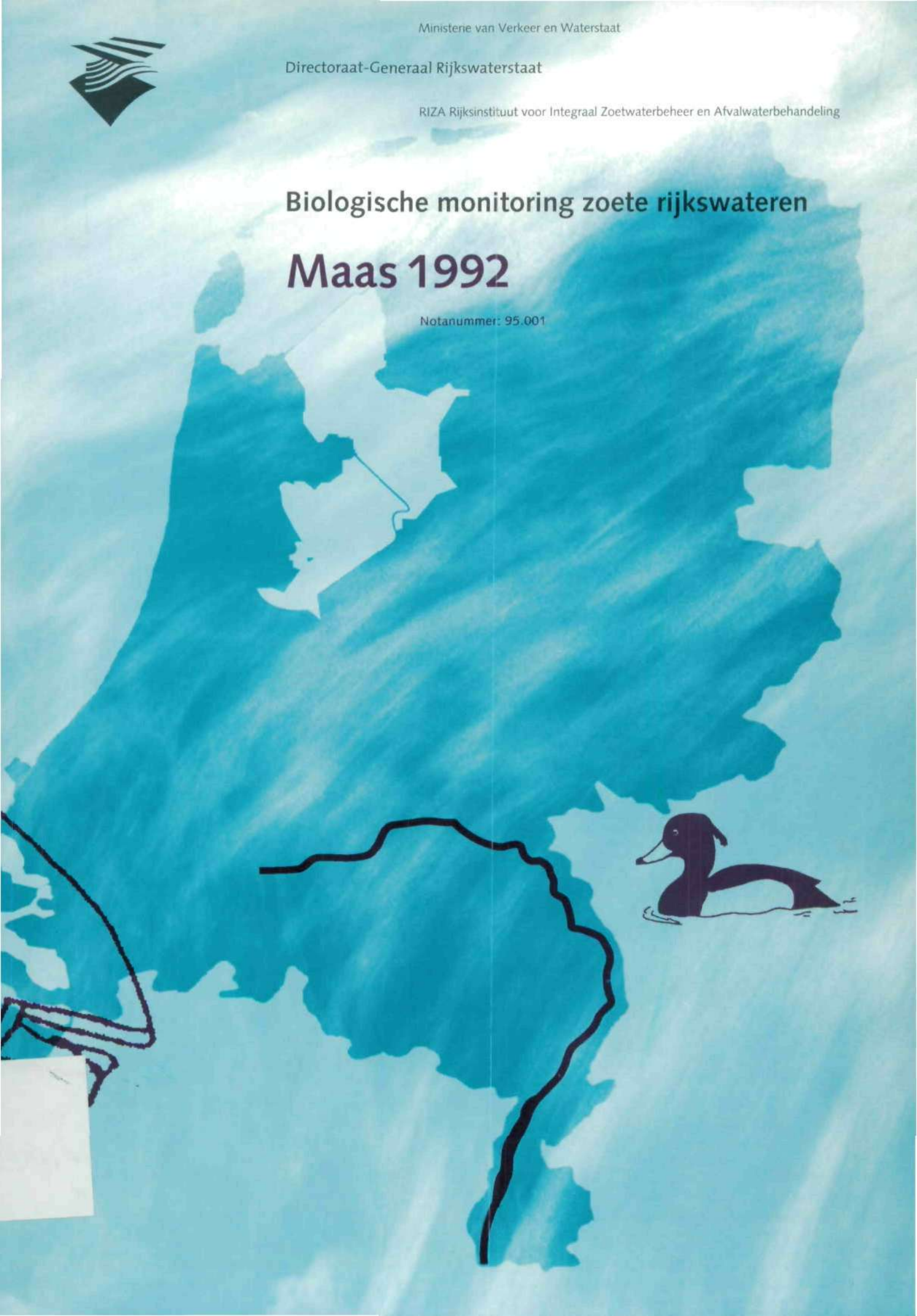




Biologische monitoring zoete rijkswateren

Maas 1992

Notanummer: 95.001





Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

Biologische monitoring zoete rijkswateren
Watersysteemrapportage
Maas 1992

RIZA Nota nr.: 95.001
ISBN nummer 9036904447

Redactie:
M.J.J. (Stan) Kerkhofs & K.H. (Hero) Prins

De groene Maas

Niets is groener dan de Maas,
oevers en riet en populieren.
Wanneer men weer terug komt keren
van verre bergen en rivieren,
niets is groener dan de Maas,
Wilgen en elzen en kwinkeleren,
de wilde eend vliegt uit groen riet,
men mag aan vele oevers meren,
een groener oever is er niet.

Niets is groener dan de Maas,
Wie uitvliegt die vergeet het niet,
Wie thuisvaart heeft het niet vergeten,
een rijker gras bestaat er niet.

Niets is groener dan de Maas.
Men kan op vele zeeën sterven
en overal is harde steen.
Geef mij groen gras om in te sterven,
en groen gras gans over mij heen.

J.W.F. Werumeus Buning

bij citaten vermelden:

Kerkhofs, M.I.J., Prins, K.H., 1995. Biologische monitoring zoete rijkswateren:
watersysteemrapportage Maas 1992. RIZA nota nr. 95.001. ISBN-nummer 9036904447.

Inhoud

Samenvatting Stan Kerkhofs (RIZA) 5

Dankwoord 13

1. Inleiding Hero Prins (RIZA) 15

2. Het watersysteem Maas Stan Kerkhofs (RIZA) 17

3. Vogels Sjoerd Dirksen (Bureau Waardenburg BV),
Leo van den Bergh (Vogelwerkgroep Grote Rivieren en IBN-DLO),
Boena van Noorden (Provincie Limburg) en Marc van Roomen (SOVON) 27

4. Vissen Eddy Lammens & Hero Prins (RIZA) 37

5. Water- en oeverplanten Hero Prins (RIZA) & Adrienne Lemaire (NIOO) 41

6. Ongewervelde dieren Bram bij de Vaate & Marianne Greijdanus-Klaas (RIZA) 47

7. Zoöplankton Gerda van Dijk & Bob van Zanten (RIVM) 51

8. Fytoplankton Ronald Bijkerk (Koeman & Bijkerk BV) & Hero Prins (RIZA) 55

9. Ecotoxicologie Hannie Maas & Charlotte Schmidt (RIZA) en Henk Pieters (RIVO-DLO) 61

10. Synthese Stan Kerkhofs (RIZA) 67

11. Aanbevelingen voor beleid en beheer Stan Kerkhofs (RIZA) 71

12. Literatuur 77

Verantwoording 83

Colofon 85

Samenvatting

Stan Kerkhofs (RIZA)

Dit rapport geeft een overzicht van de ecologische toestand van de Maas van Eijsden tot de Biesbosch in 1992. Indien over meerdere jaren gegevens beschikbaar zijn worden ook trends geanalyseerd. Het **doel** van deze rapportage is aan de hand van verzamelde informatie over vogels, vissen, water- en oeverplanten, ongewervelde dieren, fyto- en zoöplankton en ecotoxicologie, verbanden te leggen tussen de beschikbare gegevens. Onderscheiden worden diverse ecotopen (= ruimtelijk begrensde eenheden met een karakteristieke hydrologie, morfologie en vegetatiestructuur) waarin de genoemde parametergroepen kunnen voorkomen. In dit rapport is de Maas opgesplitst in de deelsystemen Grensmaas, Gestuwde Maas, Maasplassen en Getijde Maas. De kanalen zijn buiten beschouwing gelaten. Op basis van de huidige kennis worden aanbevelingen gegeven voor beleid en beheer, toegespitst op de verschillende deelsystemen.



Foto 1

De Grensmaas. Karakteristieke ecotopen: 'diepe bedding grindrivier' en 'cultuurgrasland en akkers'.

The Grensmaas. Characteristic ecotopes: 'deep-bed gravel river', 'man-made grassland and arable land'.

La Grensmaas. Ecotopes caractéristiques: 'fleuve graveleux au lit profond' et 'terre à pâturage cultivée et champs'.

De **Grensmaas** vormt het ondiepe, onbedijkte en ongestuwde gedeelte van de Maas tussen Borgharen (km 15) en Linne (km 68). Dit deel van de Maas kenmerkt zich door relatief hoge stroomsnelheden over een grindbodem. Dit ri-

viertraject heeft zich in de loop der eeuwen meters diep ingesneden. Als gevolg van grindwinning is het zomerbed nog eens extra uitgediept. De uiterwaarden zijn opgekleid en plaatselijk rijk aan reliëf. Op de Grensmaas is geen scheepvaart

mogelijk, deze gaat via het Julianakanaal. De Grensmaas wordt gekarakteriseerd door de ecotopen 'diepe bedding grindrivier' en 'cultuurgrasland en akkers'.

Door een gebrek aan nevengeulen, oude rivierarmen, poelen, steile oevers en zand- en grindbanken, gecombineerd met een slechte waterkwaliteit en hoogfrequente afvoerfluctuaties (veroorzaakt door de waterkrachtcentrale bij Lixhe), worden enkel vervuilingstolerante en indifferente ongewervelde dieren aangetroffen. Soorten die voor hun voortbestaan afhankelijk zijn van dood hout, stagnante poelen, ondergraven oevers en waterplanten ontbreken volledig in de Grensmaas. Bovendien zorgt een laag van slib en algen op het grind in het stroombed ervoor dat het harde grindsubstraat verdwijnt, waardoor ongewervelde dieren die voor hun aanhechting, dan wel voedselvoorziening, hiervan afhankelijk zijn ontbreken.

In de Grensmaas worden nog steeds stroomminnende vissoorten aangetroffen die elders niet in Nederland voorkomen (bijvoorbeeld Bronforel, Vlagzalm, Sneep en Beekprik). De biomassa in dit deelsysteem ligt lager dan in de Gestuwde en de Getijde Maas. Het ondergeschikte belang van de Grensmaas voor (overwinterende) visetende watervogels bevestigt dit.



Foto 2

De Gestuwde Maas. Karakteristieke ecotopen: 'diepe bedding zandrivier', 'cultuurgrasland en akkers' en 'stagnant water in het winterbed'.

The Gestuwde Maas. Characteristic ecotopes: 'deep-bed sand river', 'man-made grassland and arable land' and 'stagnant water in the winter bed'.

La Gestuwde Maas. Ecotopes caractéristiques: 'fleuve sablonneux au lit profond', 'terre à pâturage cultivée et champs' et 'eaux stagnantes dans le lit d'hiver'.



Foto 3

De Maasplassen. Karakteristieke ecotopen: 'diepe stagnante wateren in het winterbed' en 'cultuurgrasland en akkers'.
The Maasplassen. Characteristic ecotopes: 'deep stagnant water in the winter bed' and 'man-made grassland and arable land'.

Le Maasplassen. Ecotopes caractéristiques: 'eaux stagnantes profondes dans le lit d'hiver' et 'terre à pâturage cultivée et champs'.

Ten behoeve van de scheepvaart is de Maas voorzien van stuwen. De **Gestuwde Maas** heeft een grindbodem tussen Eijsden (km 5) en Borgharen (km 15) en een zandbodem tussen Linne (km 68) en Lith (km 201). In dit rapport worden alleen de gegevens van de Gestuwde Maas van **Linne tot Lith** onderling gerelateerd. Op dit traject wordt de Maas gekenmerkt door de ecotopen 'diepe bedding zandrivier', 'cultuurgrasland en akkers' en 'stagnant water in het winterbed'.

Het beperkte doorzicht, het gebrek aan ondiepe delen in het zomerbed en de door scheepvaart veroorzaakte golfslag en zuigwerking leiden tot een beperkt areaal aan waterplanten. Er zijn dan ook voornamelijk Gele plomp en lage bedekkingen met Schede- en Rivierfonteinruid aangetroffen. Door de met stortsteen verharde rivieroeveren komen de aan hard substraat gebonden Driehoeksmossel, schietmot (*Ecnomus tenellus*) en de eendagsvlieg (*Caenis lutuosa*) veel voor. Dat de waterkwaliteit in de Gestuwde Maas beter is dan in de Grensmaas illustreert *Caenis lutuosa*. Soorten van het geslacht *Caenis* zijn namelijk de eerste soorten eendagsvliegen die terugkeren als de waterkwaliteit beter wordt.

Ondanks de relatief lage stroomsnelheden in de

Gestuwde Maas ten opzichte van de Grensmaas worden rheofiele vissoorten als Vlagzalm, Bronforel, Hondsvijl en Zonnebaars in dit deelsysteem van de Maas aangetroffen. De biomassa van deze soortsgroep is echter laag ten opzichte van de vertegenwoordigers van de eurytope groep. Blankvoorn en Brasem zijn verantwoordelijk voor deze onevenwichtige verdeling. Deze 2 soorten maken namelijk maar liefst 70% uit

van de totale biomassa aan vis. De oververtegenwoordiging van eurytope vissoorten is ongetwijfeld toe te schrijven aan het grote aantal stagnante wateren dat langs dit deelsysteem ligt en de lange verblijftijd van het water. Hoewel de vissen in de Middenlimburgse Maasplassen niet gemonitord zijn binnen het biologisch meetnet, mag worden aangenomen dat deze mede verantwoordelijk zijn voor de hoge visbiomassa in de Gestuwde Maas. Veel plassen staan namelijk in open verbinding met de rivier. Het aandeel van overwinterende visetende watervogels is namelijk in Middenlimburg (een samenvoeging van een gedeelte van de deelsystemen: Maasplassen en Gestuwde Maas) het grootst. De gemeten gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen in Aal zijn echter dermate hoog dat visetende toppredatoren risico lopen.

Vooraf in de omgeving van Roermond, maar ook op andere plaatsen in het winterbed van de Maas liggen door zand en/of grindwinning ontstane **Maasplassen** met een totaal oppervlak van ongeveer 3200 hectare. Ze worden in het algemeen gekenmerkt door een grote diepte en steile oevers. Waterplanten zijn alleen in de ondiepe delen langs de plasoevers aangetroffen. De ondergedoken waterplanten zijn het meest waargenomen op zandige bodems. Ook de natuurlijke bodem (zand/grind mengsel) vormt een geschikt substraat voor waterplanten. In ondiepe plassen met veel slib wordt alleen Gele plomp aangetroffen.

Maatregel	Grensmaas	Gestuwde Maas	Maasplassen	Getijde Maas
Vermindering kunstmatig afvoerfluctuaties	+++	+	nvt	nvt
Verhoging van het zuurstofgehalte	+++	+	+	+
Verlaging gehalten aan microverontreinigingen	+++	++	++	++
Vergroting van de getij-invoed	nvt	nvt	nvt	+++
Vergroting van het oppervlak aan ondiep stagnant water	+++	++	++	+++
Toename van het oppervlak aan moerasvegetaties en stroomdal grasland	+++	+++	+++	+++
Toename van het areaal oobos	+++	+++	+++	+++

Tabel 1

De belangrijkste aanbevelingen voor beleid en beheer voor de deelsystemen van de Maas. De plussen geven de noodzaak van uitvoering van de maatregel aan. (nvt = niet van toepassing)

De Middenlimburgse Maasplassen vormen, samen met de rivier, een belangrijk traject van de Maas voor overwinterende watervogels. Van het totale aantal overwinteraars in en langs de Maas wordt 28% in dit gebied aangetroffen. Door de grote oeverlengte met hard substraat en de daarop aanwezige bodemdieren (voornamelijk driehoeksmosselen) verblijft maar liefst 42% van het totale aantal benthoseters in de Maas in dit gebied. De voornaamste vertegenwoordigers van deze groep zijn de Tafel- en Kuifeend. De Tafel-eend overschrijdt zelfs de internationale 1% norm die is vastgelegd op de conventie van Ramsar (zie hoofdstuk 3). In tegenstelling tot de gemeten gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen in vis liggen deze in driehoeksmosselen dermate laag dat mosseletende predatoren geen risico lopen. Het belang voor vis van, met name aangetakte, plassen wordt geïllustreerd aan de hand van het feit dat 33% van het totale aantal viseters in dit gebied wordt aangetroffen. Bovendien liggen de visbiomassa's in zijwateren een factor 4 hoger dan die in de hoofdgeul. De overschrijding van de 1% norm van de Kleine Zwaan en de toename van het aantal overwinterende ganzen onderstreep het belang van dit gebied voor herbivore watervogels.

Van de stuw bij Lith (km 201) tot Geertruidenberg (km 251) wordt de Maas **Getijde Maas** genoemd. De invloed van het getij via de Nieuwe Waterweg loopt namelijk tot aan Lith. Bij lage afvoeren varieert de getijslag in de Bergsche Maas van 35 tot 50 cm. Bij hoge afvoeren is de getijslag niet groter dan 20 tot 25 cm. Door de beperkte invloed van het getij heeft de Getijde Maas op dit moment meer weg van een zandrivier dan van een getijde rivier. Karakteristieke ecotopen zijn dan ook 'diepe bedding zandrivier', 'cultuurgrasland en akkers' en 'stagnant water in het winterbed'.

Door de beperkte getijslag en de voor een groot deel met stortsteen verharde oevers, mist de Getijde Maas karakteristieke ecotopen als krekens, slikplaten, slikoevers, biezen en rietgorzen die bij dit riviertype thuishoren. Karakteristieke dieren en plantensoorten die hiervan afhankelijk zijn ontbreken dan ook vrijwel volledig in de huidige situatie.



Foto 4

De Getijde Maas. Karakteristieke ecotopen: 'diepe bedding zandrivier met een beperkte getij-invoerd', 'cultuurgrasland en akkers' en 'stagnant water in het winterbed'.

The Getijde Maas. Characteristic ecotopes: 'deep-bed sand river with a limited tidal effect', 'man-made grassland and arable land' and 'stagnant water in the winter bed'.

La Getijde Maas. Ecotopes caractéristiques: 'fleuve sablonneux au lit profond avec influence limitée des marées', 'terre à pâturage cultivée et champs' et 'eaux stagnantes dans le lit d'hiver'.

Mede dankzij de lagere nutriëntengehaltes ligt het chlorofylgehalte, met uitzondering van de maanden mei en juni, in Keizersveer lager dan in Eijsden. Zowel bij Eijsden als bij Keizersveer wordt het zoöplankton gedomineerd door Rotatoria. Door de langere ontwikkelingsstijd van Cladocera en hun voorkeur voor lage stroomsnelheden is het relatieve aandeel van deze groep bij Keizersveer groter. Dit laatste is naast het lagere nutriëntengehalte, mogelijke mede een verklaring voor het lagere chlorofyl-a gehalte bij Keizersveer.

De totale biomassa van vis in de Getijde Maas is 4 keer zo laag als die in de Gestuwde Maas. De belangrijkste oorzaak is waarschijnlijk het kleinere oppervlak aan zijwateren in de Getijde Maas. Mariene soorten als Diklip harder en Grote Marene zijn alleen in de Getijde Maas aangetroffen. De biomassa wordt, net als in de Gestuwde Maas, voor 70% bepaald door Blankvoorn en Brasem.

De Getijde Maas is het belangrijkste traject van de Maas voor overwinterende watervogels. Maar liefst 59% van het totale aantal overwinteraars wordt hier aangetroffen. Het grootste deel hier-

van bestaat uit plantenetters (63% van het totaal). Dit is een gevolg van het feit dat de uiterwaarden relatief breed zijn en dat het areaal aan water- en oeverplanten, met name in de Afgedamde Maas relatief groot is. Viseters worden slechts in kleine aantallen aangetroffen. Mogelijk door de kleine biomassa aan vis. De Getijde Maas heeft voor overwinterende watervogels internationaal een belangrijke waarde aangezien zowel Kleine Zwaan, Kolgans, Tafel-eend en Meerkoet de 1% norm overschrijden.

De lage dichtheden aan waterplanten en ongewervelde dieren, de beperkte vispopulaties en het relatief lage aantal vogels dat vis en ongewervelde dieren eet illustreren dat ondieptes en aangetakte zijwateren op dit moment **in de hele Maas** zijn ondervetegenwoordigd. Aangezien zich in ondiepe delen in het stroombed en (aangetakte) zijwateren de meeste plantaardige en dierlijke biomassa bevindt zal het **beleid en beheer** erop gericht moeten zijn om het areaal aan deze ecotopen te vergroten. Het creëren van extra ondiepe zijwateren door grind, zand of kleiwinning, het aantakken van oude armen, het verwijderen

van harde oeeververdedigingen en de aanleg van nevengeulen en natuurlijke oevers zijn manieren om dit te bereiken.

De lage dichtheden dan wel het ontbreken van organismen die gebonden zijn aan natuurlijke (steil)oevers zoals IJsvogel of Otter geven aan dat er nog onvoldoende natuurlijke overgangen van water naar land zijn.

De aanleg van vispassages bij stuwen en een aangepast stuwbeheer van de Haringvlietsluizen zijn manieren om de dichtheden van met name riviertrekvis te verhogen.

Om de ontwikkeling van stroomdalgrasland en ooibos te stimuleren is extensieve begrazing van de huidige uiterwaarden voldoende. Het natuur-

ontwikkelingsgebied Koningsteen bij Thorn illustreert dit. De ontwikkeling van ooibos in het winterbed zal echter, gezien de opstuwing die het bij hoogwater veroorzaakt, met name geprojecteerd moeten worden op delen die bij hoogwater niet meestromen.

Hoewel de afwezigheid van karakteristieke rivierecotopen zoals nevengeulen, ooibos en stroomdalgrasland etc., op dit moment de grootste belemmering is voor het ecologisch herstel van het stroomgebied van de Maas, mag de waterkwaliteit de ontwikkeling van gezonde zichzelf in stand houdende dierpopulaties niet belemmeren. De aandacht dient daarbij in de eerste plaats

uit te gaan naar de zuurstofhuishouding. Bij Eijsden worden namelijk bij lage afvoeren regelmatig zuurstofgehalten beneden de 3 mg/l gemeten. De soorten die wel bestand zijn tegen de grote zuurstoffluctuaties worden negatief beïnvloed door de hoge concentraties zware metalen en microverontreinigingen. Indien Wallonië overgaat tot de zuivering van al het huishoudelijk en industrieel afvalwater zal dit spoedig leiden tot een aanzienlijke verbetering van de zuurstofhuishouding en een verlaging van de concentraties aan microverontreinigingen. Ook de bedekking van de grindbodem van de Grensmaas met slib zal hierdoor verminderen.

The river Meuse 1992

Summary

This report presents an overview of the ecological condition of the River Meuse from Eijsden to the Biesbosch in the year 1992. The **objective** of this report is to analyse trends and demonstrate connections between the available data, using the information gathered on birds, fish, water plants, littoral plants, invertebrates, phytoplankton, zooplankton and ecotoxicology. The parameter groups mentioned exist in various, diverse ecotopes. In this report, the Meuse is divided into four constituent systems: the Grensmaas (section along the Belgian/Dutch border), the Gestuwde Maas (dammed section), the Maasplassen (lakes) and the Getijde Maas (tidal section). Channels have been left out of consideration. On the basis of current knowledge, recommendations are made for policy and management, centred on the various constituent systems.

The **Grensmaas** is the shallow, undyked and undammed section of the Meuse between Borgharen (km 15) and Linne (km 6). Characteristic for this section of the Meuse are relatively high flow rates and a gravel bottom. Over the course of centuries, this part of the river has incised several metres down into the bed, while

the summer bed has deepened further as a result of gravel excavation. The floodplain is covered with clay alluvium and has considerable relief in some places. Shipping on the Grensmaas is not possible and is diverted to the Julianakanaal canal. The Grensmaas is characterized by the ecotopes 'deep-bed gravel river' and 'man-made grassland and arable land'.

As a result of the lack of side channels, old river arms, pools, steep brinks and sand and gravel banks, combined with the poor water quality and brief discharge fluctuations caused by the hydropower station at Lixhe, only undifferentiated invertebrates which are tolerant to pollution occur. Species that need dead wood, stagnant pools, undercut banks and water plants for survival are completely absent from the Grensmaas. In addition, a layer of silt and algae coating the gravel in the streambed has eliminated the hard gravel substratum, and with it, the invertebrates that depend on this substrate for attachment or food.

The Grensmaas is the habitat of species of rheophilic fish which are not to be found anywhere else in the Netherlands (e.g. Brook trout, Grayling, Beaked carp and Brook lamprey). The biomass in this constituent system is

lower than in the Gestuwde and Getijde Maas. The subordinate importance of the Grensmaas for (wintering) fish-eating aquatic birds confirms this.

Weirs have been built along the Meuse to facilitate shipping. The **Gestuwde Maas** has a gravel bottom between Eijsden (km 5) and Borgharen (km 68) and a sand bottom between Linne (km 68) and Lith (km 201). This report only examines the relationships between data concerning the Gestuwde Maas from **Linne to Lith**. This section of the Meuse is characterized by the ecotopes 'deep-bed gravel river', 'man-made grassland and arable land' and 'stagnant water in the winter bed'.

Due to the limited clarity, lack of shallow portions in the summer bed, and wave action and suction effect caused by shipping, the area covered by water plants is limited. Yellow pondlily and a low cover of pondweed (*Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton nodosus*) are the most prevalent plants. Zebra Mussels, caddice flies (*Ecnomus tenellus*) and mayflies (*Caenis lutuosa*) attached to the hard substratum are common, due to the stone paving of the river banks. *Caenis lutuosa* is an indicator

that the water quality is better in the Gestuwde Maas than in the Grensmaas: members of the *Caenis* family are the first mayflies to return once water quality has improved.

In spite of the relatively slow flow rates in the Gestuwde Maas compared to the Grensmaas, many rheophilic fish species, such as Grayling, Brook trout, Mudminnow and Sun perch, were found in this section of the Maas. The biomass of this group of species is low, however, in relation to members of the eurytopic group. European roach and Bream are responsible for this uneven distribution. The two types of fish comprise no less than 70% of the total fish biomass. Over-representation of eurytopic fish is no doubt due to the large number of stagnant pools lining this constituent system and the long residence time of the water. Although the biological measurement programme did not include monitoring of the fish in the Middenlimburgse Maasplassen lakes of central Limburg, it can be safely assumed that this is partly responsible for the high fish biomass in the Gestuwde Maas. The share of wintering fish-eating aquatic birds is the greatest in Middenlimburg (a combination of two of the constituent systems: Maasplassen and Gestuwde Maas). The levels of heavy metals and organic micropollutants measured in Eel are high enough to pose a risk to piscivorous predators at the top of the food chain.

The **Maasplassen**, lakes which were created when sand and gravel were excavated, are predominantly located in the vicinity of Roermond, but also at other parts of the winter bed of the Meuse. They cover a total surface area of about 3,200 hectares and generally are very deep, with steep banks.

Water plants only grow in the shallow parts along the littoral zone of the lakes. Submerged water plants were observed most frequently on sandy bottoms. The natural bottom (sand/gravel mix) also provides a suitable substratum for water plants. In the shallow lakes with a high silt content, the Yellow pondlily is the only water plant found.

The Middenlimburgse Maasplassen and the river itself are an important section of the river

for wintering aquatic birds. Twenty-eight per cent of the total number of wintering birds in and along the Meuse is found in this area. Due to the considerable length of bank with a hard substratum and the benthic animals that live on it (predominantly Zebra Mussels), no less than 42% of the total number of benthophagous animals in the Maas are found in this area. The most prevalent members of this group are the European pochard and Tufted duck. The European pochard even exceeds the international 1% standard (Chapter 3). As opposed to fish, the levels of heavy metals and organic micropollutants measured in Zebra Mussels are low enough so as not to pose any risk to mollusc-eating predators. The particular importance to fish of lakes branching into the Maas is illustrated by the fact that 33% of the total number of piscivorous birds are found in this area. In addition, the fish biomasses in the tributaries are a factor 4 higher than in the trunk channel. The fact that the Bewick's swan exceeds the 1% standard and the increase in the number of geese spending the winter in the area underscore its importance for herbivorous waterfowl.

From the dam near Lith (km 201) to Geertruidenberg (km 251), the Maas is called the **Getijde Maas**. There is tidal influence through the Nieuwe Waterweg waterway until Lith. When discharge is low, the tidal range is 35-50 cm; when the discharge is high, the tidal range is no more than 20-25 cm. Due to the limited tidal influence, the Getijde Maas now resembles a sand river more than a tidal river. Consequently, characteristic ecotopes are 'deep-bed gravel river', 'man-made grassland and arable land' and 'stagnant water in the winter bed'. Due to the limited tidal range and the fact that the banks are, for the most part, paved with stone, the Getijde Maas is lacking the ecotopes typical of this river type, such as creeks, mudflats, mud-banks, rush and reed-banks. As a result, characteristic animals and plants that depend on these ecotopes are also virtually absent in the current situation.

Except in May and June, the chlorophyll level at Keizersveer is lower than at Eijsden, which is

partly due to the lower nutrient contents. The zooplankton at both Eijsden and Keizersveer is dominated by Rotifera. The longer development time of Cladocera and its preference for low flow rates render the relative share of this group larger at Keizersveer. In addition to the lower nutrient content, this may also partially explain the lower chlorophyll-a content at Keizersveer.

The total fish biomass in the Getijde Maas is four times lower than in the Gestuwde Maas. The main reason is probably the smaller surface area of stagnant waters in the winterbed of the Getijde Maas. Marine species like the Thick-lipped grey mullet and Lavaret are only found in the Getijde Maas. As is the case in the Gestuwde Maas, 70% of the biomass is comprised of European roach and Bream.

