de Biesbosch komt een buitengewone vegetatie voor, met Spindotter als unieke soort. Ook voor 1970 is sprake van ernstig verontreinigde waterbodems in het gebied, maar de problemen die daarvan het gevolg zijn, worden overschaduwd door de sterke hydrologische en morfologische dynamiek.

De bouw van de Hellegatsdam (1969) en de Haringvlietdam (1970) verandert de waterbeweging van het gebied radicaal. De morfologie past zich daarbij aan - een proces dat nog steeds gaande is. Ook de levensgemeenschappen in het gebied veranderen onder invloed van de hydrologische en morfologische verschuivingen. Geulen slijben dicht, vervuild rivierslib sedimenteert in de geulen, de samenstelling van de bodemfauna verandert. Steltlopers vinden minder voedsel en trekken naar andere gebieden; oevers kalven af door de sterke geconcentreerde golfslag; de dammen vormen een onneembare barrière voor trekvisen en zeehonden; de aan het zoetwatergetijde aangepaste vegetatie verliest terrein; aan vochtig rietland gebonden zoogdieren, zoals de Noordse woelmuis, gaan in aantal achteruit.

Tegenwoordig is de afgedamde zee-arm met het voormalige brak- en zoetwatergetijdengebied

een semi-stagnant meer met een zoetwatermoeras. De waterbeweging is afhankelijk van de rivierafvoer en dat leidt in combinatie met het bedieningsprogramma van de sluisen tot een zeer onregelmatig, 'onnatuurlijk' peilverloop. De invloed van het getij is gering; toch is er gemiddeld nog altijd een getijgolf van zo'n 0,3 m, die het gebied indirect bereikt, via de noordrand. De verblijftijden in het westelijk deel van het gebied zijn kort, gemiddeld 11 dagen in het Haringvliet en 3,5 dagen in het Hollandsch Diep.

### huidige situatie

In het Haringvliet komen relatief veel grote watervlooien voor die, in combinatie met de korte verblijftijd, de groei van algen effectief onderdrukken. Ernstige eutrofiëringsproblemen treden in het Haringvliet daarom niet op. In het Hollandsch Diep zijn minder grote watervlooien aanwezig, maar omdat de verblijftijd nog korter is dan in het Haringvliet, doen zich ook in het Hollandsch Diep geen problemen met algengroei voor. De aanwezigheid van grote watervlooien in het Haringvliet wijst erop dat plankton etende vis, zoals Brasem en Blankvoorn, de watervlooien-populatie niet geheel wegvreet, wat in veel andere stagnante, eutrofe meren in Nederland wel het geval is. Snoekbaars, een vissoort van grote open, voedselrijke wateren, is de dominante roofvis in het gebied.

In de oude getijdengeulen heeft op grote schaal sedimentatie plaatsgevonden met sterk verontreinigd slib. Ook in sommige oevergebieden is slib gesedimenteerd. Daardoor is een weinig gevarieerde bodemfauna ontstaan. Soorten die goed tegen (vervuild) slib kunnen, worden overal aangetroffen, terwijl de meer kritische soorten van schone zandbodems nauwelijks gevonden worden. Alleen in sommige oevergebieden komen soorten voor die wijzen op andere omstandigheden. Zo komt de Zandoeverdansmug voor in ondiepe, zandige oevergebieden. Ook is op één plek in het Haringvliet de Getijdenslak aangetroffen, een soort die gebonden is aan een dagelijkse eb-en-vloedbeweging.

In de ondiepe gebieden ontwikkelen zich waterplantenvelden, waarin vooral het hoge aandeel van de soorten Schedefonteinkruid en

Zannichellia en van draadwieren opvalt. Het op onverwachte momenten droogvallen en weer overstromen van de waterbodem is sterk bepalend voor de ontwikkeling van waterplanten in de zeer ondiepe gebieden. Het waterregime heeft ook de oeverbegroeiing - biez en riet - beïnvloed, doordat in 25 jaar tijds grote stukken van de oevers zijn afgeslagen. Om dit verder tegen te gaan zijn vanaf begin tachtiger jaren oeververdedigingen aangelegd. In brede ondiepe oevers zijn vooroeververdedigingen gelegd: dammen op enige afstand van de oever waardoor een beschutte 'lagune' ontstaat. De dammen zijn een goede maatregel om oeverafslag te beperken. De verwachting dat deze ondiepe, luwe oevergebieden ideale mogelijkheden zouden bieden voor de ontwikkeling van water- en oevervegetatie is niet uitgekomen. Omdat ook de bodemfauna niet massaal tot ontwikkeling is gekomen, is de betekenis van deze gebieden als foerageergebied voor steltlopers beperkt gebleven. Wel oefenen de 'lagunes' een grote aantrekkingskracht uit op allerlei andere watervogels als rustgebied.

Ecotoxicologisch onderzoek wijst uit dat de niveaus van toxische stoffen in het gebied zo hoog zijn dat er een gevaar is voor het aquatisch ecosysteem. De gehalten aan kwik, cadmium en PCB's zijn veel te hoog in Aal en Driehoeksmossel. Ondanks deze alarmerende situatie benutten watervogels in grote aantallen het tegenwoordige Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch. Vooral herbivore watervogels, zoals ganzen, eenden en zwanen, die op de buitendijkse grasgorzen grazen, komen voor in internationaal belangrijke aantallen. Achter de vooroeververdedigingen komen veel grondelende eenden voor, zoals Krakeend. Zij eten vooral draadgalen die hier op grote schaal voorkomen. De grote hoeveelheden driehoeksmosselen in het Hollandsch Diep zijn een voedselbron voor kuifeenden. De onbegroeide drassige zone is beperkt in omvang en wordt gebruikt door steltlopers en lepelaars.

Ook komen in de buitendijkse gebieden onder de huidige omstandigheden amfibieën (Bruine kikker, Meerkikker, Middelste groene kikker, Gewone pad en Kleine watersalamander) en reptielen (Ringslang) voor.

In hoeverre de hoge belasting met toxische

stoffen effecten heeft op vissen, watervogels en zoogdieren is niet altijd duidelijk. Uit onderzoek is wel naar voren gekomen dat er een relatie bestaat tussen toxicanten in de voedselketen en het geringe broedsucces van aalscholvers in de Biesbosch.

## AMOEBE

De AMOEBE (Algemene Methode voor OEcologische BESchrijving en beoordeling) laat zien hoe het watersysteem er aan toe is. Uitgaande van de situatie in de periode tussen 1991 en 1993 zijn AMOEBEs opgesteld voor het Haringvliet/Hollandsch Diep en de Biesbosch [3]. Voor deze AMOEBEs is een beperkt aantal planten- en diergroepen gekozen, die aan een aantal criteria moeten voldoen. Deze doelvariabelen geven gezamenlijk de toestand van het watersysteem weer, spreken aan en zijn goed te monitoren. Bovendien moet een referentiewaarde kunnen worden vastgesteld. Het geheel aan referentiewaarden vormt een min of meer objectieve maatlat voor een gezond en duurzaam functionerend systeem. Op deze wijze kunnen de gekozen groepen als indicatoren voor het beleid dienen; ze worden daarom als 'doelvariabelen' aangeduid. Voor de AMOEBEs van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch worden ongeveer dertig doelvariabelen gebruikt.

In de gebruikte presentatievorm wordt de referentie uitgezet ten opzichte van een cirkel (fig. 55). Elke doelvariabele voldoet op deze cirkel voor 100 % aan de bijbehorende referentiewaarde. De huidige situatie wordt als percentage ten opzichte van de referentie weergegeven.

Voor Haringvliet/Hollandsch Diep en voor de Biesbosch zijn afzonderlijke AMOEBEs opgesteld, omdat niet volstaan kan worden met een enkele reeks doelvariabelen voor het gehele gebied. Daarnaast is uitgegaan van twee verschillende referentietoestanden.

- de **historische referentie** die de situatie van het brak- en zoetwatergetijdengebied van vóór 1970 weergeeft
- de **geconstrueerde referentie** die een afgesloten, maar overigens optimaal natuurlijk functionerende situatie beschrijft. Haringvliet en

Hollandsch Diep zijn hier zeer langzaam stromende, semi-stagnante wateren met langs de oevers en in de Biesbosch uitgestrekte zoetwatermoerassen.

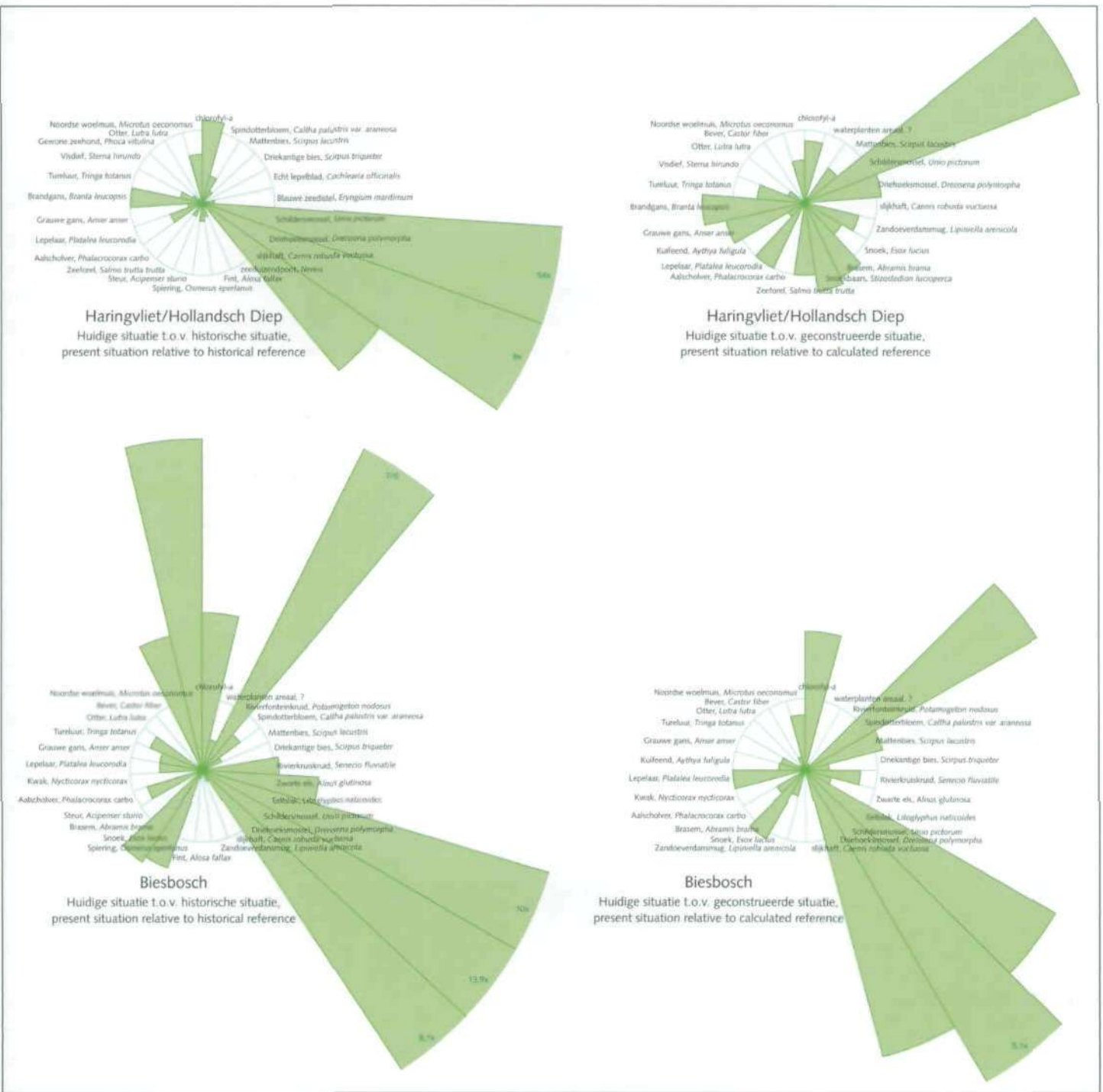
De referentiewaarden voor de doelvariabelen in de AMOEBEs zijn bepaald op basis van oude inventarisatiegegevens, schattingen en modelberekeningen [3]. Niet alle gegevens uit de monitoring in het jaar 1994 konden tot de in de AMOEBE gepresenteerde eenheden worden herleid. Daarom zijn ook gegevens uit eerdere jaren toegevoegd. Zowel de keuze van doelvariabelen en hun eenheden in de AMOEBE, als de parameters uit het biologisch monitoring-programma dienen nog op elkaar te worden afgestemd.