The Getijde Maas is the most important section of the Maas for wintering aquatic birds. No less than 59% of the total number of wintering birds are found here. The majority are herbivorous (63% of total). This is a result of the fact that the river floodplain is relatively broad and the acreage of water and littoral plants, especially in the Afgedamde Maas, is relatively large. Piscivorous birds are only found in small numbers, which may be due to the small biomass of fish. The Getijde Maas has international importance for wintering aquatic birds, considering that Bewick's swan, the White-fronted goose, European pochard and Coot exceed the 1% standard.

The low densities of water plants and invertebrates, the limited fish populations and relatively low number of birds that eat fish and invertebrates in the **River Meuse** illustrate that shallows and connected lakes/ponds are currently under-represented. Since the majority of plant and animal biomass is found in the shallow parts of the streambed and (connected) stagnant waters, **policy and management** will have to be geared towards enlarging the acreage of these ecotopes. Creating additional shallow lakes/ponds by gravel, sand or clay excavation, reconnecting old arms, removing hard bank protection and constructing nature-friendly banks are ways to achieve this.

Measure	Grens- maas	Gestuwde Maas	Maas- plassen	Getijde Maas
Reduction of artificial discharge fluctuations	+++	+	n.a.	n.a.
Increase of oxygen content	+++	+	+	+
Reduction of micropollutant content	+++	++	++	++
Increase of tidal influence	n.a.	n.a.	n.a.	+++
Increase surface area of shallow stagnant water	+++	++	++	+++
Increase surface covered by marshland vegetation and river valley grassland	+++	+++	+++	+++
Increase acreage of floodplain forest	+++	+++	+++	+++

Table 1
Key policy and management recommendations regarding the Meuse constituent systems.
The pluses indicate the necessity of implementing the measure (n.a. = not applicable).

The low densities or complete lack of organisms linked to natural (steep) banks, such as the Kingfisher or Otter, are indications that there are still insufficient transition zones between water and land.

The densities of migratory freshwater fish, in particular, can be increased through the construction of fish ladders near weirs and changes

in management of the sluices in the Haringsvliet.

Extensive grazing on the current floodplain should suffice to stimulate the development of river valley grassland and floodplain forest (riparian bottomlands forested with poplars and willows). The Koningsteen nature development reserve near Thorn is an illustra-

tion of this. However, considering the damming effect this would have when the water levels are high, the development of floodplain forest in the winter bed will have to be mainly planned for parts that are not inundated during high water.

Although, at this point, the absence of characteristic river ecotopes such as side channels, floodplain forest and river valley grassland, currently poses the biggest obstacle to ecologic recovery of the drainage basin of the Maas, water quality must take a back seat to the development of healthy, self-sustaining animal populations. The first area of concern should be the oxygen balance. At Eijsden, oxygen contents below 3 mg/l are measured regularly when discharge is low. Species which can tolerate considerable oxygen fluctuations are detrimentally affected by high concentrations of heavy metals and micropollutants. If the Walloon provinces of Belgium go ahead with purification of all of their domestic and industrial wastewater, this will quickly result in a marked improvement of the oxygen balance and a reduction of micropollutant concentrations. This will also reduce the silt layer coating the gravel bottom of the Grensmaas.

La Meuse 1992

Résumé

Ce rapport donne un aperçu de la situation écologique de la Meuse entre Eijsden et Biesbosch en 1992. Le but de ce rapport est, en se basant sur les informations recueillies et dans la mesure du possible, d'analyser les tendances et les relations entre les données disponibles relatives aux oiseaux, aux poissons, aux plantes aquatiques et fluviatiles, aux invertébrés, aux phytoplanctons, aux zooplanctons et à l'écotoxicologie. Divers écotopes sont distingués, dans lesquels les groupes de paramètres nommés peuvent apparaître. Ce rapport répartit la Meuse dans les différents sous-systèmes: Grensmaas (Meuse frontalière), Gestuwde Maas (Meuse retenue), Maasplassen (Plans d'eau de la Meuse) et Getijde Maas (Marées de la Meuse).

Les canaux ne sont pas pris en considération. En se basant sur la connaissance actuelle, des recommandations sont faites en vue de la gestion et de la politique à suivre, axées sur les différents sous-systèmes.

La Grensmaas représente la partie peu profonde entre Borgharen (15 km) et Linne (68 km), dépourvue de digues et non retenue de la Meuse. Cette partie se caractérise par un courant relativement fort sur un sol graveleux. Au cours des siècles, ce trajet s'est profondément creusé. Suite à l'extraction du gravier, le lit d'été s'est creusé davantage. Les laisses sont recouvertes d'argile et localement riches en reliefs. Cette partie de la Meuse ne

permet pas la navigation. Celle-ci emprunte le Canal Juliana. La Grensmaas est caractérisée par les écotopes 'fleuve graveleux au lit profond' et 'terre à pâturage cultivée et champs'.

Par manque de chenaux contigus, d'anciens bras de rivière, de marres, de rives abruptes, de bancs de sable et de graviers, le tout combiné avec une mauvaise qualité des eaux et des fluctuations passagères de l'écoulement causées par la centrale hydro-électrique de Lixhe, des invertébrés indifférents à la pollution et tolérant celle-ci ont été décelés. Les espèces qui, pour survivre, dépendent de bois mort, de marres stagnantes, de rives creuses et de plantes aquatiques, font totalement défaut dans la Grensmaas. En outre, une couche de vase et

d'algues déposées sur le gravier du lit du cours d'eau se charge de faire disparaître le substrat graveleux consistant. Aussi, les invertébrés qui en dépendent pour leur nourriture et leur point d'attache font-ils défaut.

La Grensmaas renferme toujours des espèces de poissons attirés par les courants d'eau et uniques aux Pays-Bas (le Saumon de fontaine, l'Ombre, l'Hotu et le Lamproie de planer). La biomasse de ce groupe est plus faible que dans la Gestuwde Maas et la Getijde Maas. L'intérêt subalterne de la Grensmaas se confirme par les oiseaux aquatiques piscivores.

La Meuse comprend des barrages au profit de la navigation. La **Gestuwde Maas** possède un sol graveleux entre Eijsden (5 km) et Borgharen (15 km) et un sol sablonneux entre Linne (68 km) et Lith (201 km). Ce rapport ne s'étendra que sur les données de la Gestuwde Maas de **Linne à Lith** rattachées entre elles. Ce trajet est caractérisé par les écotopes 'fleuve sablonneux au lit profond', 'terre à pâturage cultivée et champs' et 'eaux stagnantes dans le lit d'hiver'.

De par la faible limpidité, le manque de parties peu profondes dans le lit d'été, la houle et les aspirations provoquées par la navigation, les plantes aquatiques sont très limitées. Nous y trouvons en particulier les Nénuphars jaune et de basses couvertures avec des Cressons de fontaine et des Potamots à feuilles pectinées. Les rives des fleuves étant dures en raison des enrochements, il est fréquent d'y trouver les *Dreissena polymorpha*, l'*Ecnomus tenellus* et l'éphémère *Caenis lutuosa* dépendants du substrat dur. Le *Caenis lutuosa* est une preuve vivante que les eaux de la Gestuwde Maas sont de meilleure qualité que celles de la Grensmaas. Les espèces du genre *Caenis* sont en fait les premières éphémères à revenir dès que la qualité des eaux s'améliore.

Malgré la rapidité relativement faible du courant de la Gestuwde Maas par rapport à la Grensmaas, les poissons rhéophiles tels l'Ombre, le Saumon de fontaine, le Poisson-chien et la Perche-soleil se retrouvent dans ce sous-système de la Meuse. Toutefois, la biomasse de ce groupe est faible comparée à celles des représentants du groupe eurytope. Le

Gardon ordinaire et la Brème sont responsables de cette répartition déséquilibrée. En effet, ces 2 espèces représentent au moins 70% de la biomasse piscicole totale. La surreprésentation des poissons eurytopes est sans aucun doute due au grand nombre d'eaux stagnantes se trouvant le long de ce sous-système et la période assez longue pendant laquelle ces eaux restent présentes. Bien que les poissons des plans d'eau de la Meuse du Limbourg central ne soient pas téléaffichés au sein du réseau de mesure biologique, on peut partir du principe qu'ils sont en partie responsables de la biomasse piscicole élevée dans la Gestuwde Maas. La part des oiseaux aquatiques piscivores hivernant est la plus importante dans le Limbourg central (une jonction d'une partie des sous-systèmes Maasplassen et Gestuwde Maas). Toutefois, la teneur mesurée en métaux lourds et en micro-pollution organique à Aal est tellement élevée que les superprédateurs piscivores sont menacés.

En raison de l'extraction du sable et/ou du gravier, des plans d'eau **Maasplassen** ont vu le jour en particulier dans les environs de Roermond, mais aussi ailleurs, dans le lit d'hiver de la Meuse. Ils représentent une superficie totale de 3200 hectares environ. Ils se caractérisent en général par des rives profondes et abruptes.

Les plantes aquatiques se ne retrouvent que dans les parties peu profondes, le long des rives des plans d'eau. Les plantes aquatiques submergées sont les plus fréquentes sur les sols sablonneux. Le sol naturel (mélange de sable et de gravier) représente un substrat convenant parfaitement aux plantes aquatiques. Dans les plans d'eau peu profonds recouverts de vase abondante, on ne trouve que les Nénuphars jaune.

Les plans d'eau de la Meuse du Limbourg central, représentent ensemble avec le fleuve, un important trajet de la Meuse pour les oiseaux aquatiques hivernant. Parmi le nombre total d'oiseaux hivernant dans et le long de la Meuse, 28% ont été enregistrés dans cette région. De par la longueur des rives au substrat dur et les espèces vivant au fond (en particulier les

Dreissena polymorpha), 42% du nombre total se nourrissant de benthos, se trouvent dans cette région de la Meuse. Les espèces primordiales qui représentent ce groupe sont le Milouin et le Morillon. Le Milouin dépasse même de 1% la norme internationale (chapitre 3). Contrairement à la teneur en métaux lourds et en micro-pollution organique mesurée chez les poissons, celle mesurée chez les *Dreissena polymorpha* est tellement faible que les prédateurs se nourrissant de moules ne courent aucun danger. L'intérêt particulier pour le poisson des plans d'eau ramifiés avec le fleuve, est illustré par le fait que 33% du nombre total de piscivores sont enregistrés dans cette région. En outre, toute la biomasse piscicole que l'on retrouve dans les eaux contiguës est 4 fois plus importante que celle se trouvant dans le chenal principal. L'excès de 1% du *Cygnus bewickii* et le nombre croissant d'oies hivernant soulignent l'intérêt de cette région pour les oiseaux aquatiques herbivores.

La **Getijde Maas** est la partie entre le barrage de Lith (201 km) et Geertruidenberg (251 km). L'influence des marées qui passent par le Nieuwe Waterweg, se fait en fait ressentir jusqu'à Lith. En cas de faible écoulement, le courant de marée varie entre 35 et 50 cm. En cas de fort écoulement, le courant de marée ne dépasse pas les 20 à 25 cm. L'influence limitée de la marée fait que la Getijde Maas ressemble davantage à un fleuve sablonneux qu'à un fleuve à marée. Aussi, les caractéristiques écotopes sont-elles 'fleuve sablonneux au lit profond', 'terre à pâturage cultivée et champs' et 'eaux stagnantes dans le lit d'hiver'. En raison de l'influence limitée du courant de marée et de l'enrochement des rives, les caractéristiques écotopes comme les criques, les plaques de vase, les rives de vase, les joncs, les roseaux qui font partie de ce type de fleuve font ici défaut. Aussi, les espèces animales et végétales caractéristiques qui en dépendent, font-elle presque entièrement défaut dans la situation actuelle.

Grâce en partie à la teneur en nutrite moins élevée, la teneur en chlorophylle, à l'exception du mois de mai et juin, est plus faible à Keizersveer qu'à Eijsden. A Eijsden comme à

Measure	Grens- maas	Gestuwde Maas	Maas- plassen	Getijde Maas
Diminution fluctuations d'écoulement artificielles	+++	+	n.a.	n.a.
Augmentation de la teneur en oxygène	+++	+	+	+
Baisse de la teneur en micro-pollutions	+++	++	++	++
Développement de l'influence des marées	n.a.	n.a.	n.a.	+++
Élargissement de la superficie des eaux peu profondes stagnantes	+++	++	++	+++
Croissance de la surface des végétations de marais et des terres à pâturage en aval du courant	+++	+++	+++	+++
Élargissement de la superficie de bois marécageux	+++	+++	+++	+++

Tableau 1

Recommandations primordiales relatives à la politique à suivre et à la gestion des différents sous-systèmes de la Meuse. Les + indiquent la nécessité de réaliser les mesures envisagées (n.a. = non applicable).

Keizersveer, le zooplancton est dominé par le Rotatoria. En raison de la phase de développement plus longue des Cladocera et de leur préférence pour les courants faibles, la part relative de ce groupe est plus élevée à Keizersveer. Outre la teneur en nutrite plus faible, ceci explique peut-être la faible teneur en chlorophylle-à Keizersveer.

La biomasse piscicole totale de la Getijde Maas, est 4 fois plus faible que celle de la Gestuwde Maas. La cause la plus importante en est probablement la superficie plus restreinte des eaux contiguës de la Getijde Maas. Seules les espèces marines comme le Mulet lippu et le Corégone lavaret ont été enregistrées dans la Getijde Maas. Tout comme dans la Gestuwde Maas, le Gardon ordinaire et la Brème définissent ici la biomasse à 70%.

La Getijde Maas est le trajet le plus important de la Meuse pour les oiseaux aquatiques hivernant. Non moins de 59% du nombre total des oiseaux hivernants sont ici enregistrés. La partie la plus importante se compose d'herbivores (63% du nombre total). Ceci est dû au fait que les hautes sont relativement larges et que la superficie de plantes aquatiques et fluviales, en partie dans la Afgedamde Maas, est relativement élevée. Les

piscivores sont peu nombreux. Probablement en raison de la faible biomasse piscicole. La Getijde Maas a, sur le plan international, une valeur importante pour les oiseaux aquatiques hivernant, étant donné que le Cygne de Bewick, l'Oie rieuse, le Fuligule milouin et la Foulque Macroule dépassent la norme de 1%.

La faible densité de plantes aquatiques et d'invertébrés, la population limitée de poissons et un nombre relativement peu élevé d'oiseaux qui se nourrissent de poissons et d'invertébrés **de la Meuse** illustrent que les eaux peu profondes ramifiées au fleuve sont actuellement sous-représentées. Le plus grand nombre de biomasse végétale et animale se trouvant dans les parties peu profondes du lit et des eaux contiguës (communicant avec le fleuve), **la gestion et la politique à suivre** devront être axées sur l'agrandissement de la superficie de ces écotopes. Pour atteindre cet objectif, des eaux contiguës supplémentaires profondes pourraient être créées en extrayant du gravier, du sable ou de la vase, en reliant d'anciens bras, en enlevant des consolidations de rives dures et en aménageant des rives respectueuses de la nature.

La faible densité et le manque d'organismes liés aux rives (abruptes) naturelles, tels l'Alcyon ou la Loutre indiquent qu'il n'y a pas suffisamment de points de transition naturelle entre terre et eau.

L'aménagement de passages à poissons dans les barrages et une gestion adaptée des barrages des écluses Haringvliet, représentent une façon d'accroître la densité, en particulier celle des poissons migrateurs d'eau douce.

Pour stimuler l'évolution des terres à pâturage en aval du courant et des bois marécageux, le broutage intensif des hautes actuelles suffit. La région naturelle en évolution Koningsteen, à Thorn, illustre ce phénomène. Toutefois, vu la force de courant qu'ils provoquent en temps de crues, le développement de bois marécageux dans le lit d'hiver devra être projeté sur les parties qui ne sont pas entraînées en temps de crues.

Malgré l'absence d'écotopes de fleuves caractéristiques tels les chenaux contigus, les bois marécageux et les terres à pâturage en aval du courant etc. - actuellement le plus grand obstacle au rétablissement écologique du bassin de la Meuse - la qualité des eaux ne doit pas empêcher le développement de populations animales saines qui subsistent d'elles-mêmes. En premier lieu, l'attention doit porter sur la gestion de l'oxygène. A Eijsden, lors d'un faible écoulement des eaux, l'on mesure régulièrement une teneur en oxygène de 3 mg/l. Les espèces qui résistent aux importantes fluctuations d'oxygène sont influencées négativement en raison de la forte concentration de métaux lourds et de micro-pollutions. Si la Wallonie passe à la purification de toutes les eaux ménagères et usées, ceci se traduira par une nette amélioration de la gestion de l'oxygène et une baisse de la concentration de micro-pollutions. La couche de vase qui recouvre le sol graveleux de la Grensmaas diminuera également.

Dankwoord

De redactie van deze watersysteemrapportage Maas is een groot aantal personen erkentelijk voor hun bijdragen voor de informatie welke in dit rapport verwerkt is. Voordat de informatie in de vorm van dit rapport beschikbaar was, is er al weer veel water door de Maas gestroomd.... Het traject van planfase, bemonstering, analyse, gegevensopslag en verwerking naar interpretatie en presentatie was gevarieerd en zeer arbeidsintensief.

Voor de bijdragen in de redactionele fase willen wij vooral Henk Ketelaars (WBB), Frans Schepers (Provincie Limburg), Pierre Verbraak en Saskia Janssen (directie Limburg), Michelle de la Haye, Eric Martejn, Sjors van de Kamer en Renske Postma (RIZA) en in het bijzonder Miel van Oirschot (RIZA) bedanken voor hun waardevolle commentaar in de verschillende fasen van dit rapport.

najaar 1995

Stan Kerkhofs en Hero Prins

1. Inleiding

Hero Prins (RIZA)

MWTL

Rijkswaterstaat is, sinds 1971, verantwoordelijk voor de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL). In dit kader worden jaarlijks diverse parameters in de rijkswateren gemeten om ontwikkelingen in morfologie, hydrologie, water(bodem)kwaliteit en ecologie (sinds 1992) van deze wateren te volgen (Adriaanse, 1992). Het volgen (=monitoren) van de **ontwikkelingen en de beoordeling van de huidige toestand en trends** is noodzakelijk voor de **evaluatie** van ingrepen, beheer en beleid van de rijkswateren op landelijke niveau. Op basis van deze systematisch verzamelde gegevens kan het beleid en beheer voor de rijkswateren voortdurend worden aangescherpt. De MWTL-gegevens vormen de basisgegevens voor landelijke beleidsnota's en het project Watersysteemverkenningen.

Biologische Monitoring

De toenemende behoefte aan systematisch verzamelde ecologische informatie van de rijkswateren, zoals ondermeer is aangegeven in de 3e

Nota Waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989) en de evaluatienota Water (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994), heeft geleid tot de ontwikkeling van een landelijk biologisch meetnet (Projectgroep Biologische Monitoring, 1991). De keuze van de te meten parameters heeft plaatsgevonden op basis van de informatiewaarde voor ecologisch beheer (veelal gericht op herstel) van rivieren, meren en (in mindere mate) kanalen. De keuze sluit aan bij de doelvariabelen en watersystemen zoals die zijn vastgelegd door het project Watersysteemverkenningen (Projectteam watersysteemverkenningen, 1994).

De coördinatie en uitvoering van de MWTL is in handen van het RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling). Hierbij wordt nauw samengewerkt met regionale directies van Rijkswaterstaat en instituten zoals het RIVO (Rijksinstituut voor Visserij onderzoek), het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) en het SOVON (Samenwerkende Organisaties Vogelonderzoek Nederland).

Dit rapport is een produkt van de biologische monitoring welke in het kader van MWTL wordt

uitgevoerd. Biologische monitoring is te onderscheiden in een jaarlijkse monitoring van alle rijkswateren en een vierjaarlijkse monitoring per watersysteem. De jaarlijkse monitoring geeft een beeld van actuele ontwikkelingen op landelijke schaal welke vastgelegd worden in jaarrapportages. De resultaten van de 4-jaarlijkse, intensieve monitoring (peiljaren) worden uitvoerig besproken in een meer integrale watersysteemrapportage. 1992 was het eerste peiljaar van de Maas. Voor u ligt de uitwerking van de gegevens van dit peiljaar. De gegevens van MWTL zijn in het kader van dit rapport aangevuld met enkele recente en relevante studies aan de Maas, zoals onderzoeksrapporten die in het kader van het project 'Ecologisch Herstel Maas' (Kerkhofs, 1993) zijn verschenen.

Opbouw van deze Watersysteemrapportage

Deze watersysteemrapportage is gericht op verschillende doelgroepen. Naast waterbeheerders kunnen dit beleidsmedewerkers zijn van verschillende ministeries, van provincies en van lagere overheden en medewerkers van onderzoeksinstituten en belangengroeperingen. Enerzijds geeft dit rapport een stand van zaken van het ecosysteem van de Maas. Anderzijds geeft het rapport een overzicht van de routinematig verzamelde ecologische gegevens. Deze gegevens zijn overigens voor iedereen beschikbaar. In het hoofdstuk verantwoording kunt u lezen hoe u aan deze gegevens kunt komen.

In hoofdstuk 2 worden op beknopte wijze de 4 deelsystemen waarin de Maas wordt onderscheiden besproken: de Grensmaas, de Gestuwde Maas, de Maasplassen en de Getijde Maas. Bovendien wordt het verloop van de afvoer, de temperatuur, het chloride gehalte en het zuurstofgehalte van de Maas tijdens het jaar 1992 besproken. In hoofdstuk 3 tot en met 9 worden respectievelijk de vogels, vissen, waterplanten, ongewervelden, zoöplankton, fytoplankton en ecotoxicologische bepalingen besproken.

Hoofdstuk 10 is een synthese waarin alle conclu-

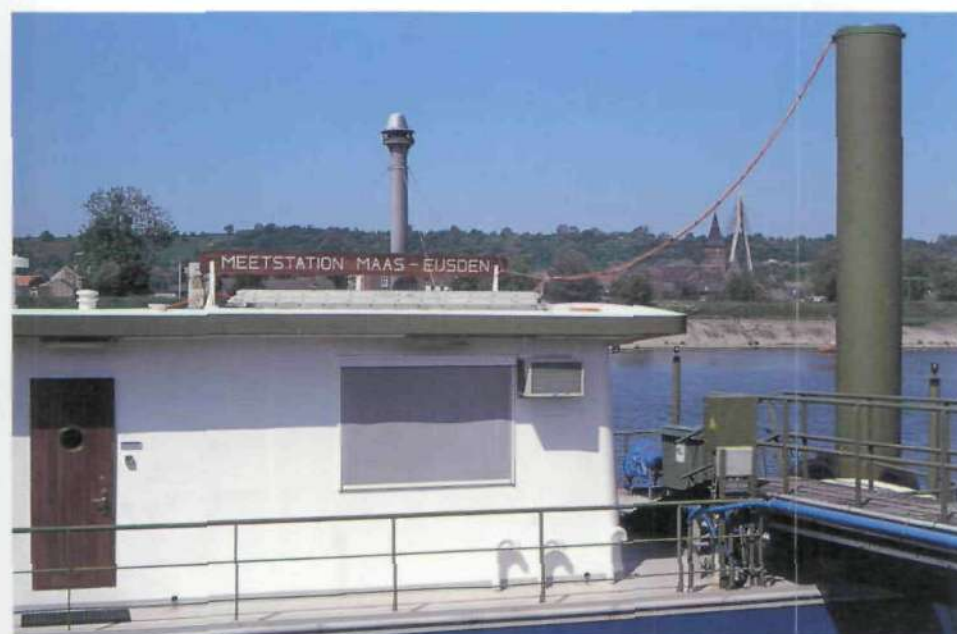


Foto 5

De Maas komt Nederland binnen bij Eijsden. Door het RIZA worden aan de hand van continue biologische, fysische, chemische en ecotoxicologische metingen calamiteiten en trends gemonitord.
The Meuse enters the Netherlands at Eijsden. The RIZA (National Institute for Inland Water Management and Wastewater Treatment) takes continuous biological, physical and chemical measurements to monitor accidents and trends.

sies van de voorgaande hoofdstukken worden geïntegreerd in een algemene discussie over het ecosysteem van de Maas. Hoofdstuk 11 geeft een overzicht van aanbevelingen voor beleid en beheer om de Maas ecologisch beter te laten functioneren.

Ieder hoofdstuk geeft een korte inleiding in de ecologie van de parametergroep. Vervolgens

worden de gegevens uit het peiljaar gepresenteerd en besproken. De manier waarop de gegevens verzameld zijn wordt slechts kort gesproken, daar dit uitgebreid staat vermeld in werkdocumenten. De conclusies worden zo mogelijk toegelicht met recente ecologische studies aan de Maas. Elk hoofdstuk heeft een intermezzo waarin (actuele) achtergrondinformatie wordt gepresenteerd. Indien relevant worden leemten

in kennis en onvolkomenheden in het huidige programma aangegeven.

Toetsing van de resultaten uit het biologisch meetnet met behulp van een AMOEBE is nog niet mogelijk omdat deze Maas-AMOEBE momenteel wordt voorbereid. Zo mogelijk zijn de beoogde AMOEBE-soorten wel in de hoofdstukken besproken.

2. Het watersysteem Maas

Stan Kerkhofs (RIZA)

Inleiding

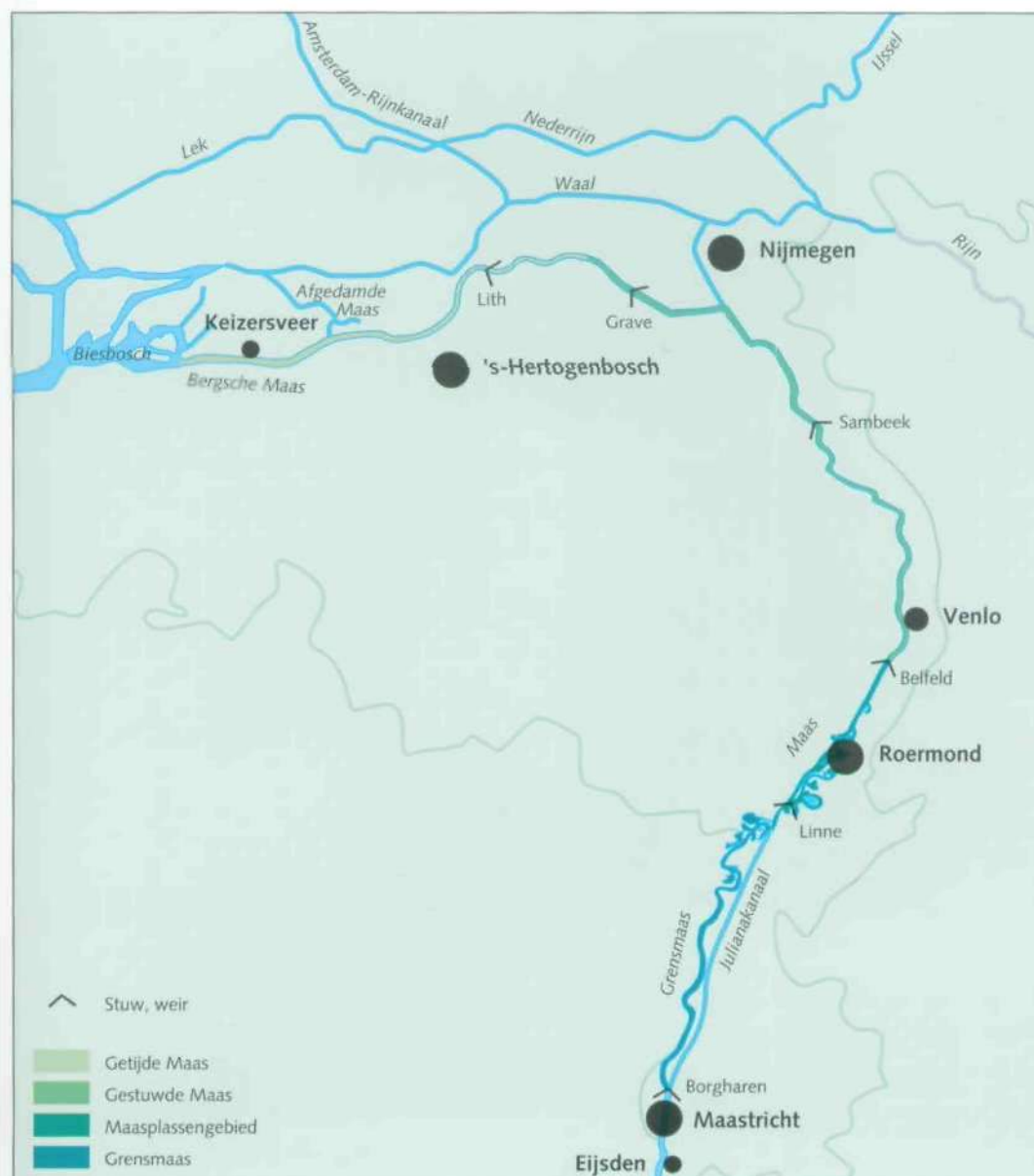
Biologische monitoring is vooral gericht op het meten van voorkomen van planten- en diersoorten en de effecten van toxische stoffen hierop. Het monitoren van soorten is enerzijds van belang om de ontwikkelingen in het watersysteem te volgen en de toestand te beoordelen. Anderzijds is het voor diegene die belast zijn met het beheer van het gebied ook van belang om te weten waarom bepaalde soorten wel of niet voorkomen. Het voorkomen van plantensoorten hangt samen met lokale fysisch/morfologische omstandigheden en met de lokale water- en bodemkwaliteit. Het voorkomen van diersoorten hangt

samen met de aanwezigheid van leefgebieden, zoals broed-, paai-, foerageer- en vluchtgebieden. Het leefgebied van een soort kan nader beschreven worden aan de hand van één of meerdere ecotopen (=ruimtelijk begrensde eenheden met een karakteristieke hydrologie, morfologie en vegetatiestructuur).