De huidige situatie laat ten opzichte van zowel de historische als de geconstrueerde referentie veel te wensen over (fig. 55). Doelvariabelen uit de historische referentie, zoals Otter, Bever, Noordse woelmuis, Kwak, biez en, Zeeduizendpoot, Steur, Fint en Spiering, ontbreken in 1994 geheel of vrijwel geheel. Afwezige of nagenoeg afwezige doelvariabelen ten opzichte van de geconstrueerde referentie zijn waterplanten, Otter en slijkhafte. Opvallend is dat de Spindotter in de AMOEBE ten opzichte van de geconstrueerde referentie van de Biesbosch ruim aanwezig is. Hier lijkt sprake van een ongelukkig gekozen doelvariabele. Hetzelfde geldt voor de huidige waarden van enkele bodemfauna-doelvariabelen die in de AMOEBEs ver buiten de cirkel uitsteken (schildersmossel, Driehoeksmossel en Eeltslak). Deze soorten zijn kenmerkend voor de geconstrueerde referentie, maar het is de vraag of de geschatte referentiewaarden realistisch zijn. Vaststelling van zo'n waarde en vergelijking met door inventarisatie verkregen gegevens is bij de normale populatiefluctuaties van deze soorten niet goed mogelijk als het opstellen van AMOEBEs en de biologische monitoring niet op elkaar zijn afgestemd.

### kiezen voor waterplanten

Bij een voortzetting van het bestaande waterbeheer, dat wil zeggen eenzelfde beheer van de Haringvlietluizen als in de afgelopen jaren, zullen de kenmerken van een zoet meer (Haringvliet), een langzaam stromende rivier (Hollandsch





**Figuur 55**  
AMOEBEs van Haringvliet/Hollandsch Diep en de Biesbosch. AMOEBE staat voor Algemene Methode voor OEcologische BESchrijving en beoordeling. In deze AMOEBEs staat de huidige situatie uitgezet tegen de historische referentie met sterke getijdenwerking (voor 1970) en de geconstrueerde situatie. De huidige situatie wijkt sterk af van beide referenties.  
AMOEBEs of Haringvliet/Hollandsch Diep and Biesbosch. AMOEBE stands for General Method for Ecological Description and Assessment. In these AMOEBEs the present situation is contrasted with the historical situation when the area was tidal (before 1970) and with the hypothetical situation. The present situation differs markedly from both referential situations.

Diep, Nieuwe Merwede) en een grootschalig aanleg van natuurontwikkelingsgebieden en kans op ernstige bloei van blauwalgen gering  
zoetwatermoeras (Biesbosch) steeds sterker naar ontpoldering nog wel areaalwinst voor natte en  
voren komen. De grens tussen land en water vochtige ecotopen geboekt worden.  
blijft gefixeerd. In de oevergebieden kan door Gezien de gemiddeld korte verblijftijden zal de  
zullen zich verder kunnen uitbreiden in ondiep water. Riet en biezen

kunnen vooroevergebieden slechts beperkt koloniseren. In de visstand zullen geen grote verschuivingen optreden: Brasem en Blankvoorn blijven de belangrijkste witvissoorten, Snoekbaars de belangrijkste roofvis. Voor trekvissen blijft het gebied van beperkte betekenis.

De ontwikkeling van de plantenetende vogels hangt samen met het beheer van de grazige terreinen in de buitendijkse gebieden; het gebied zal voor ganzen een rol van internationale betekenis blijven spelen. Vogelsoorten die op waterplanten foerageren zullen zich kunnen uitbreiden. Dit geldt ook voor steltlopers die de nieuw aangelegde ondiepten in gebruik zullen nemen.

Voor amfibieën, reptielen en een aantal zoogdiersoorten zullen de ontwikkelingsmogelijkheden gunstig zijn omdat het areaal van moerassige oevergebieden en de verbindingen daartussen zullen toenemen.

Sanering van de meest vervuilde plekken van de waterbodem zal leiden tot enige vermindering van ecotoxicologische risico's, maar ook na sanering zullen risico's nog een tijd lang blijven bestaan. Verwacht wordt dat zeer gevoelige soorten als de Otter dan ook tot in lengte van jaren niet in het gebied kunnen leven. Andere soorten die hoog in de voedselketen staan, zoals de Aalscholver, zullen waarschijnlijk last blijven ondervinden van de verontreinigingen.

### een ander sluisbeheer

Bij voortzetting van het huidige beheer treedt een aantal knelpunten aan het licht die een optimaal ecologisch functioneren als estuarium van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch in de weg zitten. Vooral de manier waarop de waterhuishouding met behulp van de Haringvliet-sluisen wordt gereguleerd, waardoor er geen open verbinding is tussen de zee en de rivieren, is hierbij van belang. Diverse knelpunten zijn al genoemd. Hieronder worden ze nog eens kort samengevat.

#### - Barrière voor trekvissen en zeehonden.

Het spui-beheer van de sluisen betekent dat alleen tijdens laagwater gespuid wordt. Door de relatief korte perioden waarin water geloosd wordt en de hoge stroomsnelheden, zijn de mogelijkheden voor optrekkende vissoorten,

zoals Steur en Fint, om het estuarium via het Haringvliet binnen te trekken, beperkt.

#### - Ontbreken van een brakwaterzone.

De zoet-zoutovergang bij de sluisen is scherp. Doordat ontbreken brakwatergemeenschappen in het plankton, de macrofauna, de vis en de vegetatie.

#### - Ontbreken van getijdendynamiek.

In het hele gebied is het getij miniem, waardoor de dagelijks overspoelde oeverzone is verdwenen, getijstromen zijn lamgelegd waardoor er geen op- en aanwassen meer ontstaan. Het hiermee verbonden ecosysteem van droogvallende platen en schorren bestaat nauwelijks meer.

#### - Beperkt zoetwatergetijdenareaal.

Een sterke getijdenwerking in het zoete deel van het estuarium is alleen nog in delen van de Lek en de Oude en Nieuwe Maas te vinden. Zoetwatergetijden-organismen zoals de Getijdenslak en Spindotterbloem worden bedreigd.

#### - Zonder oeververdediging voortgaande afslag van buitendijkse gebieden.

Door de sterk geconcentreerde golfaanval op de oevers gaat de erosie van oevergebieden,



Foto 29 en 30

Wat willen we? De zeehond of de onderwaterplanten? Als het de zeehond wordt, dan moeten de sluisen zoveel mogelijk open. Als voor de onderwaterplanten gekozen wordt, dan blijven de sluisen zoveel mogelijk gesloten.

waardoor al honderden hectaren zijn weggespoeld, door. Zware beschermingsconstructies zijn nodig om dit proces te keren.

#### - Geen natuurlijke oeverzonerings.

Biezen en riet zijn door oeverafslag verdwenen. Op veel plaatsen zijn steilranden ontstaan tussen het open water en de landbegroeiing. Als gevolg hiervan ontbreken voldoende paaiplaatsen voor vis in de oeverzone.

#### - Weinig ondiepe gebieden.

Foerageermogelijkheden voor steltlopers zijn beperkt.

#### - Ecotoxicologische effecten.

Ten gevolge van de sterk vervuilde waterbodem zijn tot in de kleinste kreekjes effecten te vinden. De dichtheden van macrofauna zijn laag, er treden misvormingen op bij muggenlarven en vissen; het voortplantingssucces is bij sommige vogelsoorten verminderd.

#### - Verstoorde slibbalans.

Een groot deel van de organische fractie komt niet beschikbaar voor het aquatische systeem. Het verlies van het estuariumkarakter samen met de sedimentatie van verontreinigd slib na 1970 hebben ernstige ecologische gevolgen gehad. Het daarna ontwikkelde zoete, stagnante watersysteem biedt wel andere mogelijkheden, die echter lang niet zo uniek zijn als de situatie van vóór 1970. Uitgebreide estuaria, bestaande uit een open verbinding van de rivier met de zee, staan overal in Europa onder zware druk. Instandhouding en herstel van de natuur in zulke gebieden is daarom van groot belang.

### de zeehond terug

De derde Nota Waterhuishouding [2] geeft aan dat onderzoek naar een ander beheer van de Haringvliet-sluisen gewenst was. Daarnaast vraagt de Ecosysteemvisie Delta [1] om het gebruik van de sluisen als stormvloedkering. De Milieu-Effect-Rapportage Haringvliet-sluisen en het mogelijke besluit tot een alternatief beheer van de sluisen kan het keerpunt zijn in de geschiedenis van Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch als deel van het estuarium van Rijn en Maas. Een kleine of (op termijn) grote opening van de sluisen biedt perspectieven voor een terugkeer van ecologische waarden die vóór 1970

aanwezig waren. Toch zal de situatie van destijds niet geheel terugkeren.

- De open verbinding via de Haringvlietssluisen zal altijd veel kleiner zijn dan de monding zonder Haringvlietdam en -sluisen, waardoor de mate van wateruitwisseling beperkt zal blijven.
- De verbinding met open zee via het Volkerak is nu afgesloten door middel van de Volkeraksluisen. De getijden-invloed vanuit de Oosterschelde en het Krammer-Volkerak zal niet hersteld worden.
- De afgeslagen oeversgebieden zijn verdwenen. Natuurlijk herstel van deze gebieden door herstel van sedimentatieprocessen zal niet op afzienbare termijn plaatsvinden.
- De vervuilde waterbodem zal nog gedurende jaren een bron van verontreinigingen blijven vormen. De bedoeling is dat er dusdanig gesaneerd wordt dat er geen merkbare effecten zullen optreden.

- In de Biesbosch en langs de oevers van het Hollandsch Diep is de griend-, biezen- en rietcultuur verdwenen, waardoor een ander type natuur langs de oevers zal ontstaan. Deze zal een veel 'ruiger' karakter hebben dan het sterk onderhouden landschap van vroeger.

Dat het niet meer zo zal worden als vroeger is echter geen reden om af te zien van een ander beheer van de sluisen. Wel zullen vervuilde waterbodems plaatselijk gesaneerd moeten worden voordat met een ander sluisbeheer begonnen kan worden, omdat geen grote hoeveelheden zwaar verontreinigd sediment naar de Noordzee en de Waddenzee gespoeld mogen worden.

Door het eventueel gedeeltelijk openzetten van de sluisen zullen de brakwaterzone en de getijslag het watersysteem gaan beïnvloeden en veranderen. De morfologie van de oevers en geulen zal zich wijzigen. Trekvisen, brakwatersoorten en typische getijdensoorten kunnen zich herstellen.

Het zoete Haringvliet zal weer een gedaante-vertelling ondergaan. Het water van het westelijk Haringvliet zal minder helder worden doordat er meer zwevend stof in meegevoerd wordt. Waterplanten zullen door de verhoogde dynamiek achteruit gaan, waardoor sommige plantenetende watervogels minder foeragemogelijkheden krijgen.

Het terugbrengen op beperkte schaal van een zout-zoet overgang met getij in het Haringvliet en van getij in het Hollandsch Diep en de Biesbosch is een ingreep waarvan de gevolgen voor het functioneren van het ecosysteem niet tot in details voorspeld kunnen worden. Voor estuariene groepen organismen betekent het nieuwe ontwikkelingskansen. Het gebied zal daarmee weer een waardevolle schakel worden tussen Noordzee en Rijn/Maas.



# Soortenregister

nederlandse naam	wetenschappelijke naam	hoofdstuk
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	2, 3, 8, 9, 11, 12
Aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	9, 12
Aardmuis	<i>Microtus agrestis</i>	11
Alpenwatersalamander	<i>Triturus alpestris</i>	10
Amerikaanse nerts	<i>Mustela vison</i>	11
Aziatische korfmossel	<i>Corbicula fluminea</i>	6
Baardvleermuis	<i>Myotis mystacinus</i>	11
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	8, 9
Bastaardbies	<i>Schoenoplectus x carinatus</i>	7
Beekforel	<i>Salmo trutta fario</i>	8
Begroeiende poel­slak	<i>Radix peregra</i>	6
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	9
Bever	<i>Castor fiber</i>	11, 12
Beverrat	<i>Myocastor coypus</i>	11
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	8, 9, 12
Blauwe zeedistel	<i>Eryngium maritimum</i>	6, 12
Bolle stroommossel	<i>Unio tumidus</i>	6
Boomkikker	<i>Hyla arborea</i>	10
Bosmuis	<i>Apodemus sylvaticus</i>	7, 11
Bosmuur	<i>Stellaria nemorum</i>	7
Bosuil	<i>Strix aluco</i>	10
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	8
Brakwatergrondel	<i>Potamoschistus microps</i>	8
Brandgans	<i>Branta leucopsis</i>	7, 9, 12
Brandts vleermuis	<i>Myotis brandtii</i>	11
Brasem	<i>Abramis brama</i>	2, 8, 12
Brilduiker	<i>Bucephala clangula</i>	9
Bronblaashoren	<i>Physa fontinalis</i>	6
Bruine kikker	<i>Rana temporaria</i>	10, 12
Bruine rat	<i>Rattus norvegicus</i>	11
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	11
Brulkikker	<i>Rana catesbeiana</i>	10
Bunzing	<i>Mustela putorius</i>	10, 11
dansmug	<i>Chironomus</i>	3, 9
darmwier	<i>Enteromorpha</i>	4, 7
Dikkopje	<i>Potamoschistus minutus</i>	8
Doorgroeid fonteinkruid	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	7
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	8
Driehoeksmossel	<i>Dreissena polymorpha</i>	3, 4, 5, 6, 9, 12
Driekantige bies	<i>Scirpus triqueter</i>	12, 7
Dwergbootsmannetje	<i>Plea minutissima</i>	6
Dwergmuis	<i>Micromys minutus</i>	11
Dwergspitsmuis	<i>Sorex minutus</i>	11
Dwergvleermuis	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	11
Echt lepelblad	<i>Cochlearia officinalis</i>	6, 7, 12
Eeltslak	<i>Litoglyphus naticoides</i>	6, 12
Egel	<i>Erinaceus europaeus</i>	11

nederlandse naam	wetenschappelijke naam	hoofdstuk
Elft	<i>Alosa alosa</i>	8, 12
erwtmossel	<i>Pisidium</i>	6
Fint	<i>Alosa fallax</i>	8, 12
Fuut	<i>Podiceps cristatus</i>	9
Gele plomp	<i>Nuphar lutea</i>	7
Getijdenslak	<i>Mercuria confusa</i>	6, 12
Gewone bosspitsmuis	<i>Sorex araneus</i>	11
Gewone grootoorvleermuis	<i>Plecotus auritus</i>	11
Gewone pad	<i>Bufo bufo</i>	10, 12
Gewone zeehond	<i>Phoca vitulina</i>	11, 12
Goudplevier	<i>Pluvialis apricaria</i>	9
Grauwe gans	<i>Anser anser</i>	9, 12
Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	7
Groot (gewoon) blaasjeskruid	<i>Utricularia vulgaris</i>	10
Groot heksenkruid	<i>Circaea lutetiana</i>	7
Groot springzaad	<i>Impatiens noli-tangere</i>	7
Groot zeegras	<i>Zostera marina</i>	9
Grote brandnetel	<i>Urtica dioica</i>	6, 7
Grote engelwortel	<i>Angelica archangelica</i>	7
Grote hoefijzerneus	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	11
Grote zaagbek	<i>Mergus merganser</i>	9
Grutto	<i>Limosa limosa</i>	9
Haas	<i>Lepus europaeus</i>	11
harder	<i>Mugilidae</i>	8
Harig wilgeroosje	<i>Epilobium hirsutum</i>	6
Haring	<i>Clupea harengus</i>	8
Heemst	<i>Althaea officinalis</i>	6
Heen	<i>Scirpus maritimus</i>	6
Heikikker	<i>Rana arvalis</i>	10
Hermelijn	<i>Mustela erminea</i>	11
Huismuis	<i>Mus domesticus</i>	11
Huisspitsmuis	<i>Crocidura russula</i>	11
Jenkins' waterhoren	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	6
Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	10
Kaspische slijkgarnaal	<i>Corophium curvispinum</i>	6
Kievit	<i>Vanellus vanellus</i>	9
Kleine hoefijzerneus	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	11
Kleine lisdodde	<i>Typha angustifolia</i>	7
Kleine watersalamander	<i>Triturus vulgaris</i>	10, 12
Kleine zwaan	<i>Cygnus columbianus</i>	9
Knobbelzwanen	<i>Cygnus olor</i>	9
Knoflookpad	<i>Pelobates fuscus</i>	10
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	9
Kolgans	<i>Anser albifrons</i>	9
Konijn	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	11
Krakeend	<i>Anas strepera</i>	9, 12
Kuifeend	<i>Aythya fuligula</i>	9, 12

nederlandse naam	wetenschappelijke naam	hoofdstuk
Kwabaal	<i>Molva molva</i>	8
Kwak	<i>Nycticorax nycticorax</i>	10, 12
Laatvlieger	<i>Eptesicus serotinus</i>	11
Late guldenroede	<i>Solidago gigantea</i>	6
Lepelaar	<i>Platalea leucorodia</i>	9, 12
Mattenbies	<i>Scirpus lacustris</i>	6, 7, 12
Meerkikker	<i>Rana ridibunda</i>	10, 12
Meerkoet	<i>Fulica atra</i>	9
Meervleermuis	<i>Myotis emarginatus</i>	11
Middelste groene kikker	<i>Rana klepton esculenta</i>	10, 12
Middelste zaagbek	<i>Mergus serrator</i>	9
Mol	<i>Talpa europaea</i>	11
Mosselwants	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	6
Muskusrat	<i>Ondatra zibethicus</i>	11
Nijlgans	<i>Alopochen aegyptiacus</i>	9
Nonnetje	<i>Mergus albellus</i>	9
Noordse woelmuis	<i>Microtus oeconomus</i>	11, 12
Oeveraas	<i>Palingenia longicauda</i>	6
Otter	<i>Lutra lutra</i>	11, 12
Ovale poelslak	<i>Radix ovata</i>	6
Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	9
Poelkikker	<i>Rana esculenta</i> synklepton	10
Pos	<i>Gymnocephalus cernua</i>	8, 9
Puntige blaashoren	<i>Physa acuta</i>	6
Ree	<i>Capreolus capreolus</i>	11
Reuzenbalsemien	<i>Impatiens glandulifera</i>	6
Reuzenberenklauw	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	6
Riet	<i>Phragmites australis</i>	6, 9, 11, 12
Rietgans	<i>Anser fabalis</i>	9
Ringslang	<i>Natrix natrix</i>	10, 12
Rivierfonteinkruid	<i>Potamogeton nodosus</i>	7, 12
Rivierkruiskruid	<i>Senecio fluviatile</i>	7, 12
Rivierrombout	<i>Gomphus flavipes</i>	6
Roerdomp	<i>Botaurus stellaris</i>	10
Rosse vleermuis	<i>Nyctalus noctula</i>	11
Rosse woelmuis	<i>Clethrionomys glareolus</i>	11
Rugstreepad	<i>Bufo calamita</i>	10
Ruige dwergvleermuis	<i>Pipistrellus nathusii</i>	11
Ruwe bies	<i>Scirpus lacustris</i> ssp. <i>tabernaemontani</i>	6
Schedefonteinkruid	<i>Potamogeton pectinatus</i>	6, 12
Schildersmossel	<i>Unio pictorum</i>	6, 12
Selderij	<i>Apium graveolens</i>	6
slijkhaf	<i>Caenis robusta</i> \ <i>luctuosa</i>	6, 12
Slobeend	<i>Anas clypeata</i>	9
Smalle waterpest	<i>Elodea nuttallii</i>	7
Smient	<i>Anas penelope</i>	7, 9, 12
Snoek	<i>Esox lucius</i>	8, 12