Voor de ontwikkeling van een levensvatbare populatie van een soort zijn met name de oppervlaktes van de ecotopen, de onderlinge afstand en de kwaliteit van de ecotopen van belang.

In dit hoofdstuk wordt voor 4 deelsysteem van de Maas een hydrologische, morfologische, ecologisch en toxicologische beschrijving gegeven van de huidige situatie (zie tabel 1). De opper-

vlakverdeling van de verschillende ecotopen in de verschillende systemen (zie figuur 3) is ontleend aan een verkennende studie van de Grontmij (1994). Om een synthese mogelijk te maken tussen de verschillende parametergroepen per ecotoop en per deelsysteem (hoofdstuk 10) is een overzicht gemaakt van welke parametergroepen in welke ecotopen gemonitord worden (zie tabel 3). Tevens wordt kort ingegaan op de verschillende functies die de Maas op dit moment heeft. Het verloop van de afvoer, de temperatuur, het chloride- en het zuurstofgehalte in 1992 is weergegeven als achtergrondinformatie bij de interpretatie van de binnen het biologisch meetnet verzamelde gegevens.



Figuur 1

Het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Maas. Naast de ligging van de rivier is de ligging van de plassen en de stuwen weergegeven.

The Dutch part of the drainage basin of the Meuse. The location of the river, and of the lakes and weirs, is indicated.

De onderscheiden watersystemen van de Maas

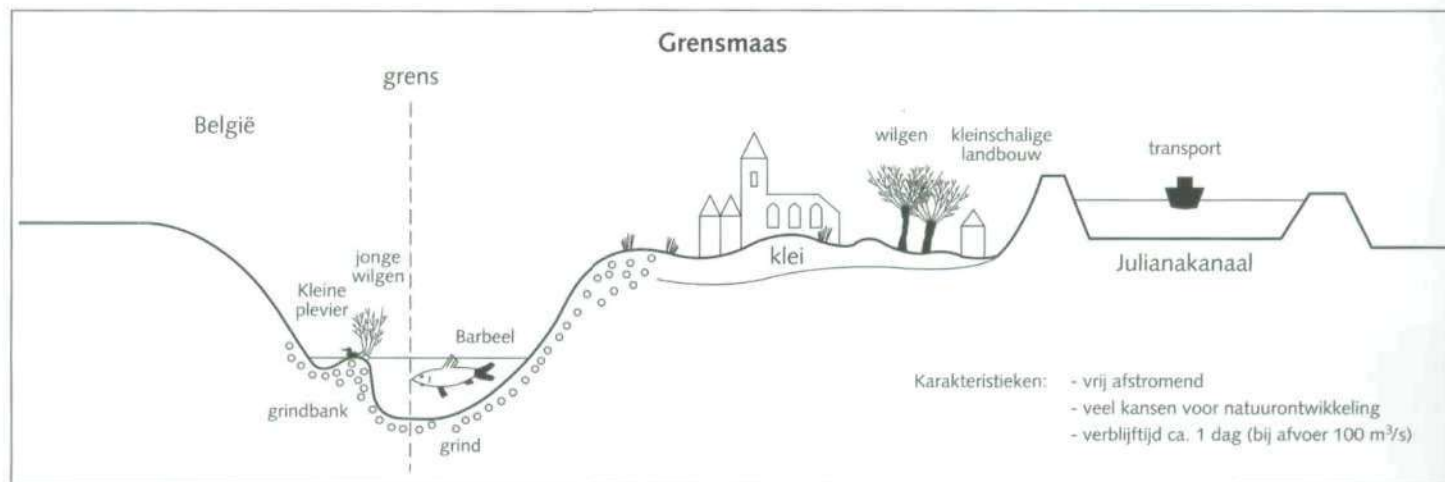
Grensmaas

De Grensmaas vormt het ondiepe, onbedijkte en ongestuwde gedeelte van de Maas dat de grens vormt tussen de provincie Limburg en Vlaanderen. Dit riviertraject heeft zich in de loop der eeuwen meters diep ingesneden mede als gevolg van grindwinning in het zomerbed. De uiterwaarden zijn opgekleid en plaatselijk rijk aan reëliëf. Op de Grensmaas is geen scheepvaart mogelijk, deze gaat via het Julianakanaal.

De waterkrachtcentrale bij het Belgische Lixhe (enkele kilometers bovenstrooms van Eijsden) zorgt voor hoogfrequente onnatuurlijke variaties in waterstanden en stroomsnelheden over de volledige lengte van de Grensmaas (zie intermezzo). Dit kan leiden tot het wegvluchten of wegspoelen van stromingminnende ongewervelde dieren en het droogvallen van in grindbeddingen afgezette eieren van vis.

Met name de smalle bedding van de Grensmaas, de steile oevers en het geringe aanbod van sediment maken het ontstaan van ecotopen, die in een grindrivier thuishoren, zoals eilanden, nevengeulen, alternerende zand- en grindbanken,

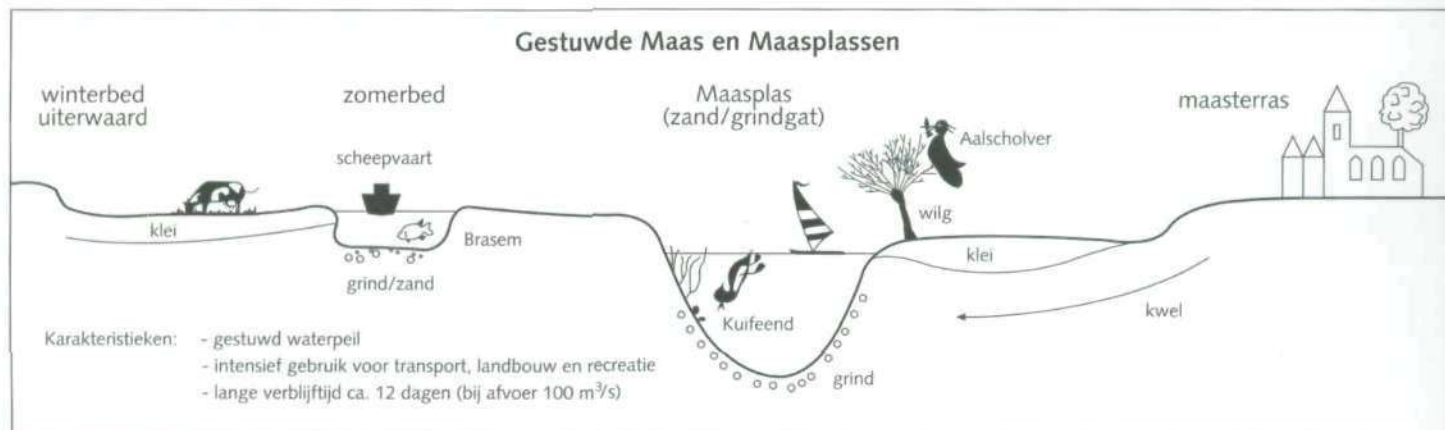
natuurlijke oevers met rietland en moerassige ruigtes en zachthout ooibos onmogelijk. De uiterwaarden langs de Grensmaas zijn in cultuur gebracht, waardoor de ontwikkeling van stroomdalgrasland en zacht- en hardhoutooibos belemmerd wordt. Karakteristieke ecotopen in de huidige situatie zijn (diepe) bedding grindrivier en cultuurgrasland en akkers (zie figuur 3). In de Grensmaas worden alleen de parametergroepen overwinterende watervogels, vissen en ongewervelden gemonitord (zie tabel 3). Door het verval bij de stuw bij Borgharen en de hoge stroomsnelheid is het zuurstofgehalte in de Grensmaas hoger dan bij Eijsden (zie figuur 7).



Tekening 1

De Grensmaas is een vrij afstromende grindrivier met een verblijftijd van ca. 1 dag (bij een afvoer van 100 m³/s). Door de afwezigheid van scheepvaart leent dit traject zich uitstekend voor natuurontwikkeling.

The Grensmaas is a freely flowing gravel-bed river with a retention time of approx. 1 day (at a discharge rate of 100m³/s). The absence of shipping renders this section eminently suited to nature development.



Tekening 2

De Gestuwde Maas heeft een vast stuwpeil en een verblijftijd van ca. 12 dagen (bij een afvoer van 100 m³/s). In het winterbed van de Gestuwde Maas liggen veel Maasplassen met een totale oppervlakte van ca. 2350 ha.

The Gestuwde Maas has a fixed water level and a residence time of approx. 12 days (at a discharge rate of 100m³/s). In the winter bed of the Gestuwde Maas, there are many lakes (Maasplassen) with a total surface area of approximately 2,350 hectares.

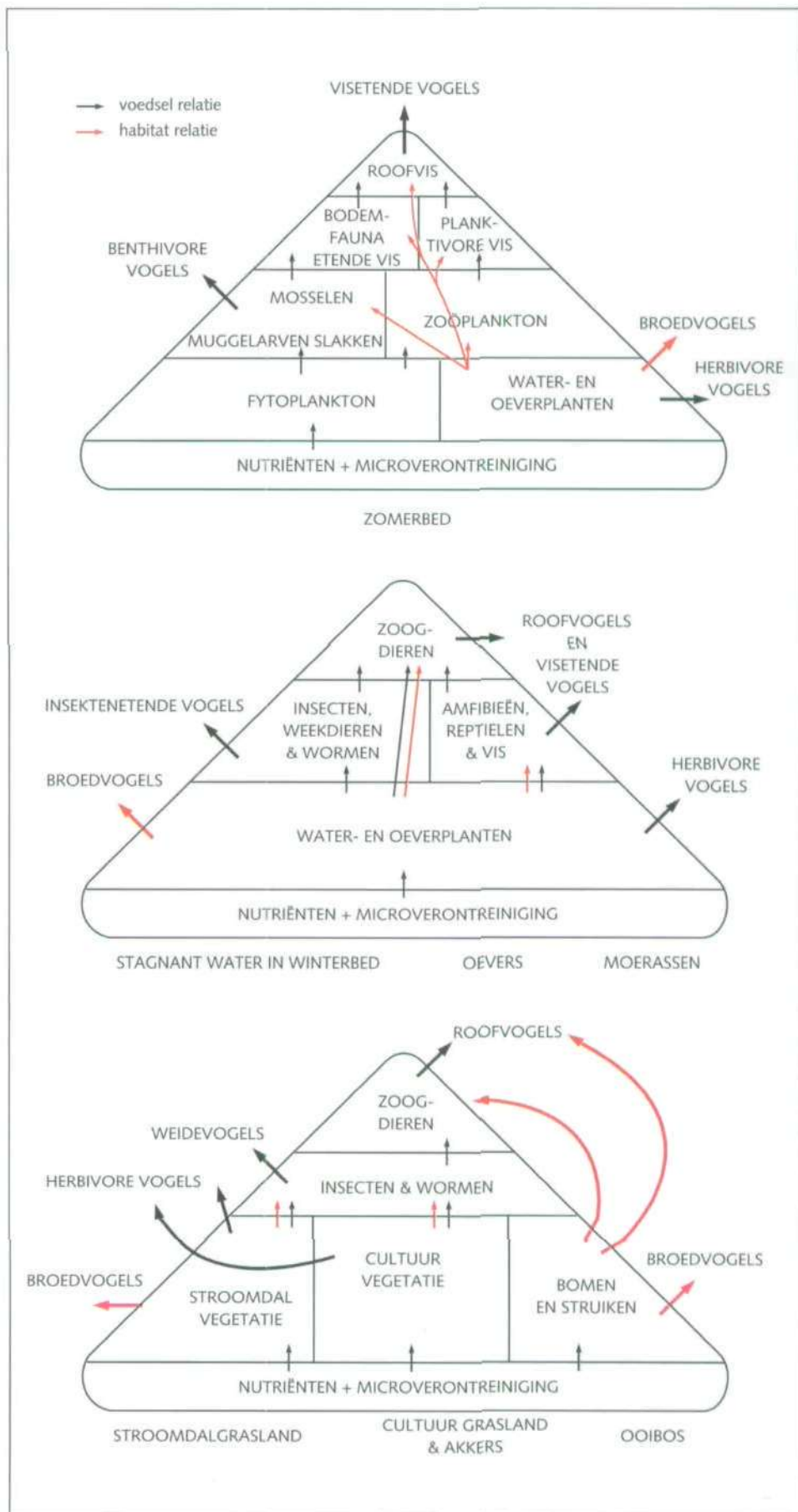
Ondanks deze verhoging is het zuurstofgehalte nog zo laag dat de aanwezigheid van veel waterorganismen wordt belemmerd. Een andere belemmering, die met name voor de ongewervelde dieren en voor paaiende salmoniden een rol speelt, is de bedekking van een groot deel van het harde grindsubstraat met een laag van slib en algen (Klink, 1993; De la Haye, 1994a). Waarschijnlijk wordt het grind in eerste instantie bedekt met bodemalgen die vervolgens het in het water aanwezige slib invangen.

Chemische stress kan worden veroorzaakt door zware metalen en PCB's die zich in zodanige concentraties in organismen ophopen dat effecten op met name toppredatoren kunnen optreden. Dit geldt met name voor visetende toppredatoren (bijv. Otter en Aalscholver), maar ook voor organismen die foerageren in uiterwaarden zoals Das en Bever.

Het gebrek aan ecotopen, variaties in stroomsnelheden, de slechte waterkwaliteit en de hoogfrequente afvoerfluctuaties resulteren in een vervuilingstolerante en indifferente macrofaunasamenstelling (Bij de Vaate, 1993; Klink & Bij de Vaate, 1994) en het nagenoeg ontbreken van waterplanten (De la Haye, 1994b). Hoewel de visstand sterk verarmd is door de eerder genoemde factoren, komen in de Grensmaas karakteristieke vissoorten voor die elders in Nederland zeldzaam of afwezig zijn, zoals Bronforel, Vlagzalm, Sneep en Beekprik (Vriessse, 1992). De uiterwaarden vormen plaatselijk goede omstandigheden voor zangvogels.

Gestuwde Maas

De Maas in Nederland is gestuwd van Eijsden tot Borgharen en van Linne (benedenstrooms van Roermond) tot Lith (zie tabel 1). Tot een afvoer



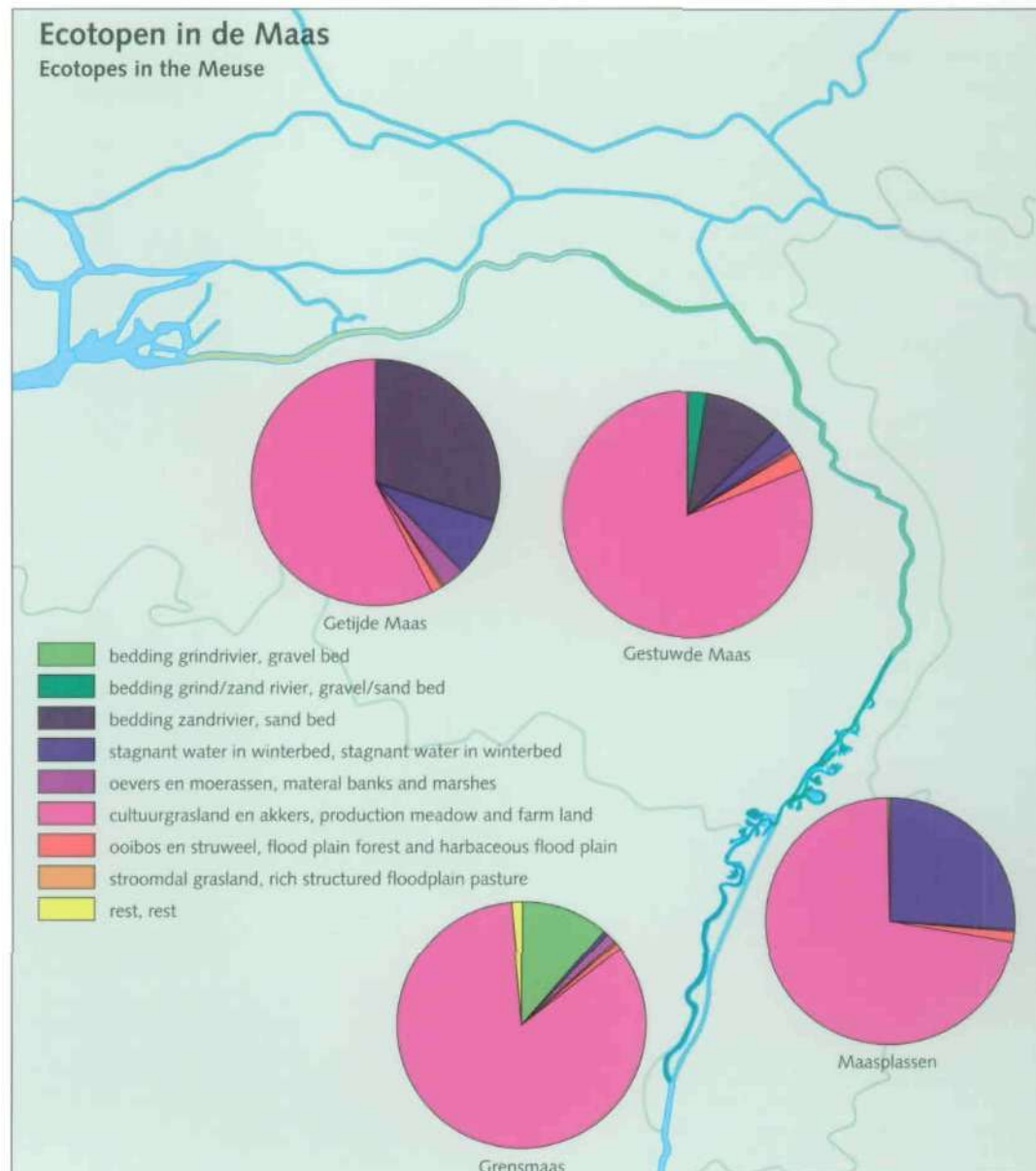
Figuur 2
 Vereenvoudigde weergave van voedsel- en habitatrelaties voor het watersysteem Maas. De morfologie en hydrologie vormen de randvoorwaarden voor het ontstaan van ecotopen. Daarnaast worden de soortensamenstelling en de dichtheid van de flora en fauna bepaald door de aanwezigheid van nutriënten en microverontreinigingen.
 Simplified representation of food and habitat relationships for the Meuse water system. The morphology and hydrology comprise prerequisites for the emergence of ecotopes. The species make-up and density of flora and fauna is also determined by the presence of nutrients and micropollutants.

van 700 m³/s zijn alle stuwen in bedrijf, boven de 1300 m³/s zijn ze allemaal gestreken en is de rivier vrij afstromend. In tegenstelling tot de Grensmaas is de Gestuwde Maas wel bevaarbaar. De scheepvaart vereist een diepe en stabiele vaargeul. Bovendien is een groot deel van de oevers verhard met stortsteen om oevererosie als gevolg van golfslag en zuigwerking door schepen tegen te gaan.

De handhaving van een diepe vaargeul en de verharde oevers maken het ontstaan van ecotopen die in een zandrivier thuishoren zoals een ondiepe bedding, aangetakte zijwateren, natuurlijke oevers, rietland en moerassige ruigtes, en zacht-

houtooibos onmogelijk. De uiterwaarden langs de Gestuwde Maas zijn in cultuur gebracht, waardoor de ontwikkeling van stroomdal grasland en zacht- en hardhoutooibos belemmerd wordt. Karakteristieke ecotopen in de huidige situatie zijn (diepe) bedding zandrivier, cultuurgrasland en akkers en stagnerend water in het winterbed (zie figuur 3). In de Gestuwde Maas van Linne tot Lith worden alle parametergroepen gemonitord met uitzondering van het fyto- en zoöplankton en de ecotoxicologie. Deze drie laatste groepen en de ongewervelde dieren worden in het traject van Eijsden tot Borgharen onderzocht (zie tabel 3).

Door het zelfreinigend vermogen van de rivier is een groot deel van de organische belasting afgebroken op het Grensmaas traject. De zuurstofhuishouding vormt dan ook geen reële belemmering voor de meeste waterorganismen. Een groot deel van het verontreinigde slib dat door de Maas wordt meegevoerd bezinkt tijdens lage afvoer bovenstrooms van de stuwen. Tijdens hoogwaters wordt dit slib echter meegevoerd en afgezet in het winterbed en de daarin liggende plassen. De aan het slib gehechte zware metalen en PCB's kunnen zich ophopen in organismen die in de uiterwaarden foerageren zoals regenwormen en dassen (Kerkhofs et al., 1993). Met



Figuur 3
Deze figuur laat de oppervlakteverdeling van de ecotopen zien van de verschillende deelgebieden van de Maas (Grontmij, 1994). Het grote aandeel van het ecotoop cultuurgrasland en akkers benadrukt de onnatuurlijkheid van de uiterwaarden van de Maas.

This map shows the relative abundance of ecotopes in the different parts of the River Meuse (Grontmij, 1994). The share of the ecotope agricultural land shows the unnaturalness of the floodplains of the River Meuse.

name cadmium kan zich in zulke concentraties ophopen dat effecten op de reproductie bij dassen niet uit te sluiten zijn.

Door een gebrek aan ecotopen die in een zandrivier van nature voorkomen is de Gestuwde Maas arm aan waterplanten (Sips et al., 1995) en aan paaigebieden voor vis (Semmekrot & Vriese, 1992). Op dit moment is de Gestuwde Maas dan ook ongeschikt voor grote aantallen herbivore en visetende watervogels. Ook aan Otter en Bever staat op dit moment te weinig leefgebied ter beschikking om een levensvatbare populatie op te bouwen. Daar de uiterwaarden grotendeels in gebruik zijn als akker of cultuurgrasland, zijn ze relatief arm aan zangvogels. Het heggen landschap bij Boxmeer vormt hierop een uitzondering. In dit kleinschalige extensief beheerde gebied komen dan ook nog verschillende dassenpopulaties voor.

Maasplassen

Vooraf in de omgeving van Roermond, maar ook op andere plaatsen in het winterbed van de Maas liggen door zand- en/of grindwinning ontstane plassen. In Limburg en Noord-Brabant liggen respectievelijk (minimaal) 33 en 11 Maasplassen met een totaal oppervlak van ongeveer 3200 hectare. Ze worden in het algemeen gekenmerkt door een grote diepte en steile oevers (zie tabel 1). Tijdens hoogwaters wordt er veel slib in de plassen afgezet. Berekeningen met het computermodel ZWENDL-DELWAQ geven een gemiddelde verhoging van de bodem van ongeveer 3 mm/m² (mon-med. R. van der Veen). Natuurlijk is de hoeveelheid die in een plas wordt afgezet sterk afhankelijk van de ligging van de plas ten opzichte van de rivier. De Bouxweerd is een voorbeeld van een plas waar een gedeelte van de plas al verland is. De hoeveelheid sediment die binnen een plas wordt afgezet kan sterk variëren. Zo wordt in het bovenstroomse deel van een plas dat dicht bij de rivier ligt meer sediment afgezet dan in het verder van de rivier gelegen benedenstroomse deel. De mate van uitwisseling van de plassen met de rivier wordt beïnvloed door het feit of ze wel of niet aangetakt zijn en de ligging in het stuwpan. Bij het huidige stuwbeheer nemen de waterstandsfluctuaties in een stuwpan toe naarmate de afstand tot de benedenstroomse



Foto 6

Grind- en zandwinning in het winterbed van de Maas, heeft geleid tot het ontstaan van een groot aantal plassen. De ondiepe delen van deze plassen vormen een belangrijke habitat voor waterplanten, ongewervelde dieren, vissen en watervogels.

Gravel and sand excavation from the winter bed of the Meuse has given rise to a great many lakes. The shallow parts of these lakes provide a crucial habitat for water plants, invertebrates, fish and aquatic birds.

stuw groter wordt. Naarmate plassen verder van een stuw liggen is de mate van uitwisseling met de rivier dus groter. Karakteristieke ecotopen in de huidige situatie zijn diep open water en cultuurgrasland en akkers (zie M2-1b). In de Maasplassen worden alleen de parametergroepen overwinterende watervogels, water- en oeverplanten gemonitord (zie tabel 3).

De waterkwaliteit van de plassen verschilt sterk. Vooral plassen die in open verbinding staan met de Maas zijn rijker aan nutriënten dan de plassen die niet in open verbinding met de rivier staan (Peeters & Gylstra, 1995). Ook de afstand van een plas tot de rivier heeft invloed op de waterkwaliteit. Peeters & Gylstra (1995) vonden voor de Middenlimburgse plassen dat wanneer deze op meer dan 1 km van de Maas liggen het water niet meer op dat van de rivier lijkt. Met name de grote diepte van een aantal plassen zorgt in de zomer voor het ontstaan van een bovenlaag met warm water en een onderlaag met koud water waartussen geen uitwisseling plaatsvindt, de zogenaamde spronglaag. Dit kan leiden tot zuurstofloze condities in de onderste waterlaag.

In de huidige situatie is er een gebrek aan ondiepe oeverdelen en steiloevers. De ecotopen riet-

land en moerassige ruigtes, hardhout- en zacht-hout ooibos en stroomdalgrasland worden in minieme hoeveelheden aangetroffen. De ruimte tussen de plassen wordt vrijwel volledig in beslag genomen door cultuur grasland en akkerbouw. Bovendien is een groot deel van de oevers ingericht als recreatieoever.

Plassen in een riviersysteem onderscheiden zich in de eerste plaats van de hoofdstroom door het ontbreken van stroming. De aquatische flora en fauna heeft zich hieraan aangepast. Bovendien draagt de variatie in voedselrijkdom tussen de verschillende plassen bij aan een grote diversiteit in planten en dieren. Hoewel de huidige inrichting van de plassen nauwelijks geschikt is voor de groei van grote hoeveelheden waterplanten (Overmars, 1992) en het voorkomen van hoge dichtheden aan ongewervelde dieren en vis, worden toch grote aantallen vogels aangetroffen die hiervan leven (Van Noorden, 1992). Met name voor overwinterende watervogels zijn de Maasplassen belangrijk. Vooralsnog is er weinig bekend over de ecologie van de Maasplassen. Zo zijn er geen gegevens over soortensamenstelling laat staan dichtheden van vis, ongewervelden en zoöplankton (De la Haye, 1995).

Foto 7

In Nederland wordt jaarlijks 250.000.000 m³ Maaswater omgezet in drinkwater.
Every year, 250,000,000 m³ of water from the Meuse is converted into potable water.

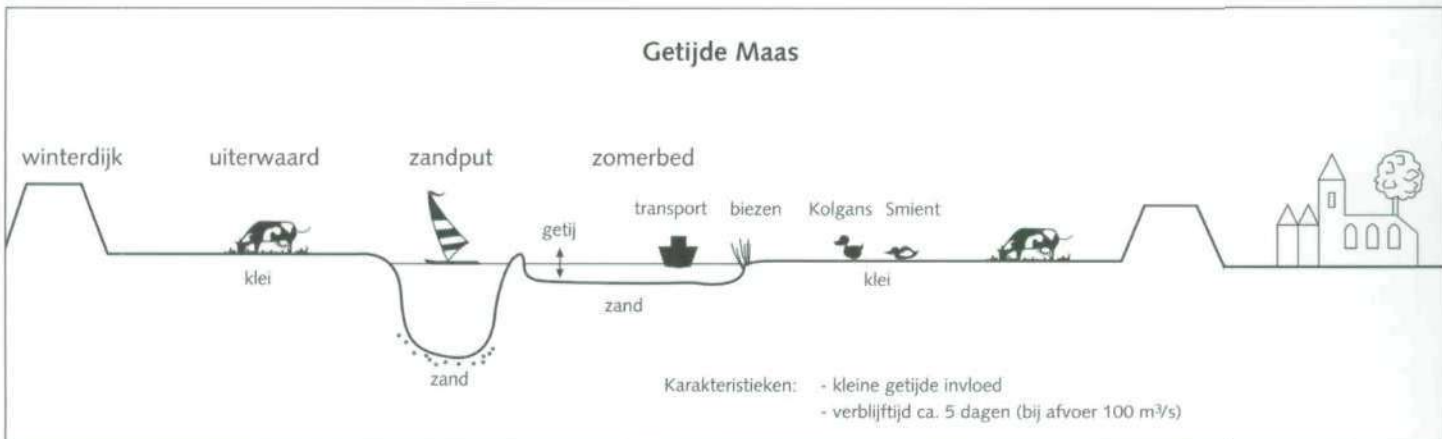
**Getijde Maas**

Benedenstrooms van de stuw bij Lith stroomt de Maas vrij af. De invloed van het getij via de Nieuwe Waterweg loopt dan ook tot aan Lith. Bij lage afvoeren varieert de getijslag in de Bergsche Maas van 35 tot 50 cm. Bij hoge afvoeren is de getijslag niet groter dan 20-25 cm. (zie tabel 1) (Grontmij, 1994). De rivierdynamiek overheerst echter de getijdynamiek. Het zoute zeewater

dringt niet door tot aan de Getijde Maas. Door de lage stroomsnelheden treedt sedimentatie van zand op in de benedenstroomse delen van de Getijde Maas. De sedimentatie van slib vindt meer benedenstrooms plaats in de Amer en het Haringvliet.