nederlandse naam	wetenschappelijke naam	hoofdstuk
Snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	2, 8, 9, 12
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	8, 12
Spindotter	<i>Caltha palustris</i> ssp. <i>araneosa</i>	6, 7, 12
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	8
Steur	<i>Acipenser sturio</i>	8, 12
Tafeleenden	<i>Aythya ferina</i>	9
Tiendornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>	8
Tijgervlokreeft	<i>Gammarus tigrinus</i>	6
Toegeknepen korfmossel	<i>Corbicula fluminalis</i>	6
Tong	<i>Solea solea</i>	8
Tractorwielkje	<i>Arniger crista</i>	6
Tuimelaar	<i>Tursiops truncatus</i>	11
Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	9, 12
Veldmuis	<i>Microtus arvalis</i>	11
Vijverpluimdrager	<i>Valvata piscinalis</i>	6
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	9, 12
Vlakke schijfhoren	<i>Hippeutis complanatus</i>	
Vos	<i>Vulpes vulpes</i>	11
Waternetje	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	4, 7
Waterral	<i>Rallus aquaticus</i>	4, 10
Watersnip	<i>Gallinago gallinago</i>	9
Waterspitsmuis	<i>Neomys fodiens</i>	10, 11
Watervleermuis	<i>Myotis daubentonii</i>	11
Wezel	<i>Mustela nivalis</i>	11
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	8
Wilde Eend	<i>Anas platyrhynchos</i>	9
Wintertaling	<i>Anas crecca</i>	9
Witte schijfhoren	<i>Gyraulus albus</i>	6
Woelrat	<i>Arvicola terrestris</i>	11
Wulp	<i>Numenius arquata</i>	9
Zandoeverdansmug	<i>Lipiniella arenicola</i>	6, 12
Zannichellia	<i>Zannichellia palustris</i>	6, 12
zeeduizendpoot	<i>Nereis</i>	6, 12
Zeeforel	<i>Salmo trutta trutta</i>	8, 12
Zilt torkruid	<i>Oenanthe lachenallii</i>	6
Zilte rus	<i>Juncus gerardii</i>	6
Zwarte els	<i>Alnus glutinosa</i>	7, 12
Zwarte rat	<i>Rattus rattus</i>	11



wetenschappelijke naam	nederlandse naam	hoofdstuk
<i>Abramis brama</i>	Brasem	2, 8, 12
<i>Acipenser sturio</i>	Steur	8, 12
<i>Actinastrium</i>	groenwier	4
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	7, 12
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	Nijlgans	9
<i>Alosa alosa</i>	Elft	8, 12
<i>Alosa fallax</i>	Fint	8, 12
<i>Althaea officinalis</i>	Heemst	6
<i>Anas acuta</i>	Pijlstaart	9
<i>Anas clypeata</i>	Slobeend	9
<i>Anas crecca</i>	Wintertaling	9
<i>Anas penelope</i>	Smient	7, 9, 12
<i>Anas platyrhynchos</i>	Wilde Eend	9
<i>Anas strepera</i>	Krakeend	9, 12
<i>Angelica archangelica</i>	Grote engelwortel	7
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	2, 3, 8, 9, 11, 12
<i>Anser albifrons</i>	Kolgans	9
<i>Anser anser</i>	Grauwe gans	9, 12
<i>Anser fabalis</i>	Rietgans	9
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Mosselwants	6
<i>Apium graveolens</i>	Selderij	6
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Bosmuis	7, 11
<i>Armiger crista</i>	Tractorwielkje	6
<i>Arvicola terrestris</i>	Woelrat	11
<i>Aythya ferina</i>	Tafeleenden	9
<i>Aythya fuligula</i>	Kuifeend	9, 12
<i>Bosmina</i>	watervlo	4, 5
<i>Botaurus stellaris</i>	Roerdomp	10
<i>Brachionus calyciflorus</i>	raderdier	5
<i>Branchiura sowerbyi</i>	borstelworm	6
<i>Branta leucopsis</i>	Brandgans	7, 9, 12
<i>Bucephala clangula</i>	Brilduiker	9
<i>Bufo bufo</i>	Gewone pad	10, 12
<i>Bufo calamita</i>	Rugstreepad	10
<i>Caenis robusta\luctuosa</i>	slijkhaft	6, 12
<i>Caltha palustris ssp. araneosa</i>	Spindotter	6, 7, 12
<i>Capreolus capreolus</i>	Ree	11
<i>Castor fiber</i>	Bever	11, 12
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Grof hoornblad	7
<i>Chironomus</i>	danmug	3, 6, 9
<i>Circaea lutetiana</i>	Groot heksenkruid	7
<i>Cladotanytarsus</i>	danmug	6
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Rosse woelmuis	11
<i>Closterium</i>	sieralg	4
<i>Clupea harengus</i>	Haring	8
<i>Cochlearia officinalis</i>	Echt lepelblad	6, 7, 12
<i>Corbicula fluminalis</i>	Toegeknepen korfmossel	6

wetenschappelijke naam	nederlandse naam	hoofdstuk
<i>Corbicula fluminea</i>	Aziatische korfmossel	6
<i>Corophium curvispinum</i>	Kaspische slijkgarnaal	6
<i>Cricotopus</i>	dansmug	6
<i>Crocidura russula</i>	Huisspitsmuis	11
<i>Cyclotella</i>	kiezelwier	4
<i>Cygnus columbianus</i>	Kleine zwaan	9
<i>Cygnus olor</i>	Knobbelzwanen	9
<i>Daphnia</i>	watervlo	3, 5
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	dansmug	6
<i>Dreissena polymorpha</i>	Driehoeksmossel	3, 4, 5, 6, 9, 12
<i>Einfeldia carbonaria</i>	dansmug	6
<i>Elodea nuttallii</i>	Smalle waterpest	7
<i>Enteromorpha</i>	darmwier	4, 7
<i>Epilobium hirsutum</i>	Harig wilgeroosje	6
<i>Eptesicus serotinus</i>	Laatvlieger	11
<i>Erinaceus europaeus</i>	Egel	11
<i>Eryngium maritimum</i>	Blauwe zeedistel	6, 12
<i>Esox lucius</i>	Snoek	8, 12
<i>Eudiaptomus</i>	roeipootkreeft	5
<i>Eurytemora</i>	roeipootkreeft	5
<i>Fragilaria</i>	kiezelwier	4
<i>Fulica atra</i>	Meerkoet	9
<i>Gallinago gallinago</i>	Watersnip	9
<i>Gammarus tigrinus</i>	Tijgervlokreeft	6
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Driedoornige stekelbaars	8
<i>Glyptotendipes pallens</i>	dansmug	6
<i>Gomphus flavipes</i>	Rivierrombout	6
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Pos	8, 9
<i>Gyraulus albus</i>	Witte schijfhoren	6
<i>Gyrosigma</i>	kiezelwier	4
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Reuzenberenklauw	6
<i>Hippeutis complanatus</i>	Vlakke schijfhoren	
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	Waternetje	4, 7
<i>Hyla arborea</i>	Boomkikker	10
<i>Impatiens glandulifera</i>	Reuzenbalsemien	6
<i>Impatiens noli-tangere</i>	Groot springzaad	7
<i>Juncus gerardii</i>	Zilte rus	6
<i>Keratella</i>	kiezelwier	5
<i>Laccophilus minutus</i>	waterroofkever	6
<i>Larus ridibundus</i>	Kokmeeuw	9
<i>Lepus europaeus</i>	Haas	11
<i>Limnodrilus</i>	borstelworm	6
<i>Limosa limosa</i>	Grutto	9
<i>Lipiniella arenicola</i>	Zandoeverdansmug	6, 12
<i>Litoglyphus naticoides</i>	Eeltslak	6, 12
<i>Lutra lutra</i>	Otter	11, 12
<i>Mercuria confusa</i>	Getijdenslak	6, 12

wetenschappelijke naam	nederlandse naam	hoofdstuk
<i>Mergus albellus</i>	Nonnetje	9
<i>Mergus merganser</i>	Grote zaagbek	9
<i>Mergus serrator</i>	Middelste zaagbek	9
<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	8
<i>Microcystis</i>	blauwwier	4, 5
<i>Micromys minutus</i>	Dwergmuis	11
<i>Microtus agrestis</i>	Aardmuis	11
<i>Microtus arvalis</i>	Veldmuis	11
<i>Microtus oeconomus</i>	Noordse woelmuis	11, 12
<i>Molva molva</i>	Kwabaal	8
<i>Monoraphidium</i>	groenwier	5
<i>Mugilidae</i>	harder	8
<i>Mus domesticus</i>	Huismuis	11
<i>Mustela erminea</i>	Hermelijn	11
<i>Mustela nivalis</i>	Wezel	11
<i>Mustela putorius</i>	Bunzing	10, 11
<i>Mustela vison</i>	Amerikaanse nerts	11
<i>Myocastor coypus</i>	Beverrat	11
<i>Myotis brandtii</i>	Brandts vleermuis	11
<i>Myotis daubentonii</i>	Watervleermuis	11
<i>Myotis emarginatus</i>	Meervleermuis	11
<i>Myotis mystacinus</i>	Baardvleermuis	11
<i>Mystacides longicornis</i>	kokerjuffer	6
<i>Nais</i>	zeeduizendpoot	6
<i>Natrix natrix</i>	Ringslang	10, 12
<i>Navicula</i>	kieselwier	4
<i>Neomys fodiens</i>	Waterspitsmuis	10, 11
<i>Nereis</i>	zeeduizendpoot	6, 12
<i>Nitella mucronata</i>	kranswier	7
<i>Numenius arquata</i>	Wulp	9
<i>Nuphar lutea</i>	Gele plomp	7
<i>Nyctalus noctula</i>	Rosse vleermuis	11
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Kwak	10, 12
<i>Oenanthe lachenallii</i>	Zilt torkruid	6
<i>Ondatra zibethicus</i>	Muskusrat	11
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Konijn	11
<i>Oscillatoria</i>	blauwwier	5
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	8, 12
<i>Palingenia longicauda</i>	Oeveraas	6
<i>Pediastrum</i>	groenwier	4
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoflookpad	10
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars	8, 9
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Aalscholver	9, 12
<i>Phoca vitulina</i>	Gewone zeehond	11, 12
<i>Phocoena phocoena</i>	Bruinvis	11
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	bacterie	3
<i>Phragmites australis</i>	Riet	6, 9, 11, 12

wetenschappelijke naam	nederlandse naam	hoofdstuk
<i>Physa acuta</i>	Puntige blaashoren	6
<i>Physa fontinalis</i>	Bronblaashoren	6
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Ruige dwergvleermuis	11
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Dwergvleermuis	11
<i>Pisidium</i>	erwtmossel	6
<i>Planktothrix</i> sp.	blauwwier	4
<i>Platalea leucorodia</i>	Lepelaar	9, 12
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	8
<i>Plea minutissima</i>	Dwergbootsmannetje	6
<i>Plecotus auritus</i>	Gewone grootoorvleermuis	11
<i>Pluvialis apricaria</i>	Goudplevier	9
<i>Podiceps cristatus</i>	Fuut	9
<i>Polypedilum</i> sp.	dansmug	6
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	8
<i>Potamogeton nodosus</i>	Rivierfonteinkruid	7, 12
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Schedefonteinkruid	6, 12
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Doorgroeid fonteinkruid	7
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Jenkins' waterhoren	6
<i>Potamoschistus microps</i>	Brakwatergrondel	8
<i>Potamothrix</i>	borstelworm	6
<i>Proasellus</i>	waterpissebed	6
<i>Procladius</i>	dansmug	6
<i>Pungitius pungitius</i>	Tiendoornige stekelbaars	8
<i>Radix ovata</i>	Ovale poelslak	6
<i>Radix peregra</i>	Begroeide poelslak	6
<i>Rallus aquaticus</i>	Waterral	4, 10
<i>Rana arvalis</i>	Heikikker	10
<i>Rana catesbeiana</i>	Brulkikker	10
<i>Rana esculenta</i> synklepton	Poelkikker	10
<i>Rana klepton esculenta</i>	Middelste groene kikker	10, 12
<i>Rana ridibunda</i>	Meerkikker	10, 12
<i>Rana temporaria</i>	Bruine kikker	10, 12
<i>Rattus norvegicus</i>	Bruine rat	11
<i>Rattus rattus</i>	Zwarte rat	11
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grote hoefijzerneus	11
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Kleine hoefijzerneus	11
<i>Rhodomonas minuta</i>	flagellaat	4
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn	8, 9, 12
<i>Salmo trutta fario</i>	Beekforel	8
<i>Salmo trutta trutta</i>	Zeeforel	8, 12
<i>Schoenoplectus x carinatus</i>	Bastaardbies	7
<i>Scirpus lacustris</i>	Mattenbies	6, 7, 12
<i>Scirpus lacustris</i> ssp. <i>tabernaemontani</i>	Ruwe bies	6
<i>Scirpus maritimus</i>	Heen	6
<i>Scirpus triqueter</i>	Driekantige bies	12, 7
<i>Senecio fluviatile</i>	Rivierkruiskruid	7, 12
<i>Sialis lutaria</i>	slijkvlieg	6

wetenschappelijke naam	nederlandse naam	hoofdstuk
<i>Sialis lutaria</i>	slijkvlieg	6
<i>Sigara</i>	duikerwants	6
<i>Skeletonema</i>	kiezelwier	4, 5
<i>Solea solea</i>	Tong	8
<i>Solidago gigantea</i>	Late guldenroede	6
<i>Sorex araneus</i>	Gewone bosspitsmuis	11
<i>Sorex minutus</i>	Dwergspitsmuis	11
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	8
<i>Stellaria nemorum</i>	Bosmuur	7
<i>Sterna hirundo</i>	Visdief	9, 12
<i>Stictochironomus</i>	dansmug	6
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Snoekbaars	2, 8, 9, 12
<i>Strix aluco</i>	Bosuil	10
<i>Strobilidium</i>	ciliaat	4, 5
<i>Tabellaria flocculosa</i>	kiezelwier	4
<i>Tadorna tadorna</i>	Bergeend	9
<i>Talpa europaea</i>	Mol	11
<i>Trichocerca</i>	raderdier	5
<i>Tringa totanus</i>	Tureluur	9, 12
<i>Triturus alpestris</i>	Alpenwatersalamander	10
<i>Triturus cristatus</i>	Kamsalamander	10
<i>Triturus vulgaris</i>	Kleine watersalamander	10, 12
<i>Tursiops truncatus</i>	Tuimelaar	11
<i>Typha angustifolia</i>	Kleine lisdodde	7
<i>Unio pictorum</i>	Schildersmossel	6, 12
<i>Unio tumidus</i>	Bolle stroommossel	6
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel	6, 7
<i>Utricularia vulgaris</i>	Groot (gewoon) blaasjeskruid	10
<i>Valvata piscinalis</i>	Vijverpluimdrager	6
<i>Vanellus vanellus</i>	Kievit	9
<i>Vorticella</i>	schaalamoebe	5
<i>Vulpes vulpes</i>	Vos	11
<i>Zannichellia palustris</i>	Zannichellia	6, 12
<i>Zostera marina</i>	Groot zeegras	9



# Literatuur

## 2. Beschrijving van Haringvliet-Hollandsch Diep - Biesbosch

1. Hoogeveen, P.M.T.C., 1994. Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek Hollandsch Diep en Haringvliet 1973 - 1992.
2. Luteijn, A.I., 1982a. Hollandsch Diep & Haringvliet, Beschrijving rivieren. Rijkswaterstaat, directie Benedenrivieren.
3. Luteijn, A.I., 1982b. Nieuwe Merwede, Beschrijving rivieren. Rijkswaterstaat, directie Benedenrivieren.
4. Luteijn, A.I., 1983. Bergsche Maas/Amer. Beschrijving rivieren. Rijkswaterstaat, directie Benedenrivieren.
5. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993. Beheersplan voor de Rijkswateren, Programma voor het beheer in de periode 1992 - 1996.
6. Peelen, R., 1970. Changes in salinity in the Delta area of the rivers Rhine and Meuse resulting from the construction of a number of enclosing dams. Neth. J. Sea Res. 5 (1): 1 - 19.
7. Prins, K.H., R. Noordhuis, E.C.L. Marteijn & M. Snoek, 1993. Biologische monitoring zoete rijkswateren, 1992. RIZA 93.028.
8. Slager, L.K. & R.G. Mes, 1988. Ontwikkelingsmogelijkheden van het Benedenrivierengebied en het Volkerak-Zoommeer, Bijdrage aan de derde nota waterhuishouding. Bureau Ecoland.
9. Vanhemelrijk, J.A.M. & J.E.W. De Hoog, 1996. Amoebes Benedenrivierengebied. Studie naar ecologische ontwikkelingsrichtingen. RIZA 96.004.
10. Waterloopkundig laboratorium, 1993. Analyse van voedselwebben en bioaccumulatie-niveaus ten behoeve van het Nader onderzoek Nieuwe Merwede. T1055.

## 3. Ecotoxicologie

1. Beek, M.A., 1995. De risico's van normen, Een overzicht van de methodiek en afgeleide (eco)toxicologische risicogrenzen ter onderbouwing van Streef, Grens- en Interventiewaarden. RIZA 95.097X.
2. Den Besten, P.J., 1993. Biotisch effectonderzoek ten behoeve van Nader Onderzoek

Nieuwe Merwede. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, RIZA 93.020.

3. Den Besten, P.J., in prep. Biotisch effectonderzoek ten behoeve van Nader Onderzoek Hollandsch Diep, Brabantsche en Dordtsche Biesbosch. RIZA.
4. Eys, Y.A., 1995. De chemische en ecotoxicologische toestand van de zoete Rijkswateren, Watersysteemverkenningen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, RIZA (Concept).
5. Hoogeveen, P.M.T.C., 1994. Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek Hollandsch Diep en Haringvliet, 1973-1992. RIZA 94.049.
6. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994. Evaluatie Nota Water 1993, aanvullende beleidsmaatregelen en financiering 1994-1998.
7. Pieters, H., V. Geuke & B.L. Verboom, 1995. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren: microverontreinigingen in rode aal - 1994. RIVO C009/95, RIZA.
8. Pieters, H. & P. Hagel, 1992. Biomonitoring of mercury in European Eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherlands, compared with Pike-perch (*Stizostedion lucioperca*): Statistical Analysis. In: J.P. Vernet (Ed.), Heavy metals in the Environment II, Elsevier, Amsterdam.
9. Witteveen en Bos Raadgevende ingenieurs b.v., 1995. Het bepalen van de toxiciteit van sediment en poriewater met behulp van bioassays, Fase 3: 1994. RIZA BM 94.09.

## 4. Fytoplankton

1. Admiraal, W. & B. Van Zanten, 1988. Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. Freshwat. Biol. 20: 215-225.
2. Admiraal, W., L. Breebaart, G.M.J. Tubbing, B. Van Zanten, E.D. De Ruijter Van Steveninck & R. Bijkerk, 1994. Seasonal variation in composition and production of planktonic communities in the lower River Rhine. Freshwat. Biol. 32: 519-531.
3. Bijkerk, R., 1994. Bodemalgen als voedselbron voor muggelarven op de Ventjagersplaten,

een zoetwatergetijdengebied in het Haringvliet. Koeman en Bijkerk bv 94-5.

4. Bijkerk, R., 1995. Dichtheid en voedsel van algivoor protozoöplankton in het Volkerak-Zoommeer, 1992, Pilotstudie in opdracht van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA). Koeman en Bijkerk bv 95-13.
5. Bijkerk, R., G.M. Van Dijk & B. Van Zanten, 1996. Phyto- and zooplankton in the River Meuse during 1992. RIVM Publikaties en Rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn en Maas", 64.
6. Breukel, R., W. Silva, W. Van Vuuren, J. Botterweg & R. Venema, 1991. De Maas - Verleden, heden en toekomst. RIZA 91.052.
7. Canter, H.M., 1980. Observations on the amoeboid protozoan *Asterocaelum* (Protozoa) which ingests algae. Protistologica 16: 475-483.
8. Coördinatie-commissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep VI, 1987. Vergelijkend onderzoek naar de eutrofiëring in Nederlandse meren en plassen, Resultaten van de derde eutrofiëringsonderzoek.
9. De Cilleuls, J. 1928/1929. Revue générale des études sur le plancton des grandes fleuves ou rivières. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.
10. Dirksen, S., M. Van Wouwe, H. Smit, 1992. Watervogels in het zoetwatergetijdengebied Ventjagersplaten (Haringvliet) in relatie tot chironomiden en de waterstand. RIZA 92.005X.
11. Frintrop, P., H. Prins & H. Ruiters (in prep). Het is groen en veranderd - Twintig jaar chlorofylanalyses. RIZA 95.138X.
12. Klee, R. & C. Steinberg, 1987. Kieselalgen Bayerischer Gewässer. Informationsberichte Bayer Landesamt für Wasserwirtschaft 4/87.
13. Paasche, E., 1980. Silicon. In: I. Morris (ed.), The physiological ecology of phytoplankton, Blackwell, Oxford: 259-284.