Door de beperkte invloed van het getij heeft de Getijde Maas op dit moment meer weg van een zandrivier dan van een getijde rivier. Door de be-

perkte getijslag en de voor een groot deel met stortsteen verharde oevers ontbreken op dit moment de ecotopen die karakteristiek zijn voor een getijde rivier zoals kreken, slikplaten, slikoevers, biezten en rietgorzen ontbreken dan ook in de huidige situatie. Karakteristieke ecotopen in de huidige situatie zijn (diepe) bedding zandrivier, stagnant water in het winterbed en cultuurgrasland en akkers (zie figuur 3). In de Getijde

**Tekening 3**

De Getijde Maas heeft een verblijftijd van ca. 5 dagen (bij een afvoer van 100 m³/s) en een beperkte invloed van het getij.
The Getijde Maas has a residence time of approx. 5 days (at a discharge rate of 100 m³/s) and tides exert limited influence.

Tabel 1

Morfologische, hydrologische en toxicologische karakterisering van de Grensmaas, de Gestuwde Maas, de Maasplassen en de Getijde Maas.

Parameter	Eenheid	Grensmaas	Gestuwde Maas ¹	Maasplassen	Getijde Maas
Afvoer (min-max)	m ³ /s	0-3000	0-3000	-	0-3200
Bodemverhang	cm/km	40	10-20	-	0-10
Lengte	km	50	140	-	50
Oppervlakte stagnant water in het winterbed	ha	250 ²	2350 ²	3200	600
Diepte (min-max)	m	0.1-9	4-12	2-35	4-7
Stroomsnelheid (min-max)	m/s	0-3,5	0-2	0-0,5	0-1,5
Substraat		grind	grind/zand	grind/zand	zand/slib
Kunstmatige afvoerfluctuaties (min-max)	m ³ /s	10-250	10-150	-	-
Karakteristieke ecotopen ³ (huidige situatie)		diepe bedding grindrivier cultuurgrasland en akkers	diepe bedding zandrivier cultuurgrasland en akkers stagnant water in winterbed	diep open water cultuurgrasland en akkers	diepe bedding zandrivier cultuurgrasland en akkers stagnant water in winterbed
Karakteristieke ecotopen ³ (streefbeeld)		ondiepe bedding grindrivier stagnant water in winterbed stroomdal grasland oobos cultuurgrasland en akkers	bedding zandrivier stagnant water in winterbed stroomdal grasland oobos cultuurgrasland en akkers	ondiep open water stroomdal grasland oobos cultuurgrasland en akkers	bedding getijderivier biezen en rietgorzen oobos stagnant water in winterbed cultuurgrasland en akkers
Probleemstoffen		O2 cadmium PAK PCB nutriënten	cadmium PAK PCB nutriënten	cadmium PAK PCB temperatuur (spronglaag) nutriënten	cadmium PAK PCB nutriënten

¹ Hier wordt alleen het traject Linne-Lith besproken. Het traject Eijsden-Borgharen wordt buiten beschouwing gelaten.
² Uit: Van der Veen (1992)
³ Uit: Grontmij (1994)

Maas worden alle parametergroepen gemonitord (zie tabel 3).

De waterkwaliteit in de Getijde Maas is beter dan die van het bovenstroomse deel van de Maas. Zo zijn het fosfaat- en ammoniumgehalte in Keizersveer lager dan in Eijsden (Breukel et al., 1992). Ook de zuurstofhuishouding is bij Keizersveer duidelijk beter dan bij Eijsden. Evenals de uiterwaarden langs de Gestuwde Maas zijn de uiterwaarden van de Getijde Maas verontreinigd door sedimentatie van tijdens hoogwaters meegevoerd slib.

Vooralsnog is er weinig bekend over de ecologie van de Getijde Maas. Zo is er binnen het project Ecologisch Herstel Maas bijvoorbeeld nog geen onderzoek in het riviertraject gedaan.

Funcities van de Maas

Het waterbeheer van de Maas vanaf Eijsden tot Hedel, inclusief een aantal kanalen wordt gevoerd door de Directie Limburg. Vanaf Hedel tot de Haringvlietsluizen valt het beheer onder de Directie Zuid-Holland. De directie heeft als taak om de rivier zodanig te beheren dat de aan de rivier toegekende functies en doelstellingen kunnen worden gerealiseerd.

In tabel 2 zijn de functies vermeld die er op dit moment aan de Maas zijn toegekend in het Beheersplan Rijkswateren (BPRW). Uitzonderingen gelden voor de Grensmaas en de kanalen. Aan de Grensmaas is de beroepsvaart en de beroepsvisserij niet toegekend. Aan de kanalen zijn alleen de functies beroepsvaart, recreatie, sport- en beroepsvisserij en drinkwatervoorziening toegekend. De functie zwemwater is alleen van toe-

passing op een aantal Maasplassen. Bij de stuwen Linne en Lith wordt energie opgewekt door middel van waterkracht. In België zijn alle stuwen tussen Namen en Eijsden voorzien van waterkrachtcentrales. De dichtst bij Nederland gelegen centrale bij Lixhe veroorzaakt serieuze afvoerfluctuaties op de Nederlandse Maas tot Stevensweert (zie intermezzo).

Tabel 2

De functies die het zomer- en winterbed van de Maas en de daarmee samenhangende kanalen en plassen vervullen.

Afvoer van water, ijs en sediment	Beroepsvaart
Beroepsvisserij	Drinkwatervoorziening
Infrastructuur	Koelwater
Landbouw	Landschap
Natuur	Oppervlaktedelstoffenwinning
Recreatie	Regionale watervoorziening
Waterkracht	Wonen en werken

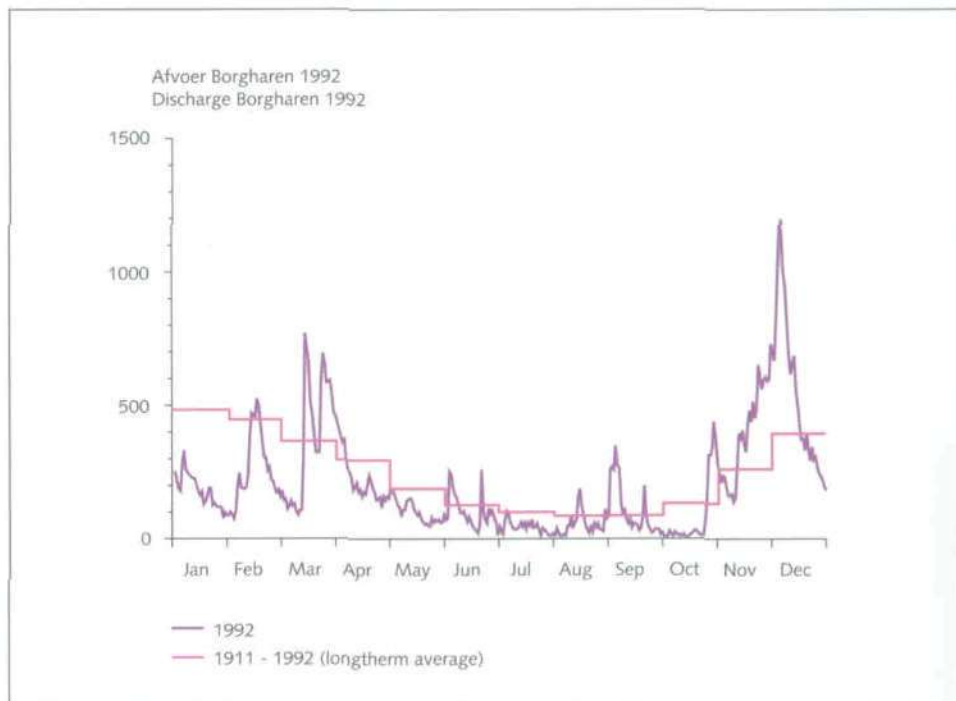
Afvoer, temperatuur, chloride en zuurstofverloop van het Maaswater in 1992

Afvoer

De Maas is een echte regenrivier. Het afvoerverloop wordt dan ook gekenmerkt door lage afvoeren in de zomer en hoge afvoeren in de winter. Door de aanleg van stuwen is de verblijftijd van het water, in vergelijking met de situatie voor de normalisatie, sterk toegenomen. Het jaar 1992 kan aangemerkt worden als een relatief droog jaar, met een natte uitschieter op de overgang van november en december (figuur 4).

Temperatuur

De temperatuur van rivierwater wordt voornamelijk bepaald door de luchttemperatuur. De aanwezigheid van stuwen en de lozing van koel- en afvalwater heeft een verhoging van de watertemperatuur tot gevolg. Aan het begin van de jaren tachtig lag de gemiddelde temperatuur van het Maaswater bij Borgharen dan ook zo'n 2,5 °C



Figuur 4

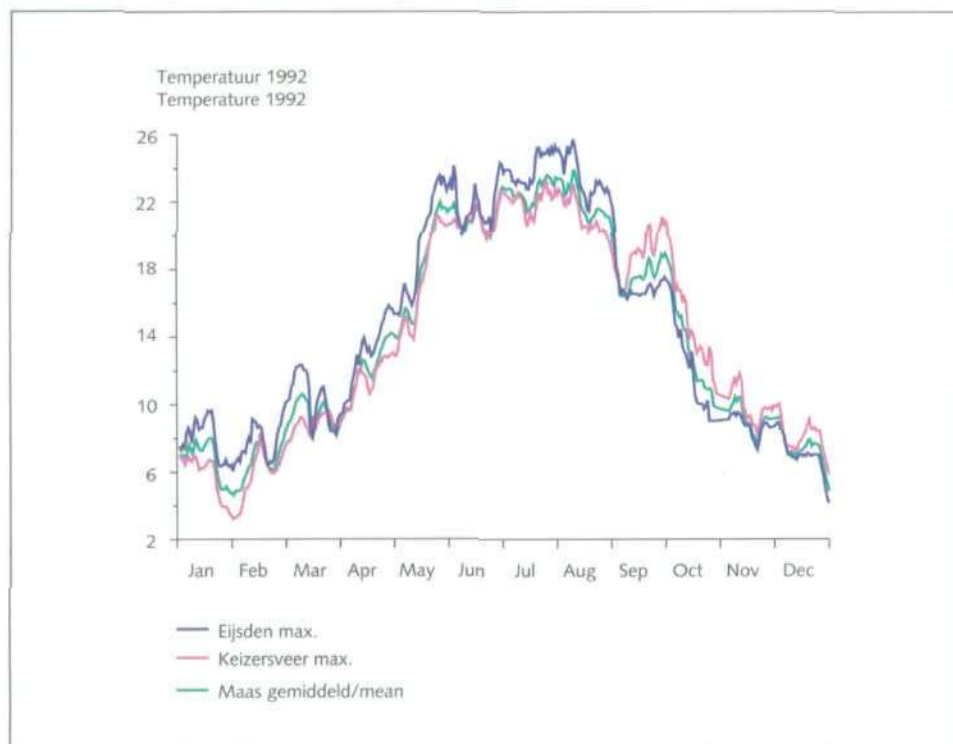
Het verloop van de afvoer van de Maas bij Borgharen in 1992. Developments in the discharge of the Meuse at Borgharen in 1992.

boven de natuurlijke waarde (Schouten & Arts-Ummels, 1981, in Breukel et al., 1992). De maxi-

male dagtemperatuur in Eijsden ligt in 1992 altijd hoger dan de maximale dagtemperatuur in Keizersveer, voornamelijk als gevolg van koelwaterlozingen in België. Dit loopt in veel gevallen op tot een verschil van 3 °C (figuur 5).

Figuur 5

Het verloop van de temperatuur van de Maas bij Borgharen in 1992. Temperature developments of the Meuse at Borgharen in 1992.

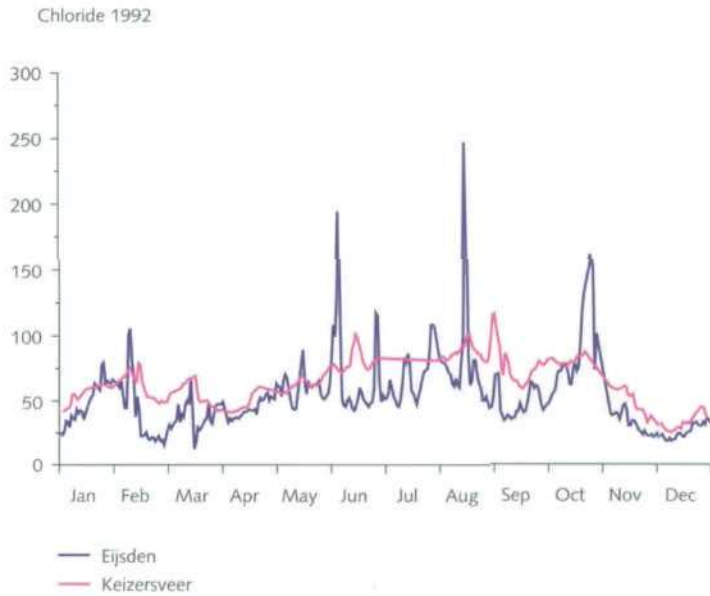


Chloride

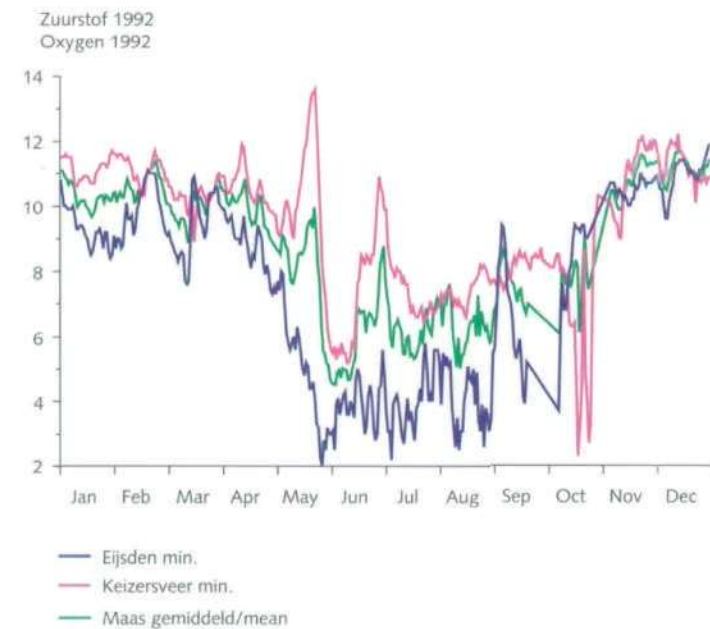
De voornaamste chloride belasting van de Maas bij Eijsden is afkomstig van de industrie langs de Sambre. Verder is in Nederland de Roer een zoutbron (Breukel et al., 1992). Hoewel de chloridevrachten de laatste decennia zijn gestegen, liggen de concentraties bij Eijsden lager dan in de Rijn, maar boven de speciaal voor de Maas ingestelde drinkwaternorm van 100 mg/l. In de loop van 1992 is de chloride concentratie vrij constant met uitzondering van 3 pieken. Deze worden veroorzaakt door een relatief groot aandeel van water uit de Sambre in de totale afvoer voor de Maas (figuur 6).

Zuurstofgehalte

Met betrekking tot de waterkwaliteit is het lage zuurstofgehalte bij Eijsden op dit moment de grootste belemmerende factor voor ecologisch herstel van de Maas (figuur 7). Door de geringe



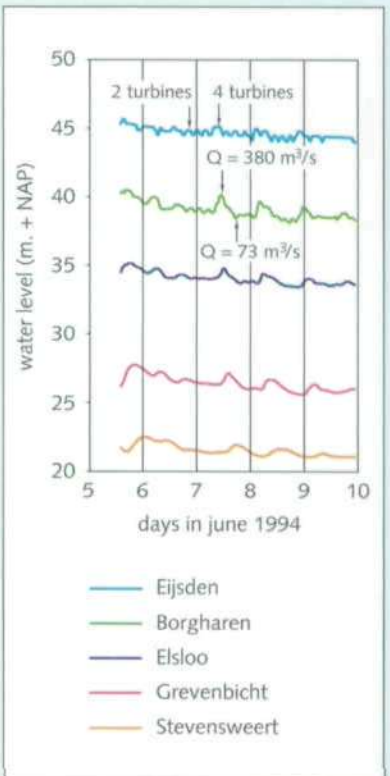
Figuur 6
Het verloop van het chloridegehalte van de Maas bij Borgharen in 1992.
Chloride content development in the Meuse at Borgharen in 1992.



Figuur 7
Het verloop van het zuurstofgehalte van de Maas bij Borgharen in 1992.
Oxygen content development in the Meuse at Borgharen in 1992.

Afvoerfluctuaties veroorzaakt door de waterkrachtcentrale bij Lixhe

Bovenop het grillige seizoensverloop van de Maasafvoer, wordt het afvoerpatroon op het traject Eijsden-Stevensweert beïnvloed door de waterkrachtcentrale bij Lixhe (België). Deze 5 kilometer bovenstrooms van Eijsden gelegen elektriciteitscentrale heeft vier turbines die ieder 80 ofwel 0 m³/s water doorlaten. Bij een afvoer van meer dan 320 m³/s levert dit benedenstrooms geen problemen op. Indien de afvoer lager is treden er benedenstrooms echter afvoerfluctuaties op als gevolg van het bovenstrooms opsparen van water. Deze fluctuaties worden groter naarmate de afvoer kleiner is. Met name bij afvoeren die kleiner zijn dan 80 m³/s ontstaan er op het benedenstroomse traject zulke grote fluctuaties in de waterstand dat grote delen van de Grensmaas gedurende een periode van een dag afwisselend droogvallen en weer onderstromen. Dit heeft negatieve gevolgen voor het paaien van vissen, (de vestiging van) waterplanten en macrofauna. Om deze fluctuaties in de afvoer zoveel mogelijk af te vlakken is bij de stuw van Borgharen sinds mei 1993 het stuwbeheer aangepast. Het positieve effect van het gewijzigd stuwbeheer is duidelijk af te lezen in figuur 6. Bij de plotselinge overschakeling van 2 naar 4 turbines is de opgewekte golf echter zo groot dat deze niet in het stuwpannd Eijsden-Borgharen geborgen kan worden.



Figuur 8
Afvoerfluctuaties in de Grensmaas ten gevolge van de waterkrachtcentrale bij Lixhe (België).
Discharge fluctuations in the Grensmaas as a result of the hydropower plant at Lixhe (Belgium).

diepte, de hoge temperatuur en de lozingen van afvalwater in België ligt het minimale zuurstofgehalte in Eijsden consequent lager dan dat in Keizersveer.

Minimale zuurstofgehalten van 3 mg/l en lager komen regelmatig voor in Eijsden. Dit vormt een onoverkomelijk probleem voor vele vis- en macrofaunasoorten.

Tabel 3
Parametergroepen die in 1992 gemonitord zijn in de ecotopen van de verschillende deelsystemen.

ecotoop	Grensmaas	Gestuwde Maas	Maasplassen	Getijde Maas
bedding grindrivier ²	overwinterende watervogels ongewervelden vissen	ongewervelden fytoplankton zoöplankton ecotoxicologie	fytoplankton ⁴	
bedding grind/zand rivier		overwinterende watervogels vissen ongewervelden		
bedding zandrivier		overwinterende watervogels ongewervelden		overwinterende watervogels vissen ongewervelden fytoplankton zoöplankton ecotoxicologie
stagnant water in winterbed	overwinterende watervogels	overwinterende watervogels broedvogels ¹ vissen waterplanten oeverplanten	overwinterende watervogels waterplanten oeverplanten	overwinterende watervogels vissen waterplanten oeverplanten
oevers en moerassen	overwinterende watervogels ongewervelden	overwinterende watervogels broedvogels ¹ waterplanten oeverplanten ongewervelden	overwinterende watervogels waterplanten oeverplanten	overwinterende watervogels waterplanten oeverplanten ongewervelden
stroomdal grasland				
oobos				
rest ³				
cultuurgrasland en akkers	overwinterende watervogels	overwinterende watervogels broedvogels ¹	overwinterende watervogels	overwinterende watervogels
totaal:	overwinterende watervogels vissen ongewervelden	overwinterende watervogels broedvogels ¹ vissen waterplanten oeverplanten ongewervelden zoöplankton fytoplankton ecotoxicologie	overwinterende watervogels waterplanten oeverplanten	overwinterende watervogels vissen waterplanten oeverplanten ongewervelden zoöplankton fytoplankton ecotoxicologie

¹ Niet opgenomen in landelijk meetnet, maar in monitoringprogramma van de provincie Limburg.
² Het ecotoop bedding grindrivier in de Gestuwde Maas heeft betrekking op het traject van Eijsden tot Borgharen.
³ Betreft de ecotopen bronmilieus, natuurlijke steiloevers, (kalk)steenoevers en kaden.
⁴ Niet opgenomen in landelijk meetnet, maar in monitoringprogramma van het Zuiveringschap Limburg.

3. Vogels

Sjoerd Dirksen¹, Leo van den Bergh², Boena van Noorden³ en Marc van Roomen⁴

¹ Bureau Waardenburg bv., ² Vogelwerkgroep Grote Rivieren en IBN-DLO, ³ Provincie Limburg, ⁴ SOVON

Vogels vormen een belangrijk onderdeel van het rivierecosysteem Maas. Enerzijds levert het ecosysteem vanuit alle trofische niveaus (water- en oeverplanten, ongewervelde dieren, vissen) voedsel aan vogels (bottom-up krachten), anderzijds oefenen vogels via consumptie van voedsel invloed uit op de structuur en het functioneren van het ecosysteem (top-down krachten). Door de verscheidenheid aan ecotopen als gevolg van de rivierinvloed, kenmerkt het rivierengebied zich door een grote rijkdom aan broedende en overwinterende vogels.

In termen van draagkracht (bottom-up) vormt de Maas een gebied van nationale en internationale betekenis. Met name ganzen en eenden overwinteren in en langs de Maas. Tijdens strenge winters trekken grote aantallen watervogels naar de grindplassen in Middenlimburg omdat deze langer ijsvrij blijven.

In termen van consumptie (top-down) vormen de vogels een dominante factor in het functioneren van het riviersysteem. Vooral de consumptie van driehoeksmosselen door diverse soorten duikenden, de consumptie van vis door aalscholvers, futen, zaagbekken en nonnetjes en vraat van waterplanten en oeverplanten door meerkoeten, Zwanen, Ganzen en Eenden hebben effecten op de andere onderdelen en gebruikers van het ecosysteem.

Inleiding

Bij de beschrijving van het voorkomen van vogels langs de Maas is een onderscheid gemaakt tussen overwinterende watervogels en broedvogels. De eerste groep gebruikt de Maas alleen als rust- en foeragegebied. De tweede groep heeft naast deze gebieden ook behoefte aan broedgeleggenheid en voedsel voor de jongen. Broedvogels stellen in zijn algemeenheid dus hogere eisen aan hun omgeving.

Overwinterende watervogels

In Nederland is de verantwoordelijkheid voor de coördinatie van watervogeltellingen kort geleden door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) overgedragen aan de Samenwerkende Organisaties Vogelonderzoek Nederland (SOVON) (Van Roomen, 1993). Voor de Zoete Rijkswateren verricht SOVON de organisatie en jaarrapportage in opdracht van Rijkswaterstaat, RIZA en het IKC-Natuurbeheer. Voor de coördinatie en uitvoering van de tellingen langs de Maas is sinds 1970 de Vogelwerkgroep Grote Ri-

vieren verantwoordelijk.

Voor deze rapportage zijn de gegevens van de januari-tellingen uit 1978 t/m 1993 bewerkt. Voor het Limburgse deel van de Maas kan voor vergelijkingen met het aantalsverloop in het gehele winterhalfjaar het overzicht van Van Noorden (1992) worden gebruikt. In deze rapportage zijn alleen de januari-tellingen gebruikt omdat voor het Brabants-Gelderse deel de maandelijkse tellingen uit de periode vanaf 1978 nog niet geautomatiseerd beschikbaar zijn. Omdat niet-broedende watervogels niet zozeer per kalenderjaar als wel per winterseizoen voorkomen (en worden geteld), is als uitgangspunt voor deze rapportage gekozen voor de winter 1992/93. Voor de analyse van trends zijn gegevens gebruikt van (januari) 1978 t/m 1993.

De telling rond het weekend van 16/17 januari 1993 vond plaats in een periode met hoge temperaturen (ca. 5 °C), zonnige omstandigheden en harde wind. Deze periode volgde op een periode met lage temperaturen tussen 25 december en 5 januari. Langs de Maas was bovendien sprake van een zeer hoge waterstand, waardoor veel uiterwaarden ondergelopen waren. Op één onvolledig geteld deel na was de dekking van de telgebieden langs de Maas compleet (Van Roomen & Van Winden, 1993).

Selectie soorten, indeling naar voedselkeus

Voor de presentatie in deze Watersysteemrapportage zijn enkele selecties en indelingen gemaakt die enige toelichting vragen. Het aantal soorten is op twee gronden beperkt: zeer zeldzame soorten worden niet behandeld en ook de meeuwen en steltlopers zijn weggelaten. Er bleven 38 soorten watervogels uit de groepen duikers, futen, aalscholvers, reigers, zwanen, ganzen, eenden en ralachtigen over (zie tabel 2). Van deze 38 zijn de 28 talrijkste soorten gebruikt voor een gedetailleerde analyse, waarbij ook opsplitsingen naar deelgebieden zijn gemaakt (zie tabel 1). Deze 28 soorten blijken in alle jaren meer dan 99% van de langs de Maas getelde individuen van alle 38 soorten te beslaan. De soorten zijn ingedeeld naar het voedseltype dat ze langs de Maas normaliter eten, waarbij drie groepen zijn

onderscheiden: viseters, benthoseters (= bodem-macrofauna-eters) en planteneters. De kleinere futen-soorten, die in kleine aantallen voorkomen, zijn hier ingedeeld bij de viseters hoewel zij ook benthos eten. De Meerkoet vormt een probleem: deze soort komt in bijzonder grote aantallen voor en eet zowel planten als Driehoeksmosselen. Omdat Meerkoeten langs de Maas vooral planten eten, is de soort daarbij ingedeeld. Het traject Eijsden - Borgharen is hierin niet inpasbaar en is te klein voor een apart deelgebied. De daar getelde vogels vallen daarom buiten de deelgebiedsanalyse.

Broedvogels

Aan broedvogels wordt in dit hoofdstuk slechts beperkt aandacht besteed. Helaas is er op dit moment nog geen goed systeem voor de monitoring van relevante soorten dat zich specifiek op het (gehele) winterbed van de Maas richt. Er wordt volstaan met het bespreken van recente verspreidingsgegevens van een aantal soorten zoals die door de Provincie Limburg zijn verzameld in het winterbed van de Gestuwde Maas tussen Thorn en Mook (Schols & Schepers, 1991, Van der Coelen & Van Seggelen, 1993 en Van Noorden, 1993 en 1994).

Resultaten en discussie

Overwinterende watervogels

Aantallen in januari 1993

De aantallen van de 28 geselecteerde soorten in januari 1993 zijn weergegeven in tabel 1. Het totaal aantal (74.344 voor de 28 geselecteerde soorten) was twee maal zo hoog als in de drie voorgaande winters. Deze toename was het gevolg van hogere aantallen van zowel benthoseters (tafel- en kuifeenden) als planteneters (Riet-, Kol- en Grauwe ganzen, smienten, Wilde eenden en Meerkoeten). Het aantal viseters was vergelijkbaar met het voorgaande jaar, en lager dan in 1991. De talrijkste soorten waren Meerkoet, Tafeleend, Wilde eend, Kolgans, Smient en Kuifeend. Meerkoeten kwamen vooral langs de Getijde Maas voor (71%), tafeleenden vooral in Middenlimburg (49%).

In figuur 1 is de aantalsverdeling over de deelgebieden van de 20 talrijkste soorten watervogels weergegeven. De Getijde Maas herbergde veruit het grootste deel van deze vogels (59%), gevolgd door Middenlimburg (28%). Langs de Gestuwde Maas (10%) en de Grensmaas (0,4%) waren de aantallen lager. Plantenetters verbleven relatief veel langs de Getijde Maas (63%), benthoseters en viseters werden in Middenlimburg veel aangetroffen (42% en 33%).

Aantallen en trends van 1978 t/m 1993

In tabel 2 zijn voor alle watervogelsoorten het gemiddelde, minimum en maximum van de tellin-

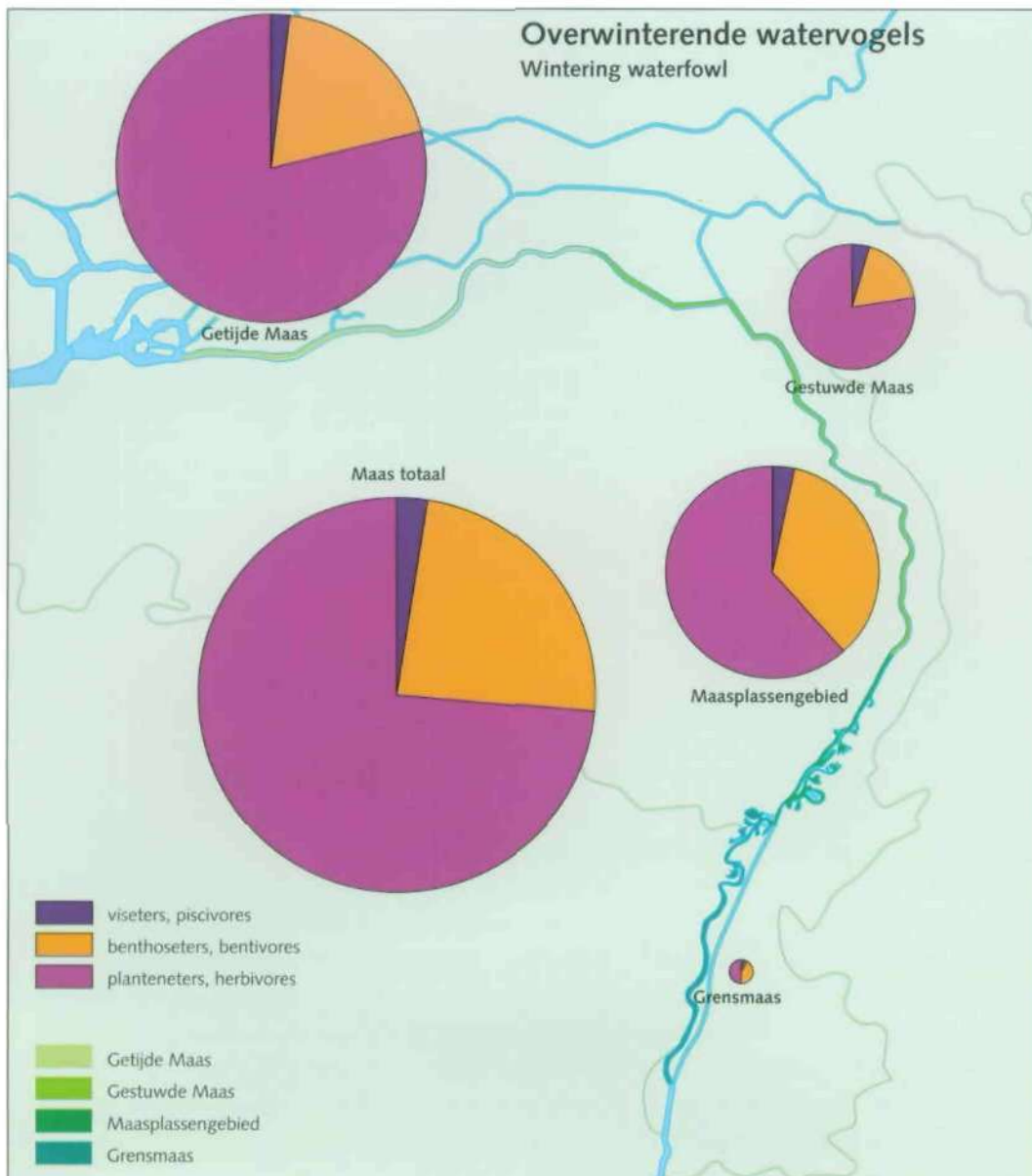
gen in januari 1978-1993 weergegeven. Uit deze tabel wordt duidelijk welke soorten talrijk langs de Maas voorkomen. Voor deze soorten wordt nader ingegaan op trends in aantallen in vergelijking met de ontwikkeling op populatie-niveau en de aantallen tijdens midwintertellingen in Nederland, de verdeling over deelgebieden, de invloed van weer en waterstand en trends in relatie tot ontwikkelingen in het voorkomen van voedseltypen.

Gegevens over trends in de Noordwest-Europese populaties en de aantallen in Nederland tijdens midwintertellingen zijn ontleend aan Monval &

Pirot (1989), Meininger et al. (in prep.), Buesink et al. (1992) en Beintema et al. (1993).

Viseters

De Europese populatie van de Fuut vertoont een stijgende trend, maar in Nederland lijken de winteraantallen stabiel. Langs de Maas is er een geleidelijke toename vanaf 1978, met een sterke terugval in 1988 (figuur 2). Bij streng winterweer worden in januari in Nederland lagere aantallen vastgesteld, maar in drie van de vier deelgebieden van de Maas zijn de aantallen dan hoger. Alleen de Getijde Maas wijkt hierin af. De aantallen van de Aalscholver langs de Maas volgen de



Figuur 1

De Maas en de grenzen van de 4 gehanteerde deelgebieden in dit hoofdstuk. Voor het hele gebied en per deelgebied is het totaal aantal van de 28 talrijkste watervogelsoorten in januari 1993 (grootte van cirkel) en de verdeling naar voedseltype aangegeven.

The Meuse and the borders of the 4 constituent systems used in this chapter. The total number of the 28 most prevalent species of aquatic birds in January 1993 (size of the circle) and classification according to food type are indicated for the entire area and for each sub-area.

trend van toename van de Noordwest-Europese populatie, die samengaat met een toenemend aantal overwinteraars in de nabijheid van de broedgebieden (figuur 2). Voor het Nonnetje en de Grote zaagbek geldt dat de aantallen langs de Maas geheel bepaald worden door het winterweer: bij streng winterweer komen in alle deelgebieden hogere aantallen voor. De pieken van deze twee soorten vallen in precies dezelfde winters (figuur 2).

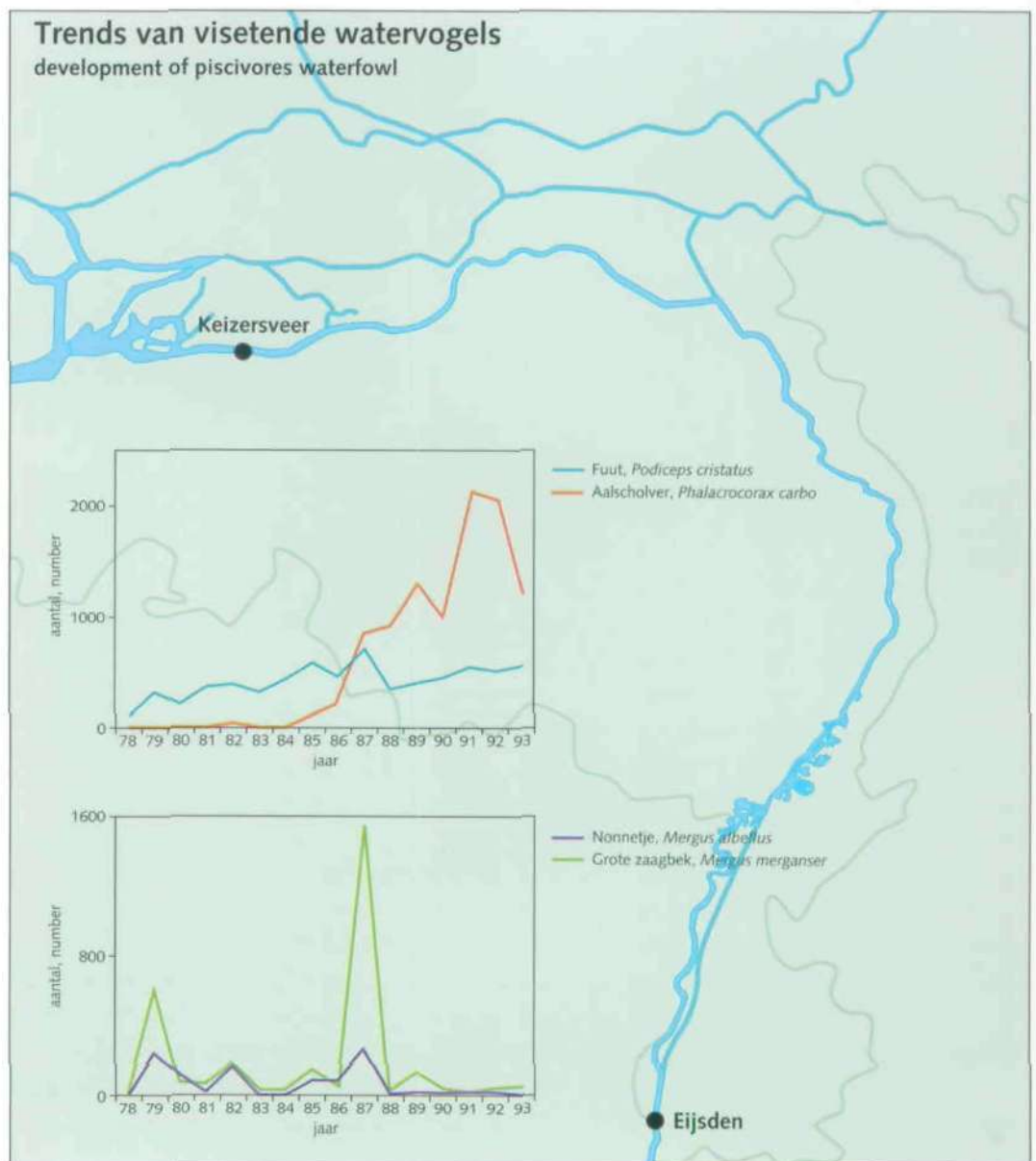
Voor de groep van viseters als geheel geldt dat de aantalsveranderingen langs de Maas (figuur 5) toe te schrijven zijn aan de combinatie van de

populatiegroei van vooral de Aalscholver en aan effecten van streng winterweer (1979 en 1987). De verdeling over de deelgebieden laat zien dat er altijd relatief veel viseters in Middenlimburg worden vastgesteld, gevolgd door de Getijde Maas. In Middenlimburg worden de meeste foeragerende Aalscholvers op de grind- en zandplassen aangetroffen (Marteijn & Noordhuis, 1991; Dirksen & Boudewijn, 1994). Deze gegevens suggereren dat de smallere, sneller stromende delen van de rivier een minder goed biotoop voor viseters vormen dan plassen in de uiterwaarden en de bredere, langzamer stromende, benedenloop. De veel hogere dichtheid van

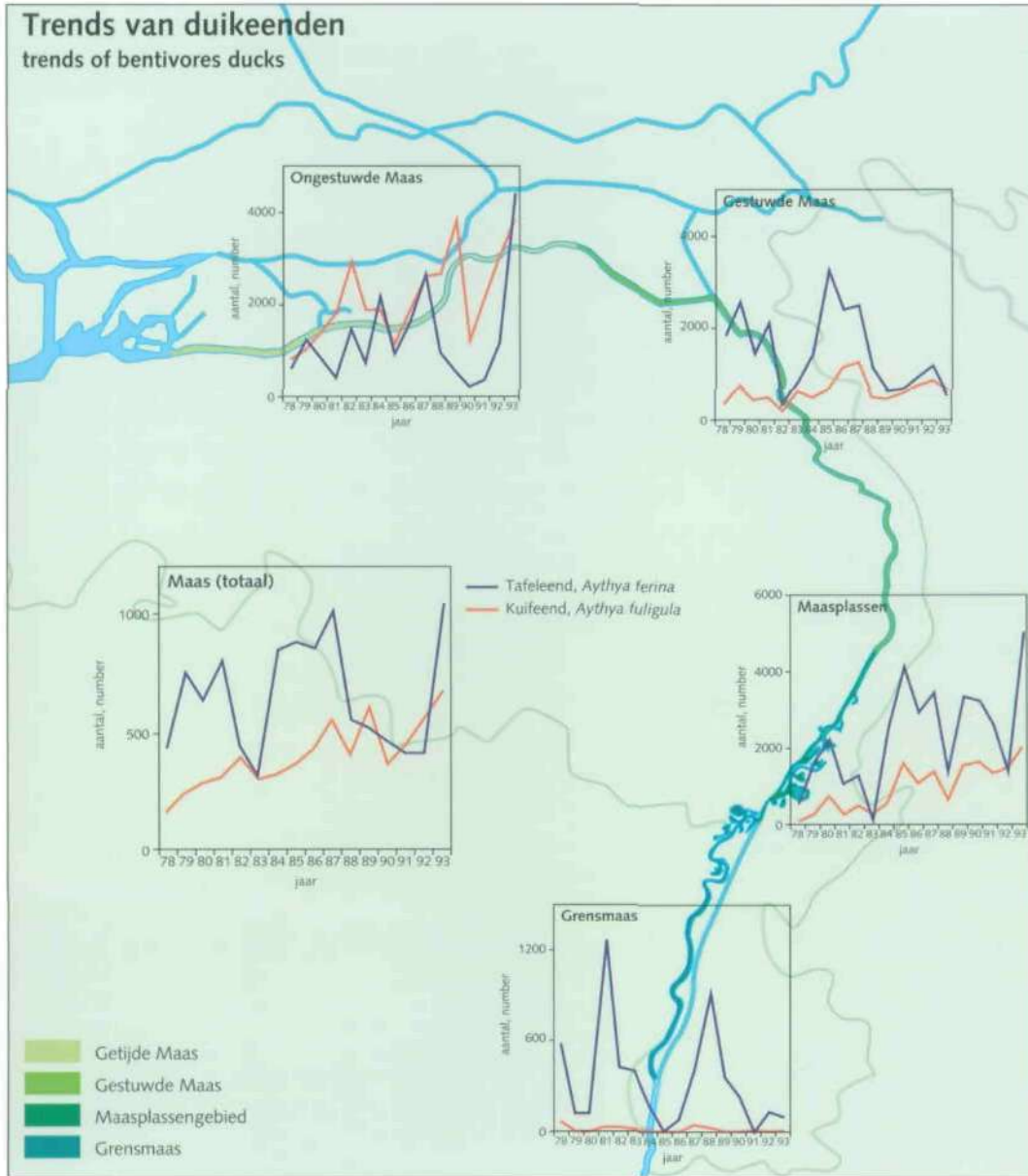
kleine vissen in de zijwateren in vergelijking met de rivier zelf verklaart de voorkeur van visetende watervogels voor deelgebieden met veel plassen en zijarmen (zie hoofdstuk 6).

Benthoseters

Er zijn aanwijzingen dat de omvang van de Noordwest-Europese populatie van de Tafelend afneemt. Na een langzame toename tot 1987 namen de aantallen langs de Maas ook af, maar in 1993 waren de aantallen plotseling weer terug op het niveau van 1987 (figuur 3). Mogelijk spelen effecten van streng winterweer mee: de totale aantallen in Nederland blijven dan ge-



Figuur 2
Aantallen visetende watervogels langs de Maas tijdens de midwintertelling van 1978 t/m 1993.
Number of fish-eating aquatic birds along the Meuse during the mid-winter count in 1978 - 1993.



Figuur 3

Aantallen tafel- en kuifeenden langs de Maas en in de vier deelgebieden tijdens de midwintertelling van 1978 t/m 1993. Number of European pochards and tufted ducks along the Meuse in the four constituent areas during the mid-winter count in 1978 - 1993.

lijk, maar er vindt wel een verschuiving plaats vanuit het IJsselmeer naar het zuiden. Hoewel dit in de aantallen van de gehele Maas niet duidelijk te zien is, is er in strenge winters in enkele deelgebieden wel sprake van een toename. De korte koudeperiode in begin januari zou dan ook de verklaring kunnen zijn voor de piek in 1993. De trends in deelgebieden verschillen: in Middenlimburg is een duidelijke toename, in de Gestuwde Maas is een afnemende trend zichtbaar. In Middenlimburg zal de areaaluitbreiding in het plassengebied ongetwijfeld een rol hebben gespeeld. Hoewel de feitelijke vergroting van het oppervlak aan plassen met name in de jaren ze-

stig en zeventig plaatsvond (fig. 3.6 in Van Noordden, 1992), zou door het vertragende effect van latere oeverinrichting en kolonisatie daarvan door bodemfauna de feitelijke uitbreiding van geschikt foerageerbiotoop langer hebben kunnen duren. Overigens foerageren de duikeenden (afhankelijk van de omstandigheden) 's nachts ook op de rivier zelf (Dirksen & Boudewijn, 1992 en 1994). Van de tweede talrijke duikeend, de Kuifeend is de populatieomvang zowel als de aantalsontwikkeling in Nederland stabiel. Langs de Maas is er echter een geleidelijke toename gedurende vrijwel de gehele periode (figuur 3). Deze doet zich vooral voor in Middenlimburg en

langs de Getijde Maas. Voor Middenlimburg geldt het argument van areaaluitbreiding als verklaring voor de toename ook voor de Kuifeend, maar dit verklaart niet de toename langs de Getijde Maas. Er zijn geen duidelijke effecten van streng winterweer.

Andere benthosetters komen alleen in lage aantallen voor. Slechts van de Brilduiker worden in perioden met streng winterweer hogere aantallen vastgesteld terwijl ook soorten als Topper-eend en Grote zeeëend juist dan in wat hogere aantallen worden vastgesteld. De Eidereend vormt hierop een uitzondering: na een periode in het midden van de tachtiger jaren waarin jaar-

lijks rond 10 ex. werden gezien, werden in de laatste jaren nooit meer dan 2 ex. vastgesteld.

Het aantal benthoseters (lees: Tafel- en Kuifeend) langs de hele Maas vertoont een lichte toename. In Middenlimburg is er een duidelijke toename, de aantallen langs de Gestuwde Maas lijken af te nemen en voor de Getijde Maas is de trend stabiel tot licht toenemend (figuur 5). Middenlimburg herbergt in aantallen de meeste benthoseters, gevolgd door de Getijde Maas. Dat er juist in Middenlimburg sprake is van een toename lijkt verklaarbaar vanuit de toename van geschikt biotoop (in de vorm van beschikbare oeverlengte met hard substraat) langs de nieuw ontstane plassen.

Een groot deel van het voedsel van Tafel- en Kuifeend in de Middenlimburgse Maas bestaat uit Driehoeksmosselen (Dirksen & Boudewijn, 1994). Dit sluit aan bij de voorkeur van deze soorten in grote delen van hun wintergebied (De Leeuw & Noordhuis, 1991). Hoewel ook andere potentiële prooi-soorten in de Maas voorkomen, zijn mollusken en met name Driehoeksmosselen, in veruit de hoogste biomassa-dichtheden aangetroffen (Hoofdstuk 6, tabel 7). Uit de daar gepresenteerde gegevens van de dichtheden van Driehoeksmosselen in de stenen oeverzone is de voorkeur van Tafel- en Kuifeend voor de deelgebieden Middenlimburg en Getijde Maas te verklaren. De monsterpunten in de Ongestuwde Maas hebben gemiddeld de hoogste dichtheid (192 g AVD/m²), gevolgd door Middenlimburg (129 g AVD/m²). De dichtheden in de Gestuwde Maas zijn veel lager (43 g asvrij drooggewicht per m²), en in de Grensmaas ontbreekt de Driehoeksmossel vrijwel geheel. Uiteraard zijn dichtheden zonder oppervlakte- en dieptegegevens niet direct indicatief voor verschillen in totaal aanbod. Echter, de oppervlakten van het habitat stenen oeverzone' in de drie eerstgenoemde deelgebieden liggen waarschijnlijk in dezelfde orde van grootte: de Gestuwde Maas en de Ongestuwde Maas zijn van vergelijkbare lengte, terwijl de kortere traject-lengte van Middenlimburg voor een aanzienlijk deel wordt gecompenseerd door de aanzienlijke oeverlengte in de Maasplassen.

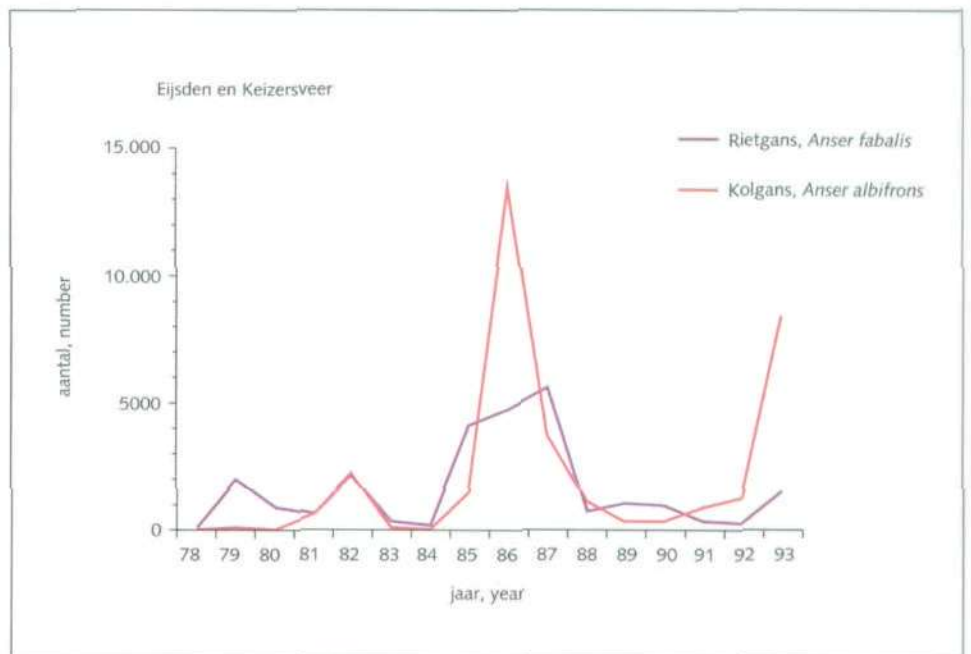
Door het ontbreken van gegevens is het moeilijk de trend in de aantallen benthoseters in de periode 1978-93 te relateren aan ontwikkelingen in het voorkomen van voedselorganismen. Op grond van wat er bekend is van enerzijds de verspreiding van Driehoeksmosselen in Nederland sinds deze soort in de tweede helft van de vorige eeuw onze wateren koloniseerde en anderzijds de verontreinigingsgeschiedenis van de Maas, mag aangenomen worden dat de soort in deze periode steeds, en in vergelijkbare dichtheden, in de Maas aanwezig is geweest (pers. med. A. Bij de Vaate). Dit is in overeenstemming met de eerder geformuleerde veronderstelling dat de toename van benthoseters langs de Maas, die vooral in Middenlimburg optrad, vooral veroorzaakt is door toename van geschikt foerageerbiotoop.

Planteneters

De Knobbelzwaan en de Kleine Zwaan behoren in Nederland beide tot populaties die in de jaren tachtig gegroeid zijn. Dit geldt ook voor de aantallen langs de Maas. Met name voor de Kleine Zwaan heeft de Maas zich inmiddels tot een belangrijk overwinteringsgebied ontwikkeld. Van de drie langs de Maas talrijke ganzensoorten, Rietgans, Kolgans en Grauwe gans, groeien de in

Nederland overwinterende populaties van Kol- en Grauwe gans. Van de Rietgans overwinteren in Nederland twee duidelijk onderscheiden ondersoorten, waarvan er één in aantallen stabiel is (Toendrarietgans) en één in aantallen afneemt (Taigarietgans). Riet- en Kolgans worden langs de Maas vooral in strenge winters in grotere aantallen vastgesteld (figuur 4: 1979, 1982, 1985 t/m 1987). In strenge winters wordt de toename van de eerste soort vooral veroorzaakt door de ondersoort Taigarietgans, terwijl de overwinterende populatie normaliter vooral uit Toendrarietgans bestaat. Los van het winterweer is er echter in Middenlimburg en langs de Gestuwde Maas in de laatste jaren ook een overwinterende groep Kolgans aanwezig. Voor de Grauwe gans is de relatie met streng winterweer langs de Gestuwde en Getijde Maas minder uitgesproken, en voltrekt de toename van de aantallen overwinteraars met name in Middenlimburg zich al vanaf het begin van de tachtiger jaren. Het is een opvallend gegeven dat met name Middenlimburg zich recent ontwikkelt tot een vast overwinteringsgebied voor ganzen.

De aantallen overwinterende Smienten in Nederland lijken recentelijk toe te nemen. Langs de Maas is eveneens een geleidelijke toename zicht-



Figuur 4

Aantallen riet- en kolgans langs de Maas tijdens de midwintertelling van 1978 t/m 1993.

Number of bean geese and white-fronted geese along the Meuse during the mid-winter count in 1978 - 1993.



Foto 8

De Smient komt in grote getale voor langs de Getijde Maas. Het is een herbivore wintergast die profiteert van open water en natte graslanden.

Widgeons abound along the Getijde Maas. This herbivorous winter visitor takes advantage of the open water and wet grasslands.

Tabel 1

Resultaten van de watervogeltelling langs de Maas in januari 1993. Voor 20 algemene soorten is ook een opsplitsing over deelgebieden weergegeven. Vet gedrukte waarden zijn overschrijdingen van de 1%-norm (Meininger et al. in prep.).

soort	Maas	Grensmaas	Midden Limburg	Gest. Maas	Ongest. Maas
Dodaars	21				
Fuut	594	0	294	46	200
Aalscholver	1253	7	368	226	600
Blauwe reiger	200	14	27	40	56
Knobbelzwaan	566	1	109	129	320
Kleine zwaan	548	0	154	176	218
Wilde zwaan	49				
Rietgans	1482	0	402	239	838
Kolgans	8404	0	412	1573	6419
Grauwe gans	785	0	646	47	92
Brandgans	33				
Nijlgans	82				
Bergeend	34				
Smient	8046	0	3004	124	4918
Krakeend	192	0	39	16	137
Wintertaling	736	0	472	55	209
Wilde Eend	9835	26	3480	1505	4545
Pijlstaart	55	0	18	2	35
Slobeend	19				
Tafeleend	10609	100	5151	598	4462
Kuifeend	6879	13	2131	704	3918
Toppereend	2				
Eidereend	2				
Bruilduiker	91	0	39	4	48
Nonnetje	10	0	6	2	2
Grote zaagbek	54	0	16	12	26
Waterhoen	640	0	17	87	448
Meerkoet	23123	107	4047	1660	16353
totaal	74344	268	20832	7245	43844

¹ Naast de vermelde soorten werd alleen nog de Canadese gans (8 ex.) gezien.

baar, gevolgd door een forse sprong in 1993. In Middenlimburg is al vele jaren sprake van een gestage groei, maar ook langs de Gestuwde en Getijde Maas is meer recentelijk sprake van hogere aantallen. Vrijwel hetzelfde beeld geldt voor de Krakeend, alleen moet daarbij wel worden vermeld dat de populatie van deze soort duidelijk toeneemt. Ook zijn de absolute aantallen van de twee soorten van een andere orde grootte (tabel 2). Wintertalingen waren in het begin van de jaren tachtig langs de Maas aanzienlijk talrijker dan tegenwoordig, al lijken de aantallen zich recentelijk min of meer gestabiliseerd te hebben. De Wilde eend is de talrijkste eendensoort langs de Maas, maar hoelang nog is onduidelijk: de soort neemt zowel langs de Gestuwde Maas als in Middenlimburg al jaren achtereenvolgende gestaag af. Alleen langs de Getijde Maas is daarvan geen sprake.

Langs de Maas als geheel is het aantal Meerkoeten min of meer stabiel. Tussen de deelgebieden zijn echter wel verschillen. In Middenlimburg nemen de aantallen toe, terwijl langs de Gestuwde Maas de aantallen lijken af te nemen.