14. Peelen, R., 1975. Changes in the composition of the plankton of the rivers Rhine and Meuse in the Netherlands during the last fifty-five years. *Verh. int. Ver. Limnol.* 19: 1997-2009.
15. Snoek, M., 1990. Chironomidae op de Ventjagersplaat (Haringvliet), soortensamenstelling, dichtheden, levenscycli en respons op een hoogtegradiënt. RIZA 89.126X.
16. Sommer, U., 1988. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In: C.D. Sandgren (ed.), *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*, Cambridge University Press: 227-260.
17. Sterner, R.W., 1989. The role of grazers in phytoplankton succession. In: U. Sommer (ed.), *Plankton Ecology - Succession in plankton communities*, Springer-Verlag: 107-170.
18. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, 1993. Wetenschappelijke verantwoording van het beoordelingssysteem voor meren en plassen. 93-17.
19. Van Eck, G.T.M., 1982. Geochemie van zwevend materiaal en water in het Hollandsch Diep/Haringvliet. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht.
20. Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell & C.E.C. Cushing, 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
21. Wibaut-Isebre Moens, N.L., 1956. Rivierenonderzoek 1954-1955. Rijkswaterstaat, ongepubliceerd.
22. Willén, E., 1991. Planktonic diatoms - an ecological review. *Algol. Stud.* 62: 69-106.

## 5. Zoöplankton

1. Arndt, H., M. Krockner, B. Nixdorf & A. Köhler, 1993. Long-term annual and seasonal changes of meta- and protozooplankton in Lake Müggelsee (Berlin): Effects of eutrophication, grazing activities, and the impact of predation. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 78: 379-402.
2. Breukers, C.P.M., A.A. Storm, E.M. Van Dam & M.C.M. Van Oirschot (eds), 1996. *Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Volkerak-Zoommeer 1987-1994*. RIZA 96.003.
3. Bijkerk, R., 1995. Dichtheid en voedsel van algivoor protozoöplankton in het Volkerak-Zoommeer, 1992, Pilotstudie in opdracht van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA). Koeman en Bijkerk bv 95-13.
4. De Mott, W.R., 1989. The role of competition in zooplankton succession. In: U. Sommer (ed.), *Plankton Ecology, Succession in plankton communities*, Springer Verlag, Berlin: 57-106.
5. Hovenkamp, W., 1990. Population dynamics of coexisting *Daphnia* species in Lake Vechten, Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
6. Hynes, H.B.N., 1970. *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press.
7. Noordhuis, R. (ed.), 1996. *Watersysteemrapportage Randmeren 1993*. RIZA (in voorbereiding)
8. Leentvaar, P., 1969. Het zoöplankton van de Brabantsche Biesbosch en enige eigenschappen van de planktongemeenschap. *Meded. Hydrobiol. Ver. 2* (4): 167-171.
9. Sanders, R.W., K.G. Porter, S.J. Bennett & A.E. DeBiase, 1989. Seasonal patterns of bacterivory by flagellates, ciliates, rotifers, and cladocerans in a freshwater planktonic community. *Limnol. Oceanogr.* 34: 673-687.
10. Smit, H., 1989. Oriënterende berekeningen naar de rol van grazers in de veranderingen van het chlorofyl-*a* gehalte in het Hollandsch Diep en Haringvliet, Bijdrage aan de discussiedag Ecologisch Herstel Rijn op 13 oktober 1989 bij het RIVM te Bilthoven.
11. Threlkeld, S.T., 1976. Starvation and the size-structure of zooplankton communities, *Freshwat. Biol.* 6: 489-496.
12. Van Donk, E., 1991. Interactions between suspended solids and zooplankton, a literature study. Department of Nature Conservation, Section of Aquatic Ecology, Agricultural University Wageningen.
13. Van Dijk, G.M. & B. Van Zanten, 1995. Seasonal changes in zooplankton abundance in the lower Rhine during 1987-1991. *Hydrobiologia* 304: 29-38.

## 6. Macrofauna

1. Den Besten, P.J., in prep. Biotisch effectonderzoek ten behoeve van Nader Onderzoek Hollandsch Diep en Dordtsche Biesbosch. RIZA (in prep.).
2. Dudok van Heel, H.C., H. Smit & S.M. Wiersma, 1992. Macrofauna in de diepe waterbodem van het Noordelijk Deltabekken. RIZA 91.051.
3. Frantzen, N., 1991. De kwaliteit van Maas- en Rijnwater in de periode 1983-1989, Beoordeling met behulp van macro-evertebraten. Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven RIWA.
4. Janssen, A.W. & E.F. De Vogel, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland, Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie.
5. Klink, A., 1994. Makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren: hun diversiteit in het Zuidhollandse rivierengebied in de huidige situatie, de referentie en de te verwachten ontwikkeling bij spuivarianten HV 4 en HV 0 van de Haringvlietsluizen. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink 51.
6. Klink, A. & E. Dudok van Heel, 1993. Macro-evertebraten op de bodem van het Hollandsch Diep-Haringvliet. Publications and reports of the project 'Ecological rehabilitation of the Rivers and Meuse' 48.
7. Reinhold-Dudok van Heel, E., in prep. Macro-evertebraten in verschillende ecotopen inde Zuidrand van het Noordelijk Deltabekken. RIZA.

## 7. Water- en oevervegetatie

1. Clevering, O.A. & W.J.M. Van Gulik, 1990. De aanleg van biezenbegroeiingen; mogelijkheden voor herintroductie van biezen in het Haringvliet-Hollandsch Diepgebied. Instituut voor Oecologisch Onderzoek.
2. Coops, H., 1996. Helophyte zonation: impact of water depth and wave exposure. Proefschrift Universiteit van Nijmegen.
3. Coops, H., F.M. Zant & R.W. Doef, 1993. Het voorkomen van Rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus* Poir.) in Nederland. *Gorteria* 19: 44-52.
4. Dirksen, S. & T.J. Boudewijn, 1994. Begrazing



van oevervegetaties door watervogels en muskusratten: literatuurstudie en aanzetten voor inrichting en beheer. Bureau Waardenburg bv. 94.21.

5. Noordhuis, R., 1996. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage Randmeren. RIZA.
6. Paalvast, P., 1995. AMOEBES Benedenrivieren, Doelvariabelen, Producenten & Plantesoorten. ECOCONSULT.
7. Prins, K.H., M. Klinge, W. Lichtvoet & J. De Jonge (eds), 1995. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer 1992. RIZA 94.060.
8. Spence, D.H.N., 1982. The zonation of plants in freshwater lakes. Adv. Ecol. Res. 12: 37-125.
9. Tamis, W.L.M. & C.L.G. Groen, 1996. Een floristisch meetnet voor de oevers van de zoete rijkswateren. RIZA 96.010, FLORON.
10. Zonneveld, I.S., 1960. De Brabantsche Biesbosch: een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Verslagen Landbouwkundige Onderzoekingen 65.20.

## 8. Vissen

1. Aarts, T.W.P.M., 1994. De visstand in de Benedenrivieren. Huidige situatie, historische en geconstrueerde referenties, Deel I: Hoofdrapport. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij 94-11.
2. Cazemier, W.G., R.L.P. Lanters & J.A.M. Wiegerinck, 1993. Biologische monitoring zoete rijkswateren, Samenstelling van de visstand in 1992/1993 op basis van kor- en kuilvangsten. RIVO C029/93, RIZA.
3. De Groot S.J., 1990. The former allis and twaite shad fisheries of the lower Rhine, The Netherlands. J. appl. Ichthyol. 6: 252-256.
4. De Groot, S.J., 1992<sup>a</sup>. Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit? 6. De steur. De Levende Natuur 93: 14-18.
5. De Groot, S.J., 1992<sup>b</sup>. Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit? 7. De elft. De Levende Natuur 93: 56-60.

6. Klein Breteler, J.G.P., 1995. De visstand in de Biesbosch, Deelrapport I: Knelpuntanalyse en doelsoortenkeuze voor nadere analyse. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij 1994-09.

7. Lelek, A., 1980. Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources, Council of Europe.

8. Redeke, H.C., 1941. Pisces (Cyclostomi-Euichthyes). In: Fauna van Nederland, 10. Sijthof, Leiden.

9. Rijkswaterstaat, 1995. Beheer Haringvlietsluizen. Resultaten praktijkproef visintrek 1994. Ministerie van Verkeer en waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland.

10. Schouten, W.J., J.Quak, 1993. De visstand in de stromende Rijkswateren. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij 1993-01, RIZA.

11. Steinmetz, B., 1974. Oriënterend onderzoek naar de visstand in het Haringvliet en het Hollands Diep. Visserij 27: 113-128.

12. Steinmetz, B., 1975. Resultaten van het visserkundig onderzoek in het Haringvliet en het Hollands Diep in 1974 en 1975. Visserij 28: 474-490.

13. Vaas, K.F., 1968. De visfauna van het estuariumgebied van de Rijn en Maas. Biologisch Jaarboek KNG Dodonaea 36: 115-128.

14. Van Beek G.C.W. & J. Van der Horst, 1992. Vismonitoring Benedenrivieren, voortgangsrapportage periode oktober 1991 t/m september 1992. Bureau Waardenburg bv., Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland.

15. Van Beek, G.C.W. & J. Van der Horst, 1993. Vismonitoring Benedenrivieren, voortgangsrapportage periode september 1992 t/m augustus 1993. Bureau Waardenburg bv., Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland.

16. Van Beek G.C.W., J. Van der Horst & H.W. Waardenburg, 1995. Vismonitoring Benedenrivieren, september 1991 t/m september 1994. Bureau Waardenburg bv., Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland.