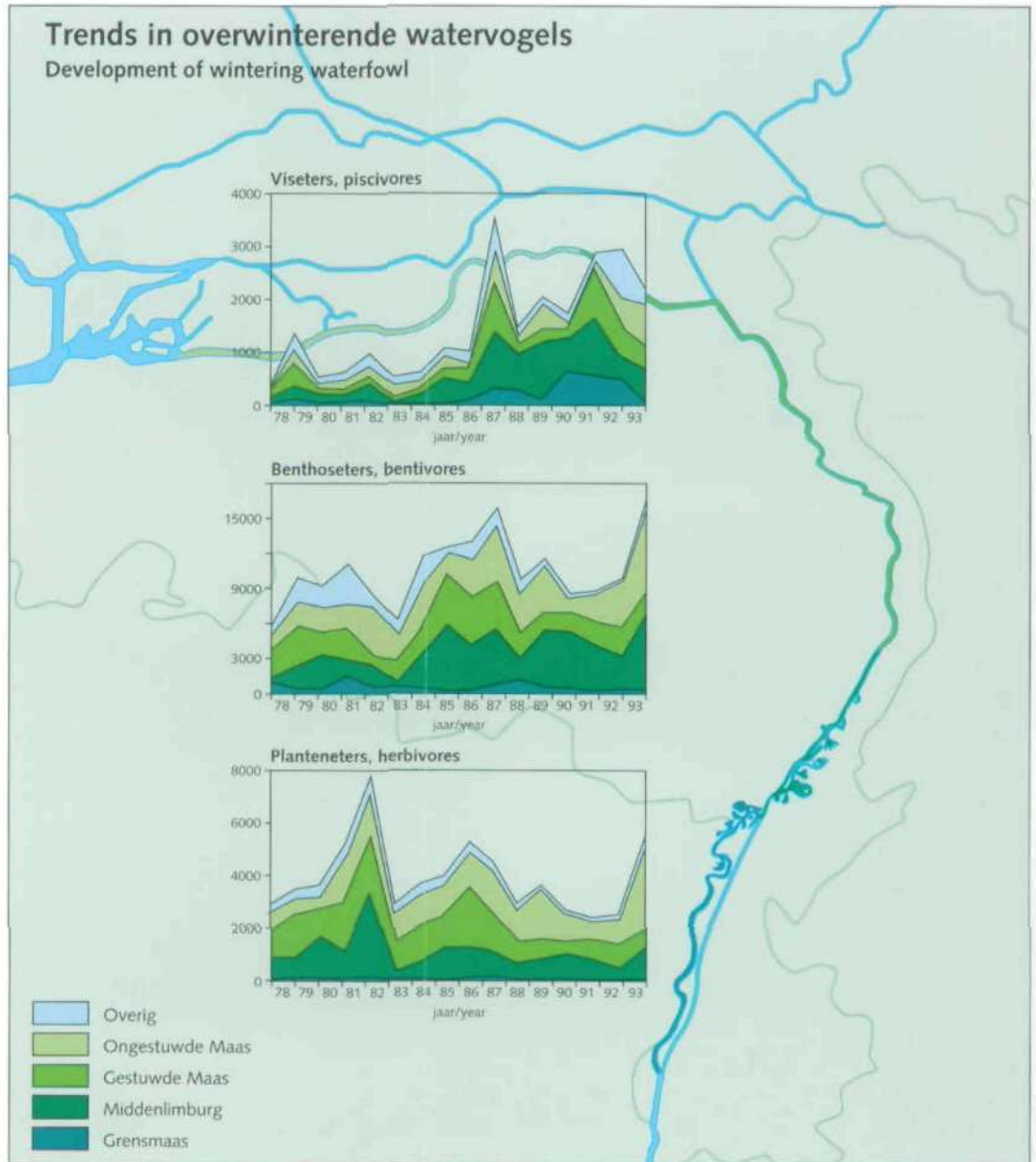
Plantenetters waren in 1978-93 met gemiddeld 75% van alle watervogels de talrijkste groep langs de Maas. De totale aantallen fluctueerden tussen 24.000 en 78.000 vogels. De belangrijkste fluctuaties kunnen worden verklaard uit de invloed van streng winterweer en mogelijk ook de effecten van hoge waterstanden in het Rijngebied. Buiten de jaren met strenge winters zijn de aantallen meestal niet hoger dan 40.000 (figuur 5). De Getijde Maas herbergt hiervan het grootste deel, dat bovendien langzaam toe lijkt te nemen. Dit is vooral het gevolg van lagere aantallen langs de Gestuwde Maas door de afname van de Wilde eend en de Meerkoet in dit deelgebied. De oorzaak hiervan is onbekend.

De hier besproken plantenetende soorten foerageren, zeker in januari wanneer de tellingen verricht zijn, voornamelijk op landplanten in de uiterwaarden. Een vergelijking met de in hoofdstuk 5 gepresenteerde gegevens over water- en oeverplanten is daarom op dit schaalniveau niet zinvol.

Figuur 5

Totale aantallen overwinterende watervogels langs de Maas en verdeling over de deelgebieden van a) viseters, b) benthoseters en c) planteneters tijdens de midwinterertelling van 1978 t/m 1993. De categorie 'overig' omvat de schaarse soorten en de vogels uit het traject Eijsden-Borgharen.

Total numbers wintering waterfowl along the Meuse and distribution over constituent areas of a) piscivores b) benthivores and c) herbivores bird during the mid-winter count in 1978 - 1993. The category 'other' comprises uncommon species and the birds in the Eijsden-Borgharen section.



Broedvogels

Van de vier in de (voorlopige) Maas-AMOEBE Projectteam Watersysteemverkenningen, 1994) genoemde broedvogelsoorten broeden Aalscholver, Kwak en Kwartelkoning op dit moment niet in het geïnventariseerde gebied.

De Fuut is een talrijke broedvogelsoort in het gebied: 195 territoria die vooral in plassen maar ook wel langs de rivier zelf gevonden werden. De nesten worden meestal tegen de oever, in overhangende takken, gebouwd. De Fuut is vrijwel geheel afwezig tussen Belfeld en Arcen, waar plassen ontbreken en de rivieroever kennelijk

geen broedgelegenheid in de vorm van overhangende bomen biedt. De Waterral, een soort van open moerasvegetaties, is op slechts één plaats vastgesteld. Dit habitatype is schaars: vaak is er sprake van boomopslag in plas/drassituaties langs de rivier en plassen.

De soorten van open, grazige vegetaties hebben het in het geïnventariseerde gebied langs de Maas moeilijk. Veelal is het gebied te besloten, en ook ontbreken natte weilandgebieden. De Tureluur, een kritische weidevogelsoort, is kenmerkend voor extensief beheerde, vaak natte, graslanden. Slechts drie territoria werden van

deze soort vastgesteld. De al genoemde afwezigheid van de Kwartelkoning wijst in dezelfde richting. Steenuilen broeden in houtwallen, knotbomen, oude fruitbomen en schuren. Het voedsel (kleine zoogdieren, vogels, insecten, wormen) wordt met name in de ruigere delen van de uiterwaarden bemachtigd. Tussen Thorn en Mook zijn 48 territoria vastgesteld, min of meer regelmatig over de uiterwaarden verspreid. Tussen Geysteren en Gennep is de soort opvallend genoeg geheel afwezig, waarschijnlijk doordat juist hier veel van de karakteristieke Maasheggen uit het landschap zijn verdwenen.

Het vergelijken van de verspreiding van Bosrietzanger en Rietgors (resp. 594 en 164 territoria, figuur 7) levert een interessant beeld op. De Rietgors komt in het noorden en zuiden talrijker voor dan tussen Venlo en Geysteren, terwijl de Bosrietzanger juist tussen Belfeld en Geysteren in de grootste aantallen is vastgesteld.

De Rietgors is bij uitstek een soort van riet- en zeggevelden en natte ruigtevegetaties, die in het water moeten staan. Bosrietzangers zijn minder aan water gebonden en komen meer voor in gemengde ruigtevegetaties, die bovendien kleiner van oppervlak kunnen zijn (slootkanten, greppels, overhoekjes).

Het rivierlandschap tussen Venlo en Geysteren, waar de rivier met harde, stenen grenzen ingeklemd is tussen smalle, gecultiveerde uiterwaarden, is duidelijk minder geschikt voor de Rietgors dan de andere delen waar in de uiterwaarden ook ruimte is voor plassen en moerasachtige overgangssituaties.

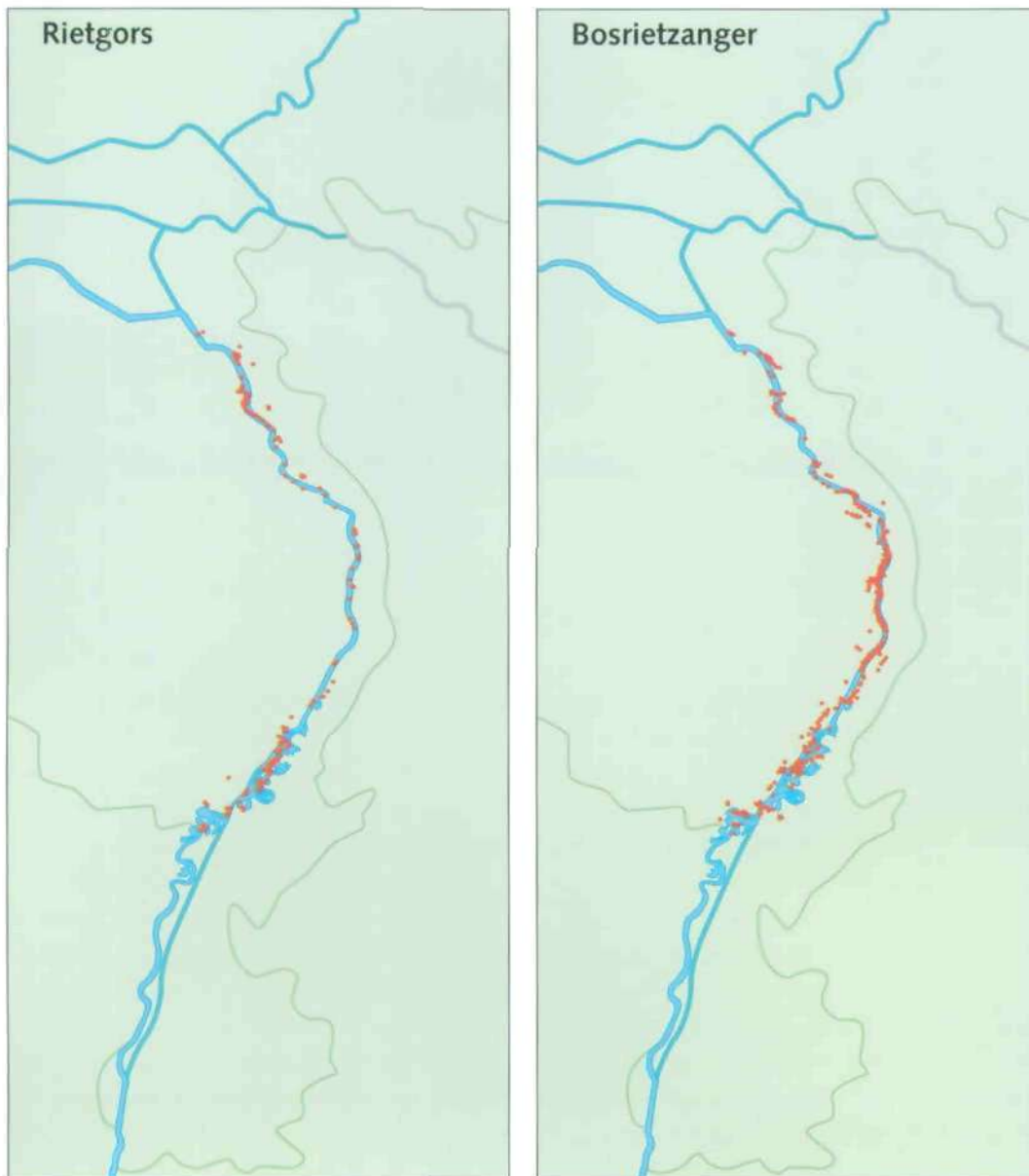
Naast enkele bekende, zeldzamere, soorten als Kwak en Zwarte ooievaar zouden deze twee algemene zangvogelsoorten samen met de Fuut wel eens goede mogelijkheden kunnen bieden voor het op kortere termijn monitoren van kleinschaliger effecten van natuurontwikkeling in het ri-

viereengebied. Hierbij zou gedacht kunnen worden aan een opzet met vaste proefvakken langs oeveren waarin een beperkt aantal soorten jaarlijks geïnventariseerd worden.

Synthese

Invloeden van weer en waterstand

Vergelijking van de gegevens met de resultaten in alle Zoete Rijkswateren (Van Roomen & Van Winden, 1993) geeft voor een aantal soorten een beter inzicht in de oorzaak van verschillen met de vorige seizoenen. De kou kort voor de telperiode



Figuur 6

De verspreiding van territoria van Rietgors (links) en Bosrietzanger (rechts) langs de Maas tussen Thorn en Mook (zie tekst).
The distribution of territories of the Reed bunting and the Marsh warbler (right) along the Meuse between Thorn and Mook.

veroorzaakte bij verschillende soorten een verschuiving vanuit het IJsselmeer in de richting van het rivierengebied. Langs de Maas leverde dit hoge aantallen Tafeleenden op, en in mindere mate Kuifeenden en Meerkoeten. Dit gold niet voor de Aalscholver, die kennelijk andere gebieden dan de Maas opzoekt. Wellicht is de hoge afvoer, die door het vele slib een sterke troebeling veroorzaakt, hier de oorzaak van. De hogere aantallen van verschillende ganzen en zwemeenden, allen plantenetters, zouden (mede) veroorzaakt kunnen zijn door de hoge waterstand: overstromde gebieden zijn voor hen aantrekkelijk.

Internationaal belang van de Maas voor watervogels

De hier gepresenteerde gegevens van januari-tellingen zijn onderdeel van de *internationale midwintertelling*, een begrip voor iedereen die in het West-Paleartic gebied met watervogels te maken heeft. Onder coördinatie van het *International Waterfowl and Wetlands Research Bureau* (IWRB) worden ieder jaar halverwege januari in zoveel mogelijk landen de watervogels geteld. De telgegevens worden nationaal en internationaal gebruikt voor het schatten van de populatieomvang van soorten en het aanwijzen van voor watervogels belangrijke gebieden. Van de criteria die gebruikt worden om het belang van een gebied te bepalen is voor watervogels de zogenoemde 1%-norm, die is vastgelegd in de *Conventie van Ramsar*, de bekendste: wanneer meer dan 1% van een geografisch gescheiden populatie van een (onder-)soort regelmatig van een wetland gebruik maakt, is het gebied van internationale betekenis.

Wanneer de aantallen watervogels langs de Maas worden vergeleken met de 1%-normen zoals die voor de verschillende soorten gelden, blijkt dat zowel de gehele Maas als enkele van de hier onderscheiden deelgebieden als wetland van internationale belang beschouwd moeten worden (tabel 2). De Grensmaas is door zijn hoge stroomsnelheid en beperkte aanwezigheid van plassen en grazige uiterwaarden niet aantrekkelijk voor grote groepen overwinterende watervogels. Dit deelsysteem is met name belangrijk voor broedvogels. Soorten die de 1%-norm niet

Tabel 2

Gemiddeld, minimum en maximum aantal van watervogels tijdens watervogeltellingen langs de Maas in januari 1978-1993. Weergegeven zijn de 38 geselecteerde soorten met hun indeling naar voedseltype (b: benthoeseter, p: plantene-ter, v: viseter). Vet gedrukte waarden zijn overschrijdingen van de 1%-norm (Meininger et al. in prep.). Deelgebieden: 2, Middenlimburg; 3, Gestuwde Maas; 4, Getijde Maas.

	type	gemid.	min.	max.	Aantal overschrijdingen van de 1%-norm		
					Maas	deelgebied 2	3
Roodkeelduiker	v	1	0	4			
Parelduiker	v	0	0	1			
Ijsduiker	v	0	0	2			
Dodaars	v	36	9	62			
Fuut	v	438	114	727			
Roodhalsfuut	v	2	0	13			
Kuifduiker	v	0	0	3			
Geoorde Fuut	v	0	0	2			
Aalscholver	v	637	0	2188	2		
Blauwe Reiger	v	91	39	203			
Knobbelzwaan	p	267	79	626			
Kleine Zwaan	p	236	62	548	9	1	4
Wilde Zwaan	p	23	4	65			
Rietgans	p	1549	33	5562	3		
Kolgans	p	2106	0	13521	3	1	2
Grauwe Gans	p	321	1	785			
Brandgans	p	5	0	33			
Nijlgans	p	15	0	82			
Bergeend	b	25	2	81			
Smient	p	1257	34	8046	1		
Krakeend	p	38	4	192	1		1
Wintertaling	p	821	243	1805			
Wilde Eend	p	15719	5445	48389			
Pijlstaart	p	41	1	209			
Slobeend	p	24	1	151			
Krooneend	p	0	0		1		
Tafeleend	b	6446	3054	10609	15	3	1
Kuifeend	b	3984	1503	6879			
Toppereend	b	6	0	28			
Eidereend	b	4	0	11			
Zwarte Zeeëend	b	0	0	1			
Grote Zeeëend	b	5	0	33			
Brilduiker	b	74	6	173			
Nonnetje	v	68	1	263	3		
Middelste Zaagbek	v	2	0	10			
Grote Zaagbek	v	192	8	1550	1		
Waterhoen	p	470	72	1707			
Meerkoet	p	16459	9077	23732	10		1
totaal		51365	34957	87064			

alleen in de hele Maas maar ook in één of meer van de deelgebieden overschrijden, zijn: Kleine zwaan, Kolgans, Krakeend, Tafeleend en Meerkoet. Daarnaast valt op dat enkele als 'strenge winter'-vogels omschreven soorten in strenge winters de 1%-norm overschrijden in de Maas als geheel: Rietgans, Kolgans, Nonnetje en Grote zaagbek.

Evaluatie van de Maas als watervogelgebied

De Maas herbergt 's winters aanzienlijke aantallen watervogels, zodanig dat het riviersysteem als

geheel en verschillende deelgebieden apart als wetland van internationale betekenis moeten worden beschouwd. De aantallen zijn weliswaar lager dan bijvoorbeeld langs de Rijntakken en in het IJsselmeer, maar dat neemt niet weg dat van verschillende soorten (Aalscholver, Wilde eend, Tafeleend, Meerkoet) een aanzienlijk deel van de in januari in Nederland verblijvende exemplaren zich langs de Maas ophoudt.

De Maas heeft tenslotte ook een duidelijke functie als opvanggebied in perioden met streng win-

terweer: verscheidene soorten nemen dan sterk in aantal toe, en andere (ganzen, zaagbekken) komen specifiek in dergelijke perioden op het open water en de uiterwaarden van de Maas af. Ook in perioden met hoogwater in het stroomgebied van de Rijn, die niet samenvallen met hoogwater langs de Maas, lijken de aantallen toe te nemen.

Toetsing aan de AMOEBE

Van de vier broedvogelsoorten in de voorlopige Maas-AMOEBE broeden de Aalscholver en de Kwak zeker niet langs de Nederlandse Maas. De Kwartelkoning was in het door de Provincie Limburg tot nu toe bestreken gebied geheel afwezig. Wel zijn er in recente jaren twee territoria vastgesteld nabij Itteren/Borgharen. Van de IJs-

vogel zijn 8 territoria vastgesteld tussen Thorn en Well. Ijsvogels zijn voor broedplaatsen afhankelijk van een rustig gelegen steile oeverrand, waarin ze hun nestgang kunnen uitgraven. De indruk is dat langs de Maas momenteel vooral het aantal broedplaatsen beperkend is.

De enige niet-broedvogel in de voorlopige Maas-AMOEBE is de Kuifeend. Van deze soort is in dit hoofdstuk vastgesteld dat er langs de Maas een geleidelijke toename gedurende vrijwel de gehele periode is opgetreden. Deze doet zich vooral voor in Middenlimburg en langs de Getijde Maas. De Noordwest-Europese populatie van de soort is stabiel, zodat geconstateerd kan worden dat de omstandigheden in en langs de Maas gunstiger zijn geworden voor de Kuifeend.



Foto 9

De Rietgors profiteert van de aanwezigheid van verruigde moerasvegetaties.
The Reed bunting thrives on wild marsh vegetation developing thanks to passive management.

Foerageergedrag van duikeenden in het Middenlimburgse Maasplassengebied

Stan Kerkhofs

Om iets te zeggen over de ecotoxicologische risico's die beesten lopen die voedsel zoeken in de Maas kunnen gehalten aan microverontreinigingen in het water, de bodem of in organismen worden gemeten, zoals bijv. in Driehoeksmosselen. Een andere methode die gebruikt wordt is te kijken naar het broedsucces van vogels die foerageren op vis of macrofauna die in de Maas voorkomt. Zo is in de Brabantse Biesbosch een visetende watervogel als de Aalscholver bestudeerd. Om ook iets te kunnen zeggen over de risico's die watervogels lopen die niet op vis maar op macrofauna (bijv. Driehoeksmosselen) foerageren, is in het Middenlimburgse Maasplassengebied het gedrag en de voedselkeuze van duikeenden onderzocht.

Uit een in 1991 uitgevoerd onderzoek naar de gehalten van microverontreinigingen in Blankvoorn en driehoeksmosselen in de Maas en Maasplassen (Van Hattum & Dirksen, 1992) bleek dat de gehalten liggen tussen schone gebieden als de Oude Venen en de Maarsseveense plassen en het ernstig verontreinigde Biesbosch-Hollandsch Diep-Haringvliet gebied. Een in januari 1992 uitgevoerd onderzoek toont aan dat Tafel- en Kuifeenden (de meest voorkomende soorten duikeenden), die overdag rusten op de plassen, s'avonds foerageren op de rivier (Dirksen & Boudewijn, 1992). Uit Dirksen & Boudewijn (1994) blijkt echter dat de duikeenden niet op de rivier (maar op de plassen) foerageren als de waterstand en stroomsnelheid in de rivier hoog zijn. Hoewel er nog te weinig bekend is over de voedselkeuze van beide soorten om een verantwoorde ecotoxicologische risicoschatting te maken, blijkt uit enkele verzamelde uitwerpselen dat voornamelijk Driehoeksmosselen, maar ook andere bodemdieren (en planten) worden genuttigd.

4. Vissen

Eddy Lammens & Hero Prins (RIZA)

Vissen vormen een belangrijke component van het rivierecosysteem. Enerzijds oefenen ze een invloed (top-down kracht) uit op de structuur en de biomassa van de lagere trofische niveaus. Voorbeelden zijn de predatie van planktivore vissen op zoöplankton en de predatie van benthivore vissen op overige ongewervelden. Anderzijds vallen veel kleinere vissen ten prooi (bottom-up kracht) aan roofvissen en visetende vogels en visserij. In de Maas spelen beide processen een rol.

Vooraf door kanalisatie, de aanleg van stuwen en de slechte waterkwaliteit is de oorspronkelijke rivierstand met riviervissen (Barbeel, Kopvoorn, Sneep, Winde) en riviertrekvissen (o.a. Zeeforel, prikken, Zalm, Fint) verworden tot een visstand met zeer algemene vissoorten. De huidige visstand wordt gedomineerd door vooral Blankvoorn, Brasem en Pos, soorten die weinig eisen stellen aan hun leefmilieu en in alle Nederlandse wateren algemeen zijn.

Een duurzame visstand met een duidelijk rivierkarakter is één van de belangrijkste doelstellingen van de herstel programma's van de Maas. In diverse natuurontwikkelingsprojecten in en langs de Maas speelt de ontwikkeling van ondermeer een geschikt paaihabitat, opgroei gebieden, migratiemogelijkheden een belangrijke rol.

Inleiding

De samenstelling van de vispopulatie in de Maas is kwalitatief (soortensamenstelling) bepaald met diverse vistuigen, met name **fuiken**, en kwantitatief (aantallen per hectare) met **kor**. De fuiken ter hoogte van Roermond (Gestuwde Maas) en in de Nieuwe Merwede, Biesbosch en Amer (Getijde Maas) zijn wekelijks bemonsterd van maart tot eind oktober. Met de kor zijn alle deelsystemen, met uitzondering van de Maasplassen, éénmalig bemonsterd in de maand februari. Bovendien zijn met de kor zowel de hoofdgeul, de oever als de zijwateren geïnventariseerd.

Daar de vismonitoring in 1992 voor het eerst in de huidige opzet is uitgevoerd is het beschrijven van ontwikkelingen en trends niet mogelijk.

Soortensamenstelling

Bij de bespreking van de resultaten zijn de vissen onderverdeeld in 5 groepen (zie tabel 1):

Limnofiele vissen zijn aangepast aan stagnant ondiep water dat begroeid is met waterplanten.

Snoek, Zeelt en Rietvoorn zijn hier belangrijke vertegenwoordigers van.

Eurytope vissen komen zowel in stromend als in stilstaand water voor. Brasem, Blankvoorn, Snoekbaars, Baars en Pos zijn de talrijkste vertegenwoordigers.

Rheofiele vissen zijn goed aangepast aan zwak stromend water, maar kunnen het ook goed doen in stilstaand water. Spiering, Alver, Riviergrondel en Winde zijn typische vertegenwoordigers van deze stroomminnende groep. Geen enkele vis houdt werkelijk van stroming, maar door een betere aanpassing dan de overige soorten kan een plekje veroverd worden. Door de facultatieve levenswijze worden deze soorten in een aparte groep van rheofielen geplaatst (**rheofiel C**). Kwabaal, de Amerikaanse dwergmeerval, de Hondsvijl en Zonnebaars worden hiertoe ook toegerekend.

De voor hun levenswijze van stromend water afhankelijke vissoorten zijn de 'best' aan stroming aangepaste soorten. Zij zijn de meest kritische riviervissen, die weinig uitwijkmogelijkheden heb-

ben als de rivier niet meer aan hun eisen voldoet. De Kopvoorn, Sneep, Barbeel en Serpeling zijn hiervan goede voorbeelden. Zij worden gerekend tot de categorie **rheofiel B**.

De categorie **rheofiel A** bestaat uit echte trekkers die vanuit het mariene milieu de rivier optrekken om te paaien of/ en de juveniele stadia door te brengen. Hiertoe behoren de salmoniden zoals Zeeforel en Zalm.

Resultaten en discussie

Soortensamenstelling

In de periode 1987 t/m 1992 zijn er in het Nederlandse deel van de Maas in totaal 49 vissoorten geregistreerd door routinematige bemonsteringen met fuiken en kor (tabel 1). De Maas heeft hiermee voor Nederlandse begrippen een zeer gevarieerde vissamenstelling. Het totaal aantal soorten in dezelfde periode in Nederland bedroeg namelijk 53 vissoorten. Zeven van de 49 soorten zijn exoten die vrij recent zijn geïntroduceerd, namelijk Regenboogforel, Graskarper, Zilverkarper, Goudvis, Zonnebaars en de Bruine en Zwarte Amerikaanse dwergmeerval. De overi-



Foto 10

De huidige visstand in de Maas wordt gedomineerd door vissen die weinig eisen aan het milieu stellen zoals de Blankvoorn. Het herstellen van de oorspronkelijke (rivier)visstand is één van de belangrijkste doelstellingen van de herstelprogramma's. The Fishstock in the Meuse is dominated by common species like the Roach. One of the main objectives of the water-management is the restoration of the rheofillic fishpopulation.

ge soorten zijn min of meer oorspronkelijk in Nederland voorkomende vissoorten. De verschillen in soortensamenstelling tussen de twee verschillende visgebieden zijn illustratief: mariene soorten als de Diklip harder en de Grote marene komen alleen in het benedenstroomse visgebied voor. Typische riviersoorten als de Vlagzalm, de Bronforel, de Hondsvijl en de Zonnebaars werden alleen in het bovenstroomse deel van de Maas aangetroffen.

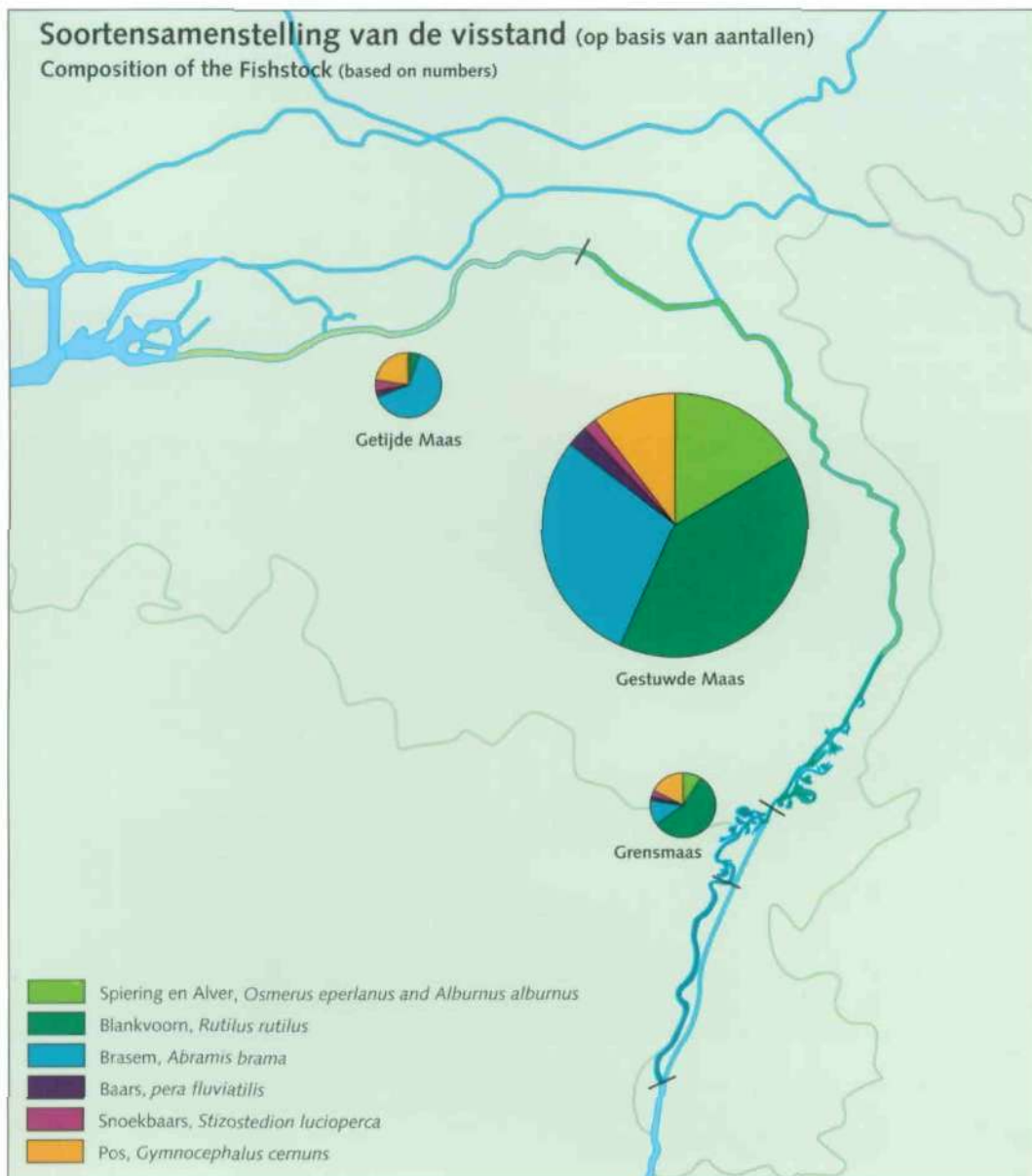
Dichtheid

Op basis van het aantal aangetroffen soorten lijkt de visstand van de Maas tamelijk gezond te zijn.

Het relatief grote aandeel van eurytope vissen laat echter zien dat populaties van de meeste typische riviervissen, zeer marginaal zijn en nauwelijks een ecologische rol vervullen. De procentuele verdeling van de dominante vissoorten staat weergegeven in figuur 1. Opvallend is de hoge dichtheid in de Gestuwde Maas ten opzichte van de overige delen van de Nederlandse Maas. Deze hogere visdichtheid is wellicht een gevolg van de lagere stroomsnelheden (hoofdstuk 2) in combinatie met de goede paai- en opgroeigebieden voor vis, in de aangetakte Maasplassen. Van de rheofiele soorten werden alleen Alver, Spiering en Riviergrondel in aantallen van

enige betekenis gevangen. Overige riviersoorten werden in zeer lage aantallen aangetroffen. In alle deeltrajecten valt op dat Blankvoorn en Brasem dominant zijn. Ook blijkt dat er relatief weinig roofvis (Baars en Snoekbaars) aanwezig is, hetgeen wellicht de oorzaak is dat typische prooivissen als Alver en Spiering in relatief hoge aantallen aanwezig zijn. De relatief lage dichtheid van de roofvis in de Maas kan verklaard worden door de ongunstige hoge stroomsnelheid.

Naast een onderscheid tussen riviertrajecten, kan er ook binnen een riviertraject onderscheid



Figuur 1

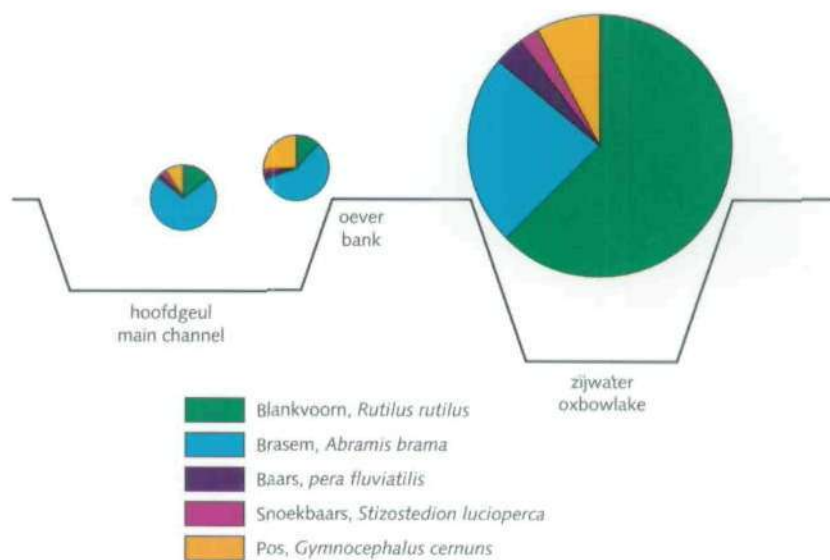
Aantalsverhouding van Blankvoorn, Brasem, Pos, Alver en Spiering, Baars en Snoekbaars in de Grensmaas, Gestuwde Maas en Getijde Maas op basis van vangsten.
Relative Abundance of the dominant species in the different parts of the Meuse.

Tabel 1
Vissoorten in het stroomgebied van de Maas ingedeeld in hoofdgroepen op basis van (met name) fuikvangsten in de Gestuwde en Getijde Maas van 1987 t/m 1992.

Groep	Soort	
Limnofiel	Bittervoorn	
	Giebel	
	Graskarper	
	Grote Modderkruiper	
	Kleine Modderkruiper	
	Kroeskarper	
	Rietvoorn	
	Snoek	
	Zeelt	
	Tiendornig stekelbaars*	
	Eurytoop	Aal
		Baars
Blankvoorn		
Brasem		
Driedoornige Stekelbaars		
Goudvis		
Karper		
Kolblei		
Meerval		
Pos		
Snoekbaars		
Zilverkarper		
Roofblei*		
Vetje*		
Rheofiel C		Alver
		Bruine Amer. Dwergmeerval
	Kwabaal	
	Riviergrondel	
	Spiering	
	Winde	
	Zwarte Amer. Dwergmeerval	
	Hondsvis**	
Zonnebaars**		
Rheofiel B	Barbeel	
	Bermpje	
	Kopvoorn	
	Regenboogforel	
	Rivierdonderpad	
	Serpeling	
	Sneep	
	Bronforel**	
Vlagzalm**		
Rheofiel A	Beekprik	
	Bot	
	Rivierprik	
	Zeeforel	
	Zeeprik	
	Diklip Harder*	
Grote Marene*		

* Komt alleen in de Getijde Maas voor
** Komt alleen in de Gestuwde Maas voor

Samenstelling van de visstand in de hoofdgeul, oever en zijwater
Composition of the fishstock in the main channel, near the bank and oxbow lakes



Figuur 2

Aantalsverhouding van Blankvoorn, Brasem, Pos, Alver en Spiering, Baars en Snoekbaars in de hoofdgeul, oever en zijwateren van de Getijde en de Gestuwde Maas op basis van korvangsten.

Relative abundance of the dominant species in the main channel, near the bank and in oxbowlakes.

gemaakt worden tussen de hoofdgeul, de oeverzone en zijwateren. Er is een belangrijk verschil te constateren in dichtheid en verhouding van de verschillende soorten. De totale dichtheid in de zijwateren is ruim vier maal hoger dan in de rivier zelf en bedraagt ca. 2500 exempl. ha^{-1} . Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door een veel grotere dichtheid van kleinere vissoorten, met name de prooi-soorten Spiering, Alver en Blankvoorn die hier ca. 75% van het totaal aantal bedragen. Het gemiddeld gewicht is daardoor veel lager dan in de rivier zelf en de totale biomassa is niet veel hoger dan in de rivier, ca. 150 $kg \cdot ha^{-1}$ tegenover ca. 125 $kg \cdot ha^{-1}$ in de rivier. Vooral voor de kleinere soorten is de meer beschermde omgeving van de zijwateren de belangrijkste reden voor de omvang van de dichtheid daar. De meeste soorten worden daar geboren en trekken pas weg naar het meer open water wanneer de voedselomstandigheden zo ongunstig worden dat een afweging met het meer gevaarlijke open water de moeite waard wordt. De enige vissoorten die meer in de rivier dan in de zijwateren gevangen werden waren Kolblei en Rivierdonderpad.

Synthese

waterkwaliteit

Voor de meeste vissoorten is de waterkwaliteit van de Maas niet beperkend. De visstand wordt echter wel beïnvloed door verschillende waterkwaliteitsparameters. De temperatuurstijging van de laatste eeuw heeft een positief effect gehad op de groeisnelheid van Winde, Kopvoorn, Blankvoorn en Brasem. Andere soorten zoals Sneep, Serpeling en Barbeel zijn hierdoor negatief beïnvloed. Het natuurlijke temperatuurregime van de Maas is door koelwaterlozingen ernstig verstoord (Phillipart, 1988). Het vrijwel ongezuiverde afvalwater uit België kan onder zomere omstandigheden lage zuurstofgehalten veroorzaken nabij Eijsden, hetgeen een direct negatief gevolg heeft voor vissoorten die hier gevoelig voor zijn. Massale vissterfte is de laatste jaren echter niet meer opgetreden.

voedsel

Zoöplankton wordt door veel vissoorten, vooral in hun juveniele stadium, als voedsel gebruikt. Na dit stadium schakelen veel vissoorten over op

ander (groter) voedsel. Alleen Blankvoorns blijven in het volwassen stadium zoöplankton eten. Uit de groep **ongewervelden** zijn vlokreeften en waterpissebedden belangrijk voedsel voor Paling, Barbeel, Rivierdonderpad, Riviergrondel, Pos in de stromende delen van de Maas. Insecten zijn de belangrijke prooigroep voor veel vissoorten zoals Zeeforel, Rivierdonderpad, Alver, Winde, Blankvoorn, Brasem, Kolblei, Riviergrondel en Pos (Bergers, 1991). De visetende vissen prederen een breed scala aan **prooivissen**. Naast kleine karperachtigen zoals Blankvoorn worden ook veel baarsachtigen gegeten, vooral kleine Snoekbaars.

visetende vogels en visserij

Omdat er van de visstand in de Maas nog geen kwantitatieve trend bekend is, is moeilijk vast te stellen in hoeverre de visstand substantieel beïnvloed wordt door de toename van het aantal visetende vogels (hoofdstuk 3). Vroeger werd er op de Maas intensief gevestigd op Zalm, Steur, Fint en Elft. De huidige beroepsvisserij in de Maas richt zich op Paling.

paaiplaatsen

Iedere vissoort stelt specifieke eisen aan paaiplaatsen. De eisen hebben betrekking op stroomsnelheid, diepte, paaisubstraat en temperatuur. Bij het huidige temperatuurregime van de Maas zijn de opgroeimogelijkheden van larven van Prikken, Spiering en Kwabaal zeer beperkt. In het algemeen voldoen de paaimogelijkheden in de Maas niet aan de eisen van rheofiele vissen. Ook voor de fytofiele vissoorten zoals Snoek, Zeelt, Kroeskarper en Bittervoorn zijn weinig paai- en opgroeimogelijkheden door de marginale aanwezigheid van aquatische vegetatie (Semmekrot & Vriese, 1992)

Anadrome riviertrekvis in de Maas

Stan Kerkhofs

Een natuurlijk riviersysteem wordt gekarakteriseerd door de aanwezigheid van eilanden, nevengeulen, kreken, dode armen, poelen en plassen. Deze diversiteit aan habitats uit zich in een grote variatie in stroomsnelheden. Natuurlijke rivieren herbergen dan ook migrerende vispopulaties, stroomminnende standpopulaties en vertegenwoordigers van het stagnante water. De meest kenmerkende vissen die in de Nederlandse rivieren werden aangetroffen zijn de anadrome riviertrekvis Zalm, Zeeforel, Marene, Spiering, Elft, Fint en Steur. Zalm, Zeeforel, Grote Marene, Elft en Steur paaien in grindbeddingen die liggen in ondiepe, koude en zuurstofrijke rivieren en beken. De Elft paait in de monding van rivieren en de Fint in de benedenlopen van rivieren waar nog getijinvloed is. Op dit moment worden alleen Zeeforel, Spiering en Fint nog in het Nederlandse stroomgebied van de Maas aangetroffen. Anadrome riviertrekvis paaien, al van oudsher, niet in de Nederlandse rivieren. Voor het stroomgebied van de Maas liggen de belangrijkste paaiplaatsen in de Belgische Ardennen.

Door overbevissing, normalisatie en watervervuiling zijn de aantallen van Zalm en Zeeforel de laatste 150

jaar sterk gereduceerd. De laatste jaren wordt getracht om de fysische en/of chemische barrières die in de Maas aanwezig zijn aan te pakken zodat de bovenstrooms gelegen paaiplaatsen bereikt kunnen worden. Naast een verbetering van de waterkwaliteit en een aanpassing van het spuibeheer bij de Haringvlietsluizen, dienen de stuwen passeerbaar te worden gemaakt.

Voor het Nederlandse stroomgebied betekent dit dat de 7 stuwen in de Maas voorzien moeten worden van vispassages. De stuwen bij Linne, Belfeld, Roermond en Lith zijn inmiddels voorzien van dergelijke vispassages. De stuwen bij SambEEK, Grave en Borg-haren worden respectievelijk in 1994, 1995 en 1996 van vispassages voorzien. Voordat Zalm en Zeeforel echter de Ourthe (de meest benedenstrooms gelegen rivier die geschikte paaiplaatsen heeft) kunnen bereiken, moeten in België nog 3 stuwen passeerbaar worden gemaakt. De terugkeer van een gezonde populatie Zalm en Zeeforel wordt verder belemmerd door de slechte waterkwaliteit van de Maas. Met name het lage zuurstofgehalte, de hoge watertemperatuur en het te hoge silbgehalte vormen een probleem.



Foto 11

De trekroute van zalmachtigen door Rijn en Maas wordt onderzocht door zeeforellen uit te rusten met een zender. *The migration routes of salmonids in the River Rhine and the River Meuse are detected by inserting transmitters in sea trout.*

5. Water- en oeverplanten

Hero Prins (RIZA) en Adrienne Lemaire (NIOO)

Ondergedoken en drijvende waterplanten zijn belangrijke structuurbepalende elementen in stromende en stilstaande wateren. Ze zijn een voedselbron voor vogels, vissen en macrofauna. Ze bieden schuilgelegenheid aan vissen, amfibieën, macrofauna en zoöplankton. Tevens vormen waterplanten een aanhechtingsplaats voor macro-evertebraten en zoö- en fytoplankton.

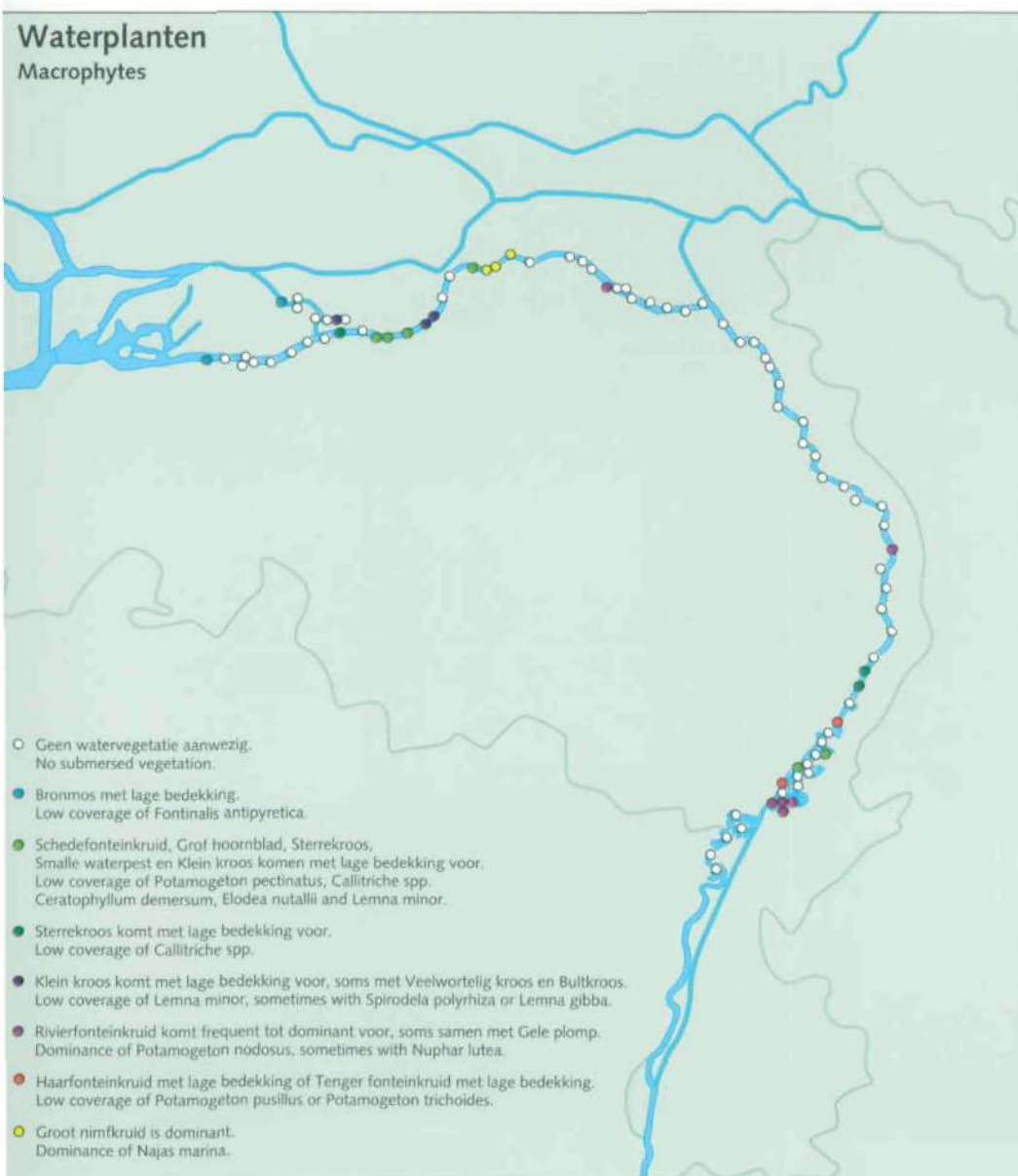
Planten op de oever zijn een voedselbron voor zoogdieren en als ze in bloei staan ook voor insecten. Daarnaast bieden ze schuilgelegenheid aan kleine zoogdieren, amfibieën en insecten en schuil- en broedgelegenheid aan vogels.

De soortenrijkdom aan planten in rivieren hangt samen met de hydrologie (o.a. waterstandsfluctuaties), de morfologie (o.a. stroming, erosie, sedimentatie) en de nutriëntenrijkdom.

Omgekeerd kan de oevervegetatie de stromingspatronen bij hoogwater beïnvloeden en daarmee de erosie en sedimentatie van sediment. De steile en veelal met basalt en storfsteen beschermde oevers van de Maas, de diepe hoofdgeul en de eutrofiëring van het nverwater vormen een milieu waar weinig plaats is voor water- en oeverplanten. Daarnaast is de door scheepvaart veroorzaakte golflslag en de geringe ruimte voor golflslagluwe zones, een beperking voor de ontwikkeling van vegetatie onder en boven water.

Inleiding

In 1992 zijn opnamen van de water- en oeverplanten in het zomer- en winterbed van de Maas gemaakt, met uitzondering van de Grensmaas. Het betrof circa 75 opnamen langs de vaargeul en 25 in overige wateren, voornamelijk grindgaten en grote meanders (Lemaire, 1994). Bij iedere opname is de soortensamenstelling bepaald en is een schatting gemaakt van de bedekking. Daar de vegetatiekartering in 1992 voor het eerst in de huidige opzet is uitgevoerd is het beschrijven van ontwikkelingen en trends niet mogelijk.



Figuur 1

Abundantie en verspreiding van waterplanten in het zomerbed van de Maas in 1992.
Abundance and distribution of water plants in the main channel of the Meuse in 1992.

Resultaten en discussie

Waterplanten

De hoofdgeul is arm aan waterplanten (figuur 1). Begroeiing met waterplanten beperkt zich tot niet of langzaamstromende delen van het zomerbed van de Maas.

Er zijn negentien soorten echte waterplanten aangetroffen. Gele plomp en Gewoon sterrekroos komen relatief vaak voor. Dit zijn twee soorten die algemeen zijn in stilstaande voedselrijke en zwakstromende wateren. Rivierfonteinkruid dat vooral in de grindplassen langs de Maas regelmatig voorkomt, is een typische soort

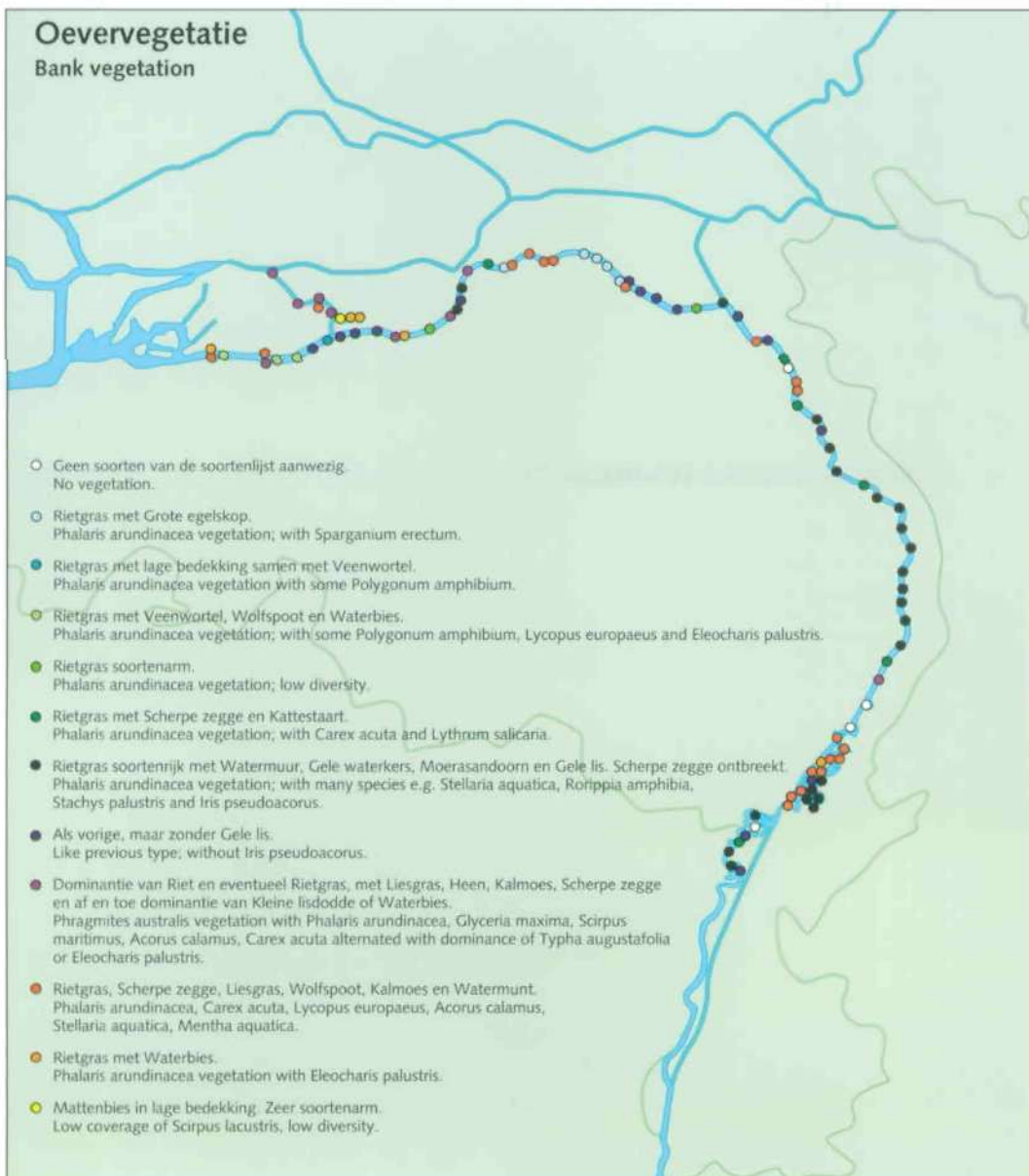
voor (traag)stromende wateren maar wordt niet veel in het zomerbed aangetroffen.

De soortensamenstelling en het aantal soorten planten laten een verband zien met de waterstandfluctuatie en saliniteit. De Maasplassen en oude rivierarmen herbergen meer waterplanten dan de Maas zelf en bezitten de rijkste waterplantvegetatie in het nederlandse rivierengebied. Uit eerdere studie (Maenen, 1989) is gebleken dat zowel wat betreft het aantal waterplanten als de soortenrijkdom over het algemeen een afname is te constateren in de volgorde:

Oude armen/strangen > zandputten/grindgaten > rivieroevers.

Oeverplanten

Op alle geïnventariseerde locaties komen helofyten op de oever voor (figuur 2). Ruigtes met Rietgras, in combinatie met andere soorten zoals Scherpe zegge, Kattestaart, Veenwortel zijn het meest algemeen. Rietgras is dan ook een oeverplant die bij uitsteking is aangepast aan de dynamiek van waterstanden en sedimentatie op rivieroevers. Tevens is Rietgras tolerant voor hogere zoutgehalten. Vegetatiekundig zijn er verschillende Rietgras-ruigtetypen te onderscheiden. Andere soorten die veel zijn aangetroffen zijn Scherpe zegge, Kattestaart en Gele lis. Dit zijn zeer algemene soorten in Nederland langs oevers van al



Figuur 2
Abundantie en verspreiding van oeverplanten, gerangschikt naar typen, in het zomerbed van de Maas in 1992.
Abundance and distribution of littoral plants, classified according to type, along the main channel of the river Meuse in 1992.

erlei wateren. In de Getijde Maas komen daarnaast op enkele plaatsen vegetaties voor waar Biezen en Riet dominant zijn. Zowel Biezen als Riet zijn vrij zouttolerant. Biezen zijn gevoelig voor waterstandsfluctuaties gedurende het groeiseizoen. Stroomafwaarts komt Scherpe zegge minder vaak voor in de Rietgrasruigtes. Soortrijke rietvegetaties en soortenrijke rietgrasvegetaties komen vooral voor langs oude meanders en zandgaten. Naarmate de waterstandsfluctuaties hoger worden, verarmen de Rietgras typen en komt het soortenarme Riet-type niet meer voor. Enkele typische riviersoorten zoals Oeverstekelnoot, Smal vlieszaad, Engelse alant en Maatsengelwortel hebben juist een voorkeur voor grotere waterstandsfluctuaties. De relatie tussen de verspreiding van vegetatietypen en substraat ligt minder duidelijk dan die met waterstandsfluctuaties. Over het algemeen komen de Rietgras vegetaties op grover substraat voor (zand, grind, stortsteen) dan de Rietvegetaties die een voorkeur hebben voor fijner substraat.

Bespreking per deeltraject

Grensmaas

In het kader van de biologische monitoring zijn in de Grensmaas nog geen vegetatie opnamen gemaakt. Er wordt hier volstaan met een bespreking van de Boer (1992). Het oevermilieu van de Grensmaas heeft een gevarieerde plantengroei: enkele vegetatietypen zijn karakteristiek voor een grindrivier. Vooral op het eiland bij Meers is de floristische rijkdom groot. Het "droge stroomdalgrasland" is plaatselijk goed ontwikkeld op de zomerkaden. Een indeling in overstromingsduurklassen brengt een duidelijke scheiding aan in het vegetatiekundig materiaal. In de permanent overstroomde zone, waar o.a. vlotkende watteranonkel thuishoort, worden nauwelijks waterplanten aangetroffen. Het natuurontwikkelingsplan voor de Grensmaas (Helmer et al., 1991) kan verbetering brengen in de ontwikkelingsmogelijkheden voor waterplanten.

Maasplassen

De meeste Maasplassen zijn erg diep en hebben steile oevers. Als gevolg hiervan worden water-



Foto 12

In tegenstelling tot de hoofdgeul zijn de stagnante wateren in het winterbed veelal rijk aan waterplanten. Sterk door kwel beïnvloede en ondiepe Maasplassen behoren zelfs tot de soortenrijkste plassen in het Nederlandse rivierengebied. *In contrast to the trunk channel, the stagnant waters in the winter bed generally abound in water plants. The lakes highly influenced by seepage water and the shallow Maasplassen lakes even are some of the areas with the most diverse wildlife of the Dutch river system.*

planten alleen in de ondiepe delen langs de plasoevers aangetroffen.

De ondergedoken waterplanten zijn het meest waargenomen op zandige bodems. Ook de natuurlijke bodem van dit gebied, zand/grind mengsel, is een geschikt substraat voor waterplanten. In ondiepe plassen met veel slib op de bodem worden nauwelijks planten aangetroffen met uitzondering van Gele plomp. Schedefonteinkruid en Waterpest zijn algemene soorten in de Maasplassen soms zelfs met een bedekking tussen 50-100%. Gedoornnd hoornblad komt ook regelmatig voor. Andere soorten fonteinkruiden worden incidenteel aangetroffen. Kroossoorten zoals Klein kroos komen vooral voor in kleine en/of geïsoleerde, vaak stagnante wateren (Overmars et al., 1992).

De plassen langs de Maas worden in verschillende mate beïnvloed door de rivier (zie Hoofdstuk 2). Plassen die relatief sterk door de Maas worden beïnvloed bevatten vaak betrekkelijk voedselrijk water en veel slib op de bodem. In deze plassen treedt dus eerder algenbloei op. Deze plassen bevatten daarnaast meer slib en kunnen dus troebeler zijn. Door opwerveling zijn ondie-

pe plassen vaak troebeler dan diepe plassen. Naarmate een plas meer kwelwater aantrekt, zal de invloed van het eutrofe rivierwater afnemen. De betere waterkwaliteit, en het grotere doorzicht van de door kwel beïnvloede plassen heeft een positieve invloed op de groei en diversiteit van vegetaties in de plassen.

Gestuwde maas

Door de verharde oevers van de gestuwde Maas zijn er, met uitzondering van oude armen, weinig mogelijkheden voor de vestiging van waterplanten. Vanwege de betrekkelijk lage stroomsnelheden en gedempte wisselingen in de waterstanden kan zelfs een soort als Gele Plomp zich hier ontwikkelen. In lage bedekkingen komen Schedefonteinkruid en Rivierfonteinkruid voor. Door golfslag van scheepvaart en het lage doorzicht wordt de ontwikkeling van onderwatervegetatie verder beperkt. De waterstandsfluctuaties in de stuwpanden van de Maas kunnen, tijdens het groeiseizoen, variëren van gemiddeld zeer laag (tot 60 cm) tot zeer hoog (tot circa 250 cm). Bij lage fluctuaties (tot circa 1m) worden in de Rietgrasvegetaties nog soorten aangetroffen die normaal in een veel rustiger milieu voorko-

men zoals Grote egelskop, Kalmoes, Zwanebloem, Watermunt en Liesgras. Bij hogere fluctuaties (1 tot 2,5 meter) worden deze algemene soorten niet meer aangetroffen. In die Rietgrasvegetaties worden kenmerkende riviersoorten aangetroffen zoals Engelse alant en Aartsengelwortel.