17. Vriese T., 1991. De visstand in de Grensmaas. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij 1991-21, RWSL.

18. Wiegerinck, J.A.M., W.G. Cazemier & H.J. Westerink, 1995. Biologische monitoring zoete rijkswateren, Samenstelling van de visstand in 1994/1995 op basis van kor- vangsten, RIVO C040/95, RIZA.

19. Wiegerinck, J.A.M. & M.J. Heesen, 1988. Visserijkundige waarnemingen in het Haringvliet en het Hollands Diep in de jaren 1976 t/m 1986. Ministerie van landbouw en Visserij, Directie Visserijen, Documentatierapport 31.

## 9. Vogels

1. Boudewijn, T.J., 1989. De Tafeleend *Aythya ferina* als zaadeter in de Grevelingen. Limosa 62:169-176.

2. Boudewijn, T.J. & S. Dirksen, 1995b. Impact of contaminants on the breeding succes of the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* in The Netherlands. Ardea 83: 325-338.

3. Boudewijn, T.J. & S. Dirksen 1995a. Monitoring van biologische effecten van verontreiniging op het broedsucces van Aalscholvers in de Dordtsche Biesbosch, de Ventjagersplaten en het Brede Water in 1994. Bureau Waardenburg 95.10.

4. Boudewijn, T.J., S. Dirksen, R.G. Mes & W.A. Teunissen, 1988. Aalscholvers in de Dordtsche Biesbosch: broedsucces en foerageerplaatskeus in een vervuild ecosysteem. Bureau Ecoland 88-6.

5. Boudewijn, T.J., S. Dirksen & M. Ohm, 1994. Zichtbare effecten van onzichtbare stoffen, Overzicht onderzoek aan vogels in het benedenrivierengebied 1982-1992. Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, Bureau Waardenburg bv.

6. Boudewijn, T.J. & R.G. Mes, 1986. De ontwikkeling van de vogelstand in het Hollandsch Diep/Haringvliet-gebied in de periode 1972-1984 en de invloed van het peilbeheer op watervogels. Bureau Ecoland.

7. Boudewijn, T.J. & M. Van Wouwe 1991. Watervogelslaapplaatsen in het Beneden Rivierengebied. Bureau Waardenburg bv.

8. Buesink, H., A.J. Beintema & L.M.J. Van den Bergh, 1992. Een kwart eeuw watervogeltellingen. IBN-DLO 92.25.

9. Coops, H., 1992. Historische veranderingen in buitendijkse moerassen in het Noordelijk Deltabekken en het IJsselmeergebied. RIZA 92.030.
10. De Leeuw, J., 1991. Predatie van Driehoeksmosselen door watervogels. Rijkswaterstaat Directie Flevoland 1991-18 Lio.
11. Dirksen, S., M. Van Wouwe & H. Smit, 1992. Watervogels in het zoetwatergetijdengebied Ventjagersplaten (Haringvliet) in relatie tot chironomiden en de waterstand. RIZA 92.005x, Bureau Waardenburg bv.
12. Dirksen, S., T.J. Boudewijn, L.K. Slager, R.G. Mes, M.J.M. Van Schaick & P. De Voogt, 1995. Reduced breeding succes of Cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in relation to persistent organochlorine pollution of aquatic habitats in the Netherlands. *Envir. Pollut.* 88(2): 119-132.
13. Ebbing, B.S., L.M.J. Van den Bergh, A.M.M. Van Haperen, C.M. Lok, J. Philippona, J. Rooth & A. Timmerman, 1987. Verspreiding en aantalsontwikkeling van in Nederland pleisterende ganzen. *De Levende Natuur* 88: 162-178.
14. Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker, 1994. Watervogeltellingen in het Zuidelijk Deltagebied, 1987-91. Rijksinstituut voor Kust en Zee 94.005, Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek.
15. Meininger, P.L., H. Schekkerman & M.W.J. Van Roomen, 1995. Populatieschattingen en 1 % normen van in Nederland voorkomende watervogelsoorten: voorstellen voor standaardisatie. *Limosa* 68: 41-48.
16. Ouweneel, G.L., 1981. Aantalsveranderingen bij de Grauwe Gans (*Anser anser*) langs het Hollandsch Diep-Haringvliet. *Watervogels* 6:13-18.
17. Ouweneel, G.L. 1995. Veranderingen van ruiplaatsen van Knobbelzwanen *Cygnus olor* in het noordelijk Deltagebied. *Het Vogeljaar* 43:155-160.
18. Platteeuw, M., M.R. Van Eerden & K. Van de Guchte, 1995. Variation in contaminant content of livers from Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* living nearby a polluted sedimentation area in Lake IJsselmeer, The Netherlands. *Ardea* 83: 315-324.
19. Saris, F. & H. Sierdsema, 1985. Avifauna van de Biesbosch, Een beschrijving van de veranderingen en de dynamiek van een unieke vogelgemeenschap. Vogelwerkgroep Biesbosch/Staatsbosbeheer.
20. SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. SOVON, Arnhem.
21. Van der Winden, J., T.J. Boudewijn & S. Dirksen, 1994. Vogels in de Benedenrivieren-AMOEBES. Bureau Waardenburg bv. 94.20.
22. Van Eerden, M.R. & J. Gregersen, 1995. Long-term changes in the northwest Europe population of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 61-79.
23. Van Eerden, M., T. Vulink, G. Polman, H. Drost, G. Lenselink & W. Oosterberg, 1995. Oostvaardersplassen: 25 jaar pionieren op weke bodem. *Landschap* 12 (4): 23-39.
24. Van Nes, E.H. & E.C.L. Marteiijn, 1991. Watervogels in het Volkerak-Zoommeer; ontwikkelingen in de eerste twee jaar na afsluiting (1987-89). *Limosa* 64: 155-164.
25. Van Roomen, M.W.J. 1993. Tellen van watervogels in Nederland: voorstellen voor vernieuwing van een aantal monitoringprojecten vanaf 1993. SOVON 1993-07, RIZA, IKC-NBLF.
26. Van Roomen, M.W.J. & E.A.J. Van Winden 1994. Watervogels in de Zoete Rijkswateren in 1992/93. SOVON 1994-05.
27. Veen, J. 1967. Avifauna van de Biesbosch. RIVON.
28. Voslamber, B., M. Van Roomen & E. Van Winden, 1996. Watervogels in de Zoete Rijkswateren in 1993/94. SOVON 1996-01.
29. Wolff, W.J. 1967. Watervogeltellingen in het gehele Nederlandse Deltagebied. *Limosa* 40: 216-225.
- den. Amfibieën en overstromingsdynamiek. K.U. Nijmegen Vakgroep Oecologie Werkgroep Dieroecologie, Stichting ARK.
3. Bosman, W.W., 1995. Amfibieën in uiterwaarden. Effecten van winteroverstromingen op amfibieën. RIZA K.U. Nijmegen Vakgroep Oecologie Werkgroep Dieroecologie, Stichting ARK.
4. Creemers, R.C.M., 1991. Amfibieën in uiterwaarden. Een voorbereidende literatuurstudie. K.U. Nijmegen Vakgroep Oecologie Werkgroep Dieroecologie, RIZA, Stichting Ark.
5. Creemers, R.C.M., 1994. Amfibieën in uiterwaarden. Voortplantingsplaatsen van amfibieën in uiterwaarden. K.U. Nijmegen Vakgroep Oecologie Werkgroep Dieroecologie, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
6. Creemers, R.C.M. & B.H.J.M. Crombaghs, 1995. De Knoflookpad in het IJsseldal. Bureau Limes Divergens & Bureau Natuurbalans.
7. Creemers, R.C.M., B.H.J.M. Crombaghs & R.F.M. Krekels, 1996. In: J.G. Timmerman & K.H. Prins (eds), Biologische monitoring zoete rijkswateren: jaarrapportage 1994, RIZA 96.009.
8. Crombaghs, B.H.J.M. & G. Hoogerwerf, 1995. Leefgebieden van amfibieën in oostelijk Zeeuwsch-Vlaanderen. Bureau Limes Divergens 94/3.
9. Frigge, P.A.J., 1981. Amfibieën in de uiterwaarden. Provincie Gelderland, dienst Landinrichting en Landbouw.
10. Haan, R. & R. Van Jeveren, 1988. Amfibieën in de Dordtsche Biesbosch. Stichting natuur- en vogelwacht Dordrecht.
11. Ohm, M. & M. Van Schijndel, 1986. Een onderzoek naar het voorkomen van amfibieën in de Brabantse Biesbosch gerelateerd aan biotische en abiotische milieufactoren. Doctoraalverslag Universiteit van Amsterdam.
12. Provinciale Waterstaat van Utrecht, 1988. De Utrechtse uiterwaarden van Neder-Rijn en Lek, Samenvattend rapport. Afdeling Natuur en Landschap, afdeling Ecologie, 78.
13. Smit, G., 1994. Amfibieën langs de Zuidrand,

## 10. Amfibieën en reptielen

1. Bergmans, W. & A. Zuiderwijk, 1986. Atlas van de Nederlandse amfibieën en reptielen en hun bedreiging, Vijfde herpetogeografisch verslag. K.N.N.V., Lacerta.
2. Bosman, W.W., 1994. Amfibieën in uiterwaar-

de Oude Maas, de Lek en de Afgedamde Maas. Bureau Waardenburg bv., Rijks-waterstaat Directie Zuid-Holland

14. Vanhemelrijk, J.A.M. & J.E.W. De Hoog, 1996. Amoebes benedenrivierengebied. RIZA 96.004.
15. Willink, G. & H. Cuppen, 1993. Vis- en amfibie-onderzoek De Gelderse Poort. STL 93-11.

## 11. Zoogdieren

1. Apon, L. (ed.), 1995. Ecologische streefbeelden voor de buitenstad in Dordrecht. Stichting Natuur- en Vogelwacht, Dordrecht.
2. Bergers, P.J.M. & R.C. Van Apeldoorn, 1995. Gebiedsgericht en soortgericht beleid in moerassen; de noordse woelmuis als toets. IBN-DLO 172.
3. Bierhuizen, B.R. & P.J.M. Bergers, 1995. De noordse woelmuis in het herinrichtingsgebied polder Zeevang, Noord-Holland. IBN-DLO 196.
4. Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. Van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen, 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV.
5. Dijkstra, C., 1994. Betekenis van vegetatie ontwikkeling in de drooggevallen gebieden van het Volkerakmeer-Zoommeer voor de fauna. Zool. Lab. RUG.
6. Dijkstra, V., 1996. Aantalsontwikkeling van de bevers in het Nationaal Park Biesbos in 1995. VZZ, IBN-DLO, & SBB.
7. Fey, D., J. Van der Neut & B. Weel, 1995. Resultaten biologische beheersverslaggeving Biesbosch 1994. SBB, District De Biesbosch, Werkendam.
8. Haan, R. & R. Van Jeveren, 1989. Vleermuis-onderzoek Sliedrechtsche Biesbosch 1989. St. Natuur- en Vogelwacht Dordrecht.
9. Haan, R., R. Van Jeveren & O. Visser, 1989. Zoogdieren in de Dordtsche Biesbosch 1988-1989. St. Natuur- en Vogelwacht Dordrecht.
10. Helmer, W., 1987. Een onderzoek naar het voorkomen van vleermuizen in 25 bosgebieden in Nederland. St. Vleermuisonderzoek.
11. Hollander, H., 1991. De noordse woelmuis,

*Microtus oeconomus arenicola*, in het Delta-gebied. RIN 91/2.

12. Hollander, H. & P. Van der Reest, 1994. Rode lijst van bedreigde zoogdieren in Nederland. VZZ-mededeling 15.
13. La Haye, M., 1992. Muizen in de Biesbosch. *Eliomys* 17(4): 29-35.
14. Lange, R., P. Twisk, A. Van Winden & A. Van Diepenbeek, 1994. Zoogdieren van West-Europa. KNNV, VZZ.
15. Leonards, P.E.G., M.D. Smit, A.W.J.J. De Jongh & B. Van Hattum, 1994. Evaluation of dose-response relationships for the effects of PCBs on the reproduction of mink (*Mustela vison*). IVM, SON.
16. Ligtoet, W., 1992. Noordse woelmuis *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776). In: Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. Van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen, Atlas van de Nederlandse zoogdieren, p: 273-280 KNNV.
17. Lina, P.H.C. & G. Van Ommering, 1994. Rode lijst van bedreigde en kwetsbare zoogdieren in Nederland. IKC-Natuurbeheer 12.
18. Martens, V., 1993. De noordse woelmuis, *Microtus oeconomus*, rond het Haringvliet en in de Biesbosch. St. Natuur- en Vogelwacht, Dordrecht.
19. Mostert, K., 1995b. Kleine zoogdieren in Zuid-Holland. Zoogdier 6(2): 12-18.
20. Mostert, K., 1995a. Zoogdieren van Voorne in 1991. VZZ-mededeling 12.
21. Nolet, B.A., 1993. Terugkeer van de bever: herintroductie van de bever in de Biesbos. IBN-DLO 051.
22. Nolet, B.A., 1994. Return of the beaver to the Netherlands. Proefschrift RUG.
23. Postma, J.F., 1991. Een kortstondige muizeninventarisatie in de Biesbosch. *De Bosmuis* 29(1): 34-40.
24. Reinhold, J.O., 1992. Zoogdieren en waterbeheer. RIZA 91.175X.
25. Reinhold, J.O., 1994a. Noordse woelmuis, zeehond, otter en bever in het Benedenrivierengebied. RIZA 94.108X., St. Vleermuisbureau, Wageningen.
26. Reinhold, J.O., 1994b. Risico-analyse van het foerageren boven verontreinigde waterbodems door de meervleermuis (*Myotis*

*dasygneme*) en de watervleermuis (*Myotis daubentonii*). RIZA 94.024.

27. Smit, M.D., P.E.G. Leonards, B. Van Hattum & A.W.J.J. De Jongh, 1994. PCB's in European otter (*Lutra lutra*) populations. IVM, SON.
28. Van Apeldoorn, R., H. Hollander, W. Nieuwenhuizen & F. Van der Vliet, 1992. De noordse woelmuis in het Deltagebied. Landschap 9: 189-202.
29. Van der Vliet, F., 1993. De Noordse woelmuis in Waterland en de Zaanstreek. VZZ-mededeling 10.
- Van Laar, V., 1992. Waterspitsmuis *Neomys fodiens* (Pennant, 1771). In: Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. Van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen, Atlas van de Nederlandse zoogdieren. p: 37-42 KNNV.

## 12. Integratie

1. Bisseling, C.M., L.J. Draaijer, M. Klein, H. Nijkamp, 1994. Ecosysteemvisie Delta, Informatie- en kenniscentrum Natuurbeheer, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990. Derde nota Waterhuishouding: Water voor nu en later, Regeringsbeslissing, Tweede kamer vergaderjaar 1989-1990, 21250 nr. 3, SDU.
3. Vanhemelrijk, J.A.M. & J.E.W. De Hoog, 1996. Amoebes Benedenrivierengebied. Studie naar ecologische ontwikkelingsrichtingen. RIZA 96.004.



# Verantwoording

## FYTO- en ZOÖPLANKTON

De bemonstering van het plankton in het Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch wordt uitgevoerd door de Meetdienst van Directie Zuid-Holland. Deze monsters worden gedetermineerd onder verantwoordelijkheid van de afdeling IMLB van het RIZA. De operationele uitwerking van de monitoring van fytoplankton is beschreven in het RIZA werkdocument 96.002x.

## WATER- en OEVERPLANTEN

De veldopnamen in het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch vinden plaats in samenwerking met de meetdienst van Directie Zuid-Holland. De vliegtuigopnamen worden gemaakt in samenwerking met de Meetkundige Dienst. In het RIZA werkdocument 96.004x is de operationele uitwerking van de vegetatiemonitoring beschreven.

## MACROFAUNA

De bemonstering van macrofauna in het Haringvliet, Hollandsch diep en Biesbosch wordt uitgevoerd door de Meetdienst van Directie Zuid-Holland. Deze monsters worden gedetermineerd onder verantwoordelijkheid van de afdeling IMLB van het RIZA. De operationele uitwerking van de monitoring van macrofauna is beschreven in het RIZA werkdocument 96.003x.

## VISSEN

De monitoring van de visstand in het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch vindt plaats in samenwerking met het Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO-DLO). De operationele uitwerking van de monitoring van de visstand is beschreven in het RIZA werkdocument 91.152dx. Een bijgewerkte versie van dit rapport verschijnt in het najaar van 1997.

## VOGELS

De monitoring van watervogels wordt landelijk gecoördineerd door SOVON te Beek-Ûbbergen. De tellingen in het Haringvliet, Hollandsch Diep en de Biesbosch worden uitgevoerd en gecoördineerd door Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, Provincie Zuid-Holland en Staatsbosbeheer. De operationele uitwerking van de monitoring van watervogels is beschreven in het RIZA rapport BM93.06.

## ECOTOXICOLOGIE

De monitoring van accumulatie van microverontreinigingen in Aal en Driehoeksmosselen vindt plaats in samenwerking met het RIVO. De monitoring van de toxiciteit van het oppervlaktewater vindt plaats in samenwerking met het RIVM. De operationele uitwerking van de monitoring van ecotoxicologische parameters is omschreven in het RIZA werkdocument BM91.152fx.

## U WILT MEER WETEN ???!

Niet alle gegevens die zijn verzameld in het kader van de Biologische Monitoring zijn in dit rapport gepresenteerd. Een overzicht van het bemonsteringsprogramma wordt gegeven in de nota "Milieumeetnet Zoete Rijkswateren" (nota 96.005). Met behulp van een evaluatie van de eerste periode (werkdocument 95.067x) is het programma voor de tweede vierjaarlijkse periode

(1996-1999), met als tweede peiljaar voor het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch in 1998, inmiddels vastgesteld. In 1998 zal een groot deel van de biologische gegevens worden opgeslagen in "DONAR", het centrale gegevensopslagsysteem van Verkeer en Waterstaat. Voor vragen over het biologische-monitoringsprogramma kunt u contact opnemen met de

programmameider van de biologische monitoring, dhr. K.H. Prins.

Adres:

RIZA

Postbus 17, 3200 AA Lelystad

telefoon: 0320-298411

## ADRESSEN AUTEURS

- J. den Besten, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- R. Bijkerk, Koeman en Bijkerk bv, postbus 14, 9750 AA Haren.
- H. Coops, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- R.C.M. Creemers, Stichting RAVON, Universitair Bedrijven Centrum, Postbus 31070, 6503 CB Nijmegen.
- B.H.J.M. Crombaghs, Limes Divergens, Universitair Bedrijven Centrum, Postbus 31070, 6503 CB Nijmegen.
- P.I. Dekker, Koeman en Bijkerk bv, postbus 14, 9750 AA Haren.
- J.E.W. de Hoog, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Leeuwenhoekweg 20, 3316 AV Dordrecht.
- R. ter Horst, provincie Zuid-Holland, postbus 90602, 2509 LP 's-Gravenhage.
- P. Jesse, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- J.G.P. Klein Breteler, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, postbus 433, 3430 AK Nieuwegein.
- K. Koffijberg, Samenwerkende Organisaties Vogelonderzoek Nederland, Rijksstraatweg 178, 6573 DG Beek Ubbergen.
- R.F.M. Krekels, Bureau Natuurbalans, Universitair Bedrijvencentrum, postbus 31070, 6503 CB Nijmegen.
- J.L. Maas, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- M. Ohm, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, postbus 556, 3000 AN Rotterdam.
- H. Pieters, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, postbus 68, 1970 AB IJmuiden.
- K.H. Prins, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- H.C. Reinhold-Dudok van Heel, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, postbus 17, 3200 AA Lelystad.
- A.A. Storm, Koeman en Bijkerk bv, postbus 14, 9750 AA Haren.
- J.A. van der Velden, Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Postbus 556, 3000 AN Rotterdam.
- D.E.H. Wansink, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Emmalaan 41, 3581 HP Utrecht.
- R. Zollinger, Samenwerkende Organisaties Vogelonderzoek Nederland, Rijksstraatweg 178, 6573 DG Beek Ubbergen.

# Colofon

**lay-out en figuren:**

Afdeling Presentatie RIZA

**omslagontwerp:**

Bureau Beekvisser bNO

**drukwerk:**

Drukkerij Cabri bv

**fotoverantwoording:**

Aerocamera - Michel Hofmeester bv (foto's 3, 4)

R. Bijkerk (foto 9)

H. Bussink (foto 27)

H. Coops (foto's 1, 2, 16)

P. Dekker (foto 10)

S. Dirksen (foto 20)

R. Koeman (foto 7)

R. Koeman/B. Storm (foto 13)

W. Kolvoort (foto's 15, 30)

R. Krekels (foto's 22, 23, 24, 25, 26, 28)

OVB (foto's 17, 18, 19)

M. van Rhooon (foto 29)

B.L. Verboom (foto 5)

R. Winters (foto 21)

M. van Wouwe (foto's 11, 12, 14)

S. Zwerver (foto's 6, 8)

**Engelse correcties:**

M. Zeevaarder