Getijde Maas

De getijde Maas onderscheidt zich van de andere deelsystemen door de, op sommige plaatsen, dominante aanwezigheid van Biezen. Evenals langs de gestuwde Maas is de begroeiing in en langs dit deelsysteem echter schaars. Door het relatief brede stroombed van de Afdamde Maas (een zijtak van de Getijde Maas) en de daarmee gepaard gaande kleinere waterstandfluctuaties vormt dit gedeelte een positieve uitzondering. Er worden hier dan ook meer waterplanten en een bredere begroeiing met riet aangetroffen. Plantenetende watervogels profiteren van dit voedselaanbod en overwinteren dan ook veel in en langs de afgedamde Maas (zie hoofdstuk 3).

Synthese

De soortenrijkdom van de vegetatie van de Maas is vrij groot. Het gebrek aan groeiplaatsen beperkt echter de aanwezigheid van goed ontwikkelde oeverzones. Met de juiste aanpassingen kunnen de oevers van de Maas een belangrijke ecologische functie vervullen. Het herstel van ecologische functies in de Maas zal daarom mede in de oeverzone moeten plaatsvinden. Met technische ingrepen kunnen oevers gerealiseerd worden die minder onder invloed staan van de golfslag en stroming die veroorzaakt wordt door de scheepvaart. Hierdoor kan zich een natuurlijke oevervegetatie ontwikkelen (zie hoofdstuk 11).

De marginale aanwezigheid van waterplanten beperkt de beschikbaarheid van paaisubstraat en schuilmogelijkheid voor vis. Aquatische vegetatie heeft een zeer positieve invloed op vissoorten als Kwabaal, Serpeling, Snoek en plantenminnende vissen zoals Bittervoorn, Kroeskarper en Zeelt (zie hoofdstuk 4). De lage dichtheid aan waterplanten heeft bovendien een negatief effect

Heeft Vlottende waterranonkel een toekomst in de Grensmaas?

Michelle de la Haye

In het kader van het project Ecologisch Herstel Maas (EHM) (Botterweg & Silva, 1992), een samenwerkingsverband tussen het RIZA en de Directie Limburg, is de afgelopen drie jaar onderzoek gedaan aan Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*). De vraag was waarom deze karakteristieke soort voor snelstromende middenloop rivieren op dit moment niet of nauwelijks voorkomt in de Grensmaas.

Uit de experimenten met de planten in een doorstroomsysteem met Maaswater in 1991 bleek, dat de kwaliteit van het Maaswater momenteel niet beperkend is voor de planten (De la Haye, 1992a).

In 1992 en 1993 werden met Vlottende waterranonkel proeven uitgevoerd in de sluis van Borgharen (De la Haye, 1992b). Naast seizoensafhankelijke peilfluctuaties komen in de Grensmaas ook dagelijkse fluctuaties in de waterstand voor, veroorzaakt door de 15 km stroomopwaarts gelegen waterkrachtcentrale bij Lixhe (B) (zie intermezzo Hoofdstuk 2). Omdat de onnatuurlijk fluctuerende afvoer van de Grensmaas mogelijk de afwezigheid van Vlottende waterranonkel veroorzaakt, zijn de planten in het groeiseizoen blootgesteld aan schommelingen in de waterstand. Bij stroomsnelheden van 0-40 cm.s⁻¹ bleken de planten de fluctuaties in de waterstand goed te verdragen. De vitaliteit (gemeten als de trek-

kracht nodig om de stengel te breken) van de experimentele planten bleek vergelijkbaar met die van planten uit natuurlijke populaties uit zijbeken van de Maas (De la Haye, 1994).

Gedurende een inventarisatie van Vlottende waterranonkel in het stroomgebied van de Maas bleek dat in de Grensmaas het verschil in de waterstand en de stroomsnelheid tussen zomer en winter erg groot is ten opzichte van andere rivieren. Het waterpeil in de Grensmaas kan bij hoge afvoeren 5-7 m hoger zijn dan bij lage afvoeren. Planten die zich in de zomer in de Grensmaas kunnen vestigen worden in de winter waarschijnlijk weggespoeld. Wellicht is het creëren van stroomluwe plekken in de winter noodzakelijk voor een blijvende kolonisatie van Vlottende waterranonkel in de Grensmaas.

In de zomer van 1993 is Vlottende waterranonkel op twee plekken aangetroffen in de Grensmaas. Op één van deze plekken stonden de planten in de winter waarschijnlijk vrij beschermd, achter een met wilgen begroeid grindeland. Het uitvoeren van de voorgestelde geulverbreding en weerdverlaging in en langs de Grensmaas zal leiden tot grotere variaties in stroomsnelheden en waterdieptes en dus tot een toename van de potentiële vestigingsplaatsen van Vlottende waterranonkel.



Foto 13

De aan snel stromend water aangepaste Vlottende waterranonkel wordt slechts sporadisch aangetroffen in de diepe hoofdgeul van de Grensmaas. De voorgestelde stroomgeulverbreding en weerdverlaging zal waarschijnlijk een gunstige invloed hebben op het voorkomen van deze karakteristieke plant.

The water crowfoot, adapted to fast flowing water, is only seen sporadically in the deep trunk channel of the Grensmaas. The proposed widening of the stream channel and lowering of the floodplain is likely to boost the prevalence of this characteristic plant.

op de aanwezigheid van macro-evertebraten, die een belangrijke voedselbron vormen voor (met name) jonge vis.

Water- en oeverplanten worden begraasd door (herbivore) vogels en in minder mate muskus-

ratten en vissen. Herbivore watervogels waren in 1978-93 met gemiddeld 75% van alle watervogels de talrijkste groep (zie hoofdstuk 3). Vooraanmeerkoeten en zwanen ('s winters ook smienter en ganzen), consumeren grote hoeveelheden waterplanten. Zo kunnen grote velden waterplan-

ten tot op de bodem worden afgevreten (Overmars et al., 1992).

Toetsing aan de AMOEBE

Van de voorlopig vastgestelde AMOEBEsoorten (Projectteam, 1994) die zijn geïnventariseerd is Vlottende waterranonkel niet aangetroffen. Vlottende waterranonkel is indicatief voor stromende wateren. Deze soort wordt incidenteel in de Grensmaas aangetroffen. De overige AMOEBEsoorten zijn wel in en langs de Maas aangetroffen (figuur 3).

Engelse alant is een stroomdalplant die goed gedijt op plaatsen waar vers zand is afgezet in beведе uiterwaarden, die in de winter onder water staan. In 1992 is de Engelse alant ook veel aangetroffen op verharde oevers.

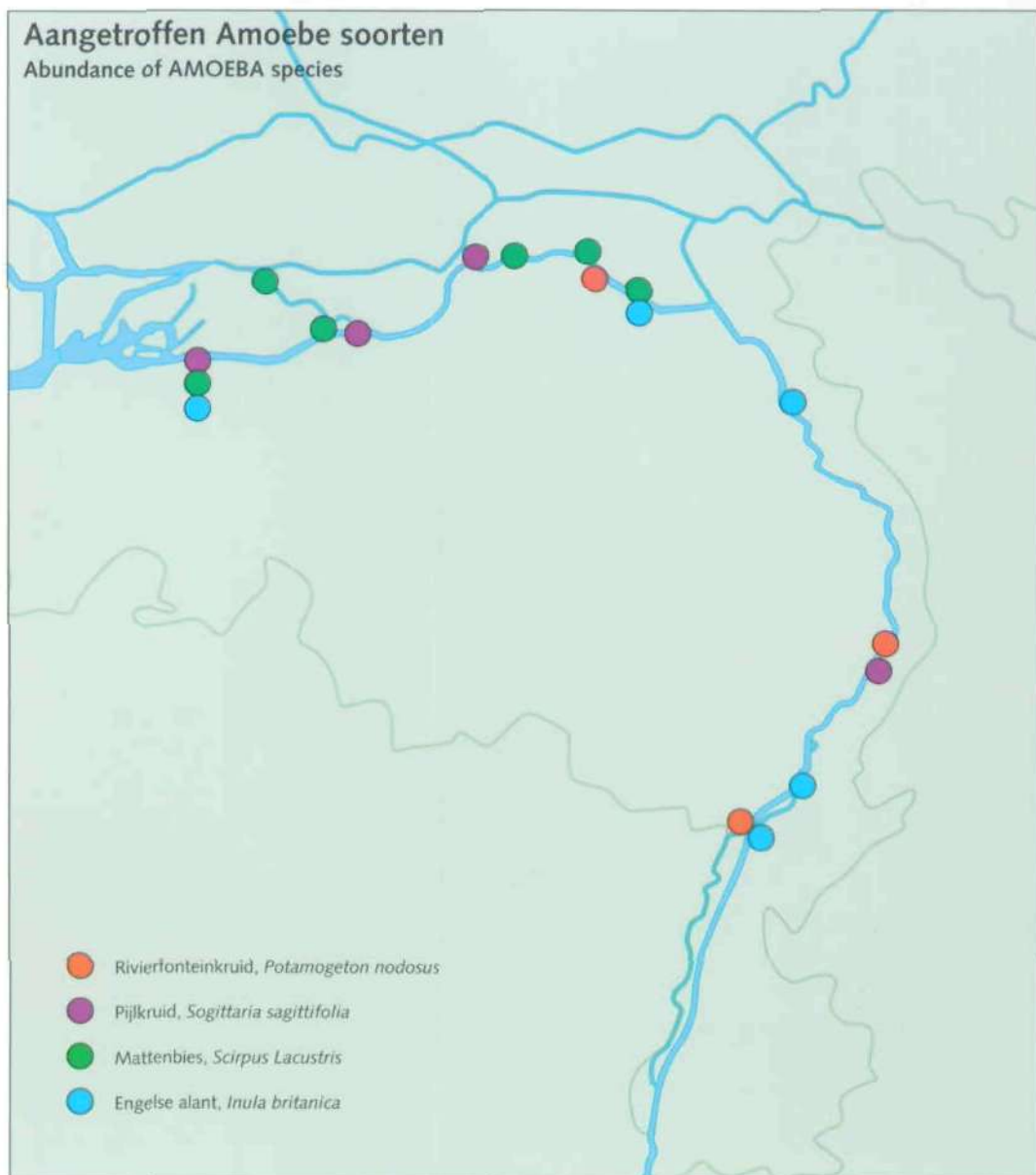
Biezen bezetten de buitenste gordel van de oeverplantzone op weinig geëxponeerde plaatsen. Mattenbies is gevoelig voor waterstandsfluctuaties in het zomerseizoen en komt daarom vooral voor in de benedenloop van de Maas.

Rivierfonteinkruid, een typische vertegenwoordiger voor (langzaam) stromende wateren,

wordt soms massaal aangetroffen in het grindgebied bij Roermond. Deze voorheen zeldzame waterplant breidt zich wellicht uit ten gevolge van de stijgende watertemperatuur in de Maas (Coops et al., 1993).

Pijlkruid is een oeverplant die typerend is voor de Maas. De soort komt vooral voor in stilstaand, tot matig stromend water in oude rivierarmen.

De Amoebesochorten Maasraket, Zomereik, Zwarte populier en Zwarte els zijn niet geïnventariseerd.



Figuur 3
Verspreiding in kilometerhokken van 4 AMOEBE-soorten langs de Maas in 1992. Distribution in square-kilometre sample areas of 4 AMOEBE (General method for ecosystem description and evaluation) species along the Meuse in 1992.

6. De ongewervelde dieren

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

De ongewervelde dieren (ook wel macrofauna of macro-evertebraten genoemd) vormen de soortenrijkste diergroep in de rivier. Ze bestaat o.a. uit weekdieren (slakken), insecten, wormen en bloedzuigers. Door een gebrek aan variatie in stroomsnelheid, bodemsubstraat en begroeiing komen in de Maas slechts een beperkt aantal soorten voor. De waterveruiling en met name het lage zuurstofgehalte heeft geleid tot een verdere afname van het aantal soorten.

Door de specifieke eisen die de verschillende soorten stellen aan hun leefomgeving vormen de soortenrijkdom en de dichtheid waarin de ongewervelde dieren voorkomen een goede afspiegeling van de mate waarin een rivier ecologisch gezond is. De ongewervelde dieren leven o.a. van plantaardig materiaal, detritus en zoöplankton. Dit materiaal filteren ze uit het water of schrapen het af van harde oppervlakken. Ze vormen een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels.

gens het ontbreken van een gestandaardiseerde bemonsteringsmethode.

Kunstmatig substraat

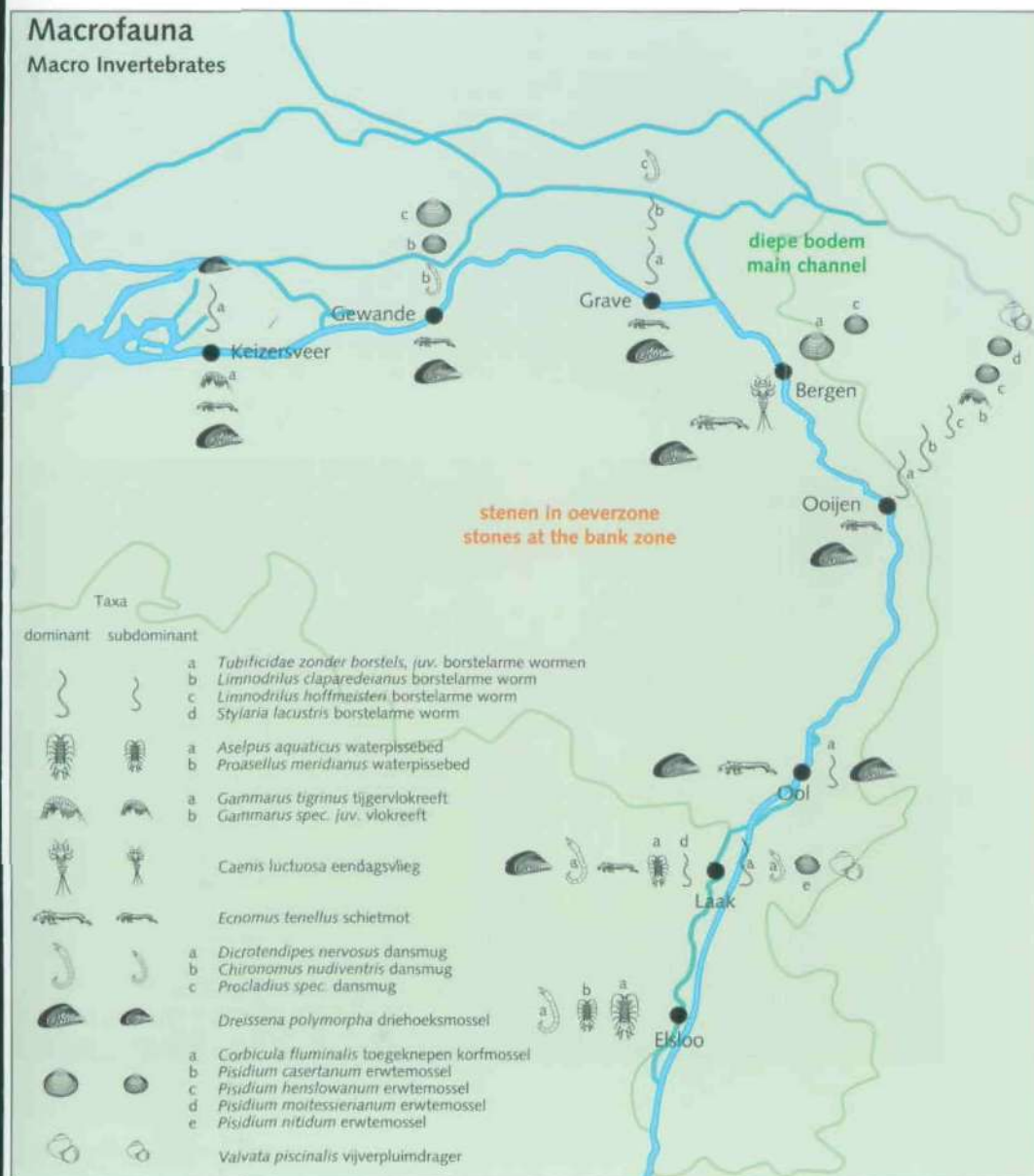
Alleen in de Gestuwde Maas is naast de biotoopbemonstering de soortensamenstelling van de ongewervelde dieren bepaald met kunstmatig substraat. Bovenstrooms van de stuwen bij Borgharen en Grave zijn korven met glazen knikkers op de rivierbodem geplaatst. In de periode april t/m oktober is dit kunstmatig substraat, met een interval van vier weken, in totaal zes maal bemonsterd (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1989). Op die manier kon een beeld worden verkregen van het aantalsverloop van taxa die een hard substraat prefereren.

Inleiding

Biotoopbemonstering

De biotopen "diepe bodem" en "stenen in de oeverzone" zijn bemonsterd in de Grensmaas (Els-

loo en Laak), de Gestuwde Maas (Ool, Bergen, Grave en Oijen) en de Getijde Maas (Gewande en Keizersveer) (Dudok van Heel *et al.*, 1991). De Maasplassen zijn dus niet bemonsterd. De biotoop "waterplanten" is niet bemonsterd we-



Figuur 1

De aanwezigheid van dominante en subdominante macrofauna taxa in de biotopen 'stenen in de oeverzone' en 'diepe rivierbodem'.

The presence of dominant and subdominant taxa in the biotopes 'stones in the littoral zone of macro-invertebrates' and 'deep river bottom'.

Resultaten en discussie

Bij de interpretatie van de gegevens wordt vooral aandacht besteed aan de dominante en subdominante taxa. Een taxon wordt dominant genoemd als de levensgemeenschap op een bepaalde plaats er voor 20% of meer uit bestaat. Taxa die voor 20% of meer deel uitmaken van een levensgemeenschap minus het aantal van de dominante soorten worden subdominant genoemd (Frantzen, 1991).

Biotoopbemonstering

Soorten en dichtheden

Op basis van dominantie van soorten kan geconcludeerd worden dat de biotoop "stenen in de oeverzone" in het traject Grensmaas (met de lokaties Elsloo en Laak) zich duidelijk onderscheidt van de overige trajecten. Tussen de overige trajecten bestaan onderling nauwelijks verschillen (figuur 1). Op de lokatie Laak (traject Grensmaas) zijn taxa aangetroffen die zowel bovenstrooms in de Grensmaas als in de drie stroomafwaartse trajecten (sub-)dominant waren. De oorzaak is naar alle waarschijnlijkheid dat in het verleden de Grensmaas op dit stuk beschikbaar is gemaakt. In vergelijking met de lokatie Elsloo is de rivier bij Laak veel dieper, riviermorfologisch heeft de rivier hier dan ook meer overeenkomst met de benedenstroomse lokaties.

Op grond van de beschikbare autoecologische informatie kunnen voor de dominante taxa de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Van de waterpissebed *Asellus aquaticus* is bekend dat deze tolerant is voor lage zuurstofconcentraties en verontreiniging met organische stoffen. Dit zou een reden kunnen zijn voor de (sub-)dominantie op de lokaties Elsloo en Laak. Het zijn de lokaties waar de vervuilinginvloeden vanuit de agglomeraties Luik en Maastricht het sterkst merkbaar zijn.

De Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* is een algemene bewoner van harde substraten in zowel stromende als stagnante wateren. Ook op de lokatie Elsloo zijn ze aangetroffen, echter in relatief geringe aantallen. Waterstandsfluctuaties moesten er op die lokatie de oorzaak van zijn dat zich

op de stenen in de oeverzone geen uitgebreide populatie van deze soort kan vestigen. Driehoeksmosselen hechten zich met byssusdraden vast op een harde ondergrond en zijn niet in staat om hun vestigingsplaats snel te verlaten als het waterpeil in de rivier daalt of de vervuiling te groot is.

De kokerjuffer *Ecnomus tenellus* komt algemeen voor op harde substraten in de benedenloop van grote rivieren. Deze soort is net als *Hydropsyche contubernalis* gevoelig voor de waterkwaliteit (Van Urk et al., 1993).

De eendagsvlieg *Caenis luctuosa* is op alle lokaties op de stenen in de oeverzone aangetroffen, zij het op de beide lokaties in de Grensmaas slechts met één enkel exemplaar. Dat deze soort op de lokatie Bergen dominant was heeft wellicht te maken met het relatief geringe aantal ongewervelde dieren dat op die lokatie op de stenen aanwezig was. De soort komt zowel in stromende en stilstaande wateren voor (Mol, 1985). Eendagsvliegen zijn in het algemeen relatief gevoelig voor een verslechtering van de waterkwaliteit. *Caenis*-soorten zijn vaak de eerste eendagsvliegen die weer terugkeren na verbetering van de waterkwaliteit. Behalve *C. luctuosa* is op de lokatie Gewande eveneens de soort *C. horaria* aange-

troffen. In 1986 werd nog een derde soort in lage aantallen in de biotoop "stenen in de oeverzone" aangetroffen, namelijk *Cloeon dipterum* (Peeters, 1988).

De larve van de dansmug *Dicrotendipes* gr. *nervosus* is een bewoner van stagnante en stromende wateren. Volgens Brundin (1949) leven de larven vooral in slibbodem maar ze worden ook aangetroffen op stenen en planten. In Nederland is het verreweg de meest algemene soort binnen het genus *Dicrotendipes* (Kruseman, 1933). Op basis van onderzoek in september 1981 en april 1982 stelden Smit & Gardeniers (1986) vast dat dit taxon nauwelijks voorkwam in de buurt van Hermalle (benedenstrooms van Luik) waar de Maas sterk verontreinigd was. In stroomafwaartse richting namen de dichtheden echter snel toe. Ook in de Rijntakken behoort *D. gr. nervosus* tot de groep van de dominante soorten (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1991 en 1993).

In de biotoop "diepe rivierbodem" is een grotere variatie aanwezig in dominante en subdominante taxa dan in de biotoop "stenen in de oeverzone" (figuur 1). Een duidelijk longitudinaal verspreidingspatroon van deze taxa in deze biotopen is niet aanwezig. Met uitzondering van

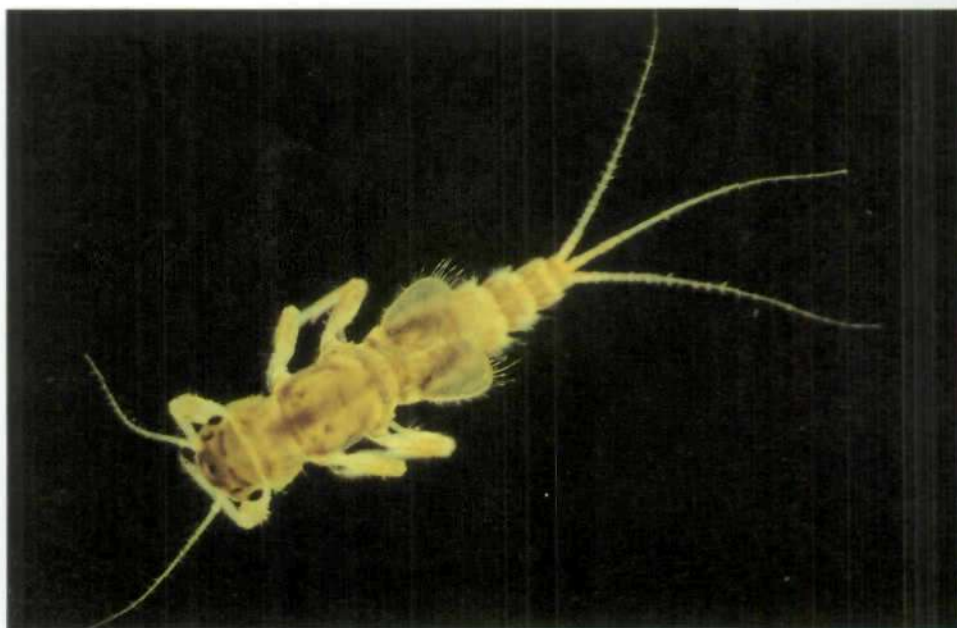


Foto 14

Terugkeer van de eendagsvliegen van het geslacht *Caenis*, zoals de hier afgebeelde *Caenis luctuosa*, zijn een indicatie dat de waterkwaliteit beter wordt.

Return of the mayflies of the family Caenis, like the Caenis luctuosa shown here, is an indication that the water quality is improving.

Tabel 1

De biomassa, uitgedrukt als asrvij drooggewicht, van de belangrijkste groepen van ongewervelde dieren in de biotopen "stenen in de oeverzone" en "diepe rivierbodem". (El = Elsloo, La = Laak, Oo = Ool, Oi = Oijen, Be = Bergen, Gr = Grave, Ge = Gewande en Ke = Keizersveer).

Groep	Stenen oeverzone, g/m ²								Diepe rivierbodem, g/m ²						
	Grensmaas		Gestuwde Maas				Getijde Maas		Grensmaas		Gestuwde Maas			Getijde Maas	
	El	La	Oo	Oi	Be	Gr	Ge	Ke	La	Oo	Oi	Be	Gr	Ge	Ke
Borstelarme wormen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,2	0,3	0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1
Bloedzuigers	0,4	0,2	0,4	0,1	1,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Driehoeksmosselen	0,4	0,2	180	310	7,2	78	200	65	<0,1	77	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,0
Overige mosselen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,9	2,0	0,5	4,4	1,2	9,2	8,4
Slakken	0,4	1,4	0,1	10	0,1	2,0	0,6	0,4	1,6	18	0,2	<0,1	18	0,2	9,3
Vlokkreeften	0,1	0,6	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

de Driehoeksmosel (*D. polymorpha*) zijn het allemaal bewoners van zand- en/of slibbodems. Dat de Driehoeksmosel op de bemonsteringslocatie Ool dominant was, duidt er op dat de top-laag van de bodem deels uit grind moet hebben bestaan.

Over de taxa van het biotoop diepe rivierbodem die in het voorgaande zijn besproken, kan het volgende worden opgemerkt.

De borstelarme wormen en de slak *Valvata piscinalis* bleken in 1988 en 1990 in het noordelijk deltabekken dominant voor te komen in de diepe bodems (Dudok van Heel et al., 1991), hetgeen de voorkeur van deze taxa onderstreept voor sedimentatiegebieden. *Limnodrilus clapparedianus* en *L. hoffmeisteri* zijn tevens bekend van sterk vervuilde bodems (Verdonschot, 1981). Ook erwtemosselen zijn zeer sterk gebonden aan slibrijke bodems. De soort *Pisidium henslowanum* heeft een algemene verspreiding met een voorkeur voor stromend of in ieder geval bewegend water (Janssen & De Vogel, 1965). De Toegeknepen korfmossel (*Corbicula fluminalis*) is een recente immigrant, die een voorkeur lijkt te hebben voor de wat grovere zandbodems.

Biomassa

Op basis van biomassa-bepalingen is de groep van de weekdieren (Mollusca) veruit de meest belangrijke groep in zowel de biotoop "stenen in de oeverzone" als "diepe rivierbodem". Deze groep wordt gevormd door driehoeksmosselen, slakken en overige mosselen, waarvan de biomassa afzonderlijk is bepaald (tabel 1).

Het aandeel van andere groepen van organismen, zoals de waterpissebedden, de kokerjuffers en de muggelarven was, ten opzichte van de in tabel 1 genoemde groepen, verwaarloosbaar.

Borstelarme wormen, vlokkreeften en bloedzuigers vormden uitsluitend substantiële biomassa's in respectievelijk de diepe rivierbodem en op de stenen in de oeverzone. Aangezien de Driehoeksmosel zich moet kunnen vasthechten aan stevige voorwerpen is het logisch dat de biomassa van deze soort op de stenen veel groter was dan op de rivierbodem.

Kunstmatig substraat

In figuur 2 zijn voor de beide lokaties de dominante en subdominante taxa gegeven zoals aan-

getroffen op de verschillende bemonsteringsdata.

Drie taxa bleken gedurende de totale periode dominant of subdominant te zijn. Op beide lokaties was dat het geval voor de muggelarv *Dicrotendipes gr. nervosus* en de waterpissebed *Asellus aquaticus*. De tijgervlokkreeft *Gammarus tigrinus* was uitsluitend dominant in Grave.

De dominantie van *D. gr. nervosus* is wellicht deels te wijten aan de waterkwaliteit en aan de plaats waar het kunstmatig substraat in de rivier is gezet. In beide gevallen was dat aan de boven-

Referentie-onderzoek in Les Monthairons

Stan Kerkhofs

De Grensmaas in zijn huidige vorm is relatief arm aan planten en dieren. Om de kansen voor organismen die bij een natuurlijke grindrivier horen te vergroten is stroombedverbreding en weerdverlaging voorgesteld (Helmer et al., 1991). Om een indruk te krijgen welke organismen we terug mogen verwachten en hoe we bij de herinrichting de kansen voor deze planten en dieren kunnen vergroten wordt er referentie-onderzoek gedaan in meer natuurlijke rivieren. Hierbij kunnen historische gegevens uit het stroomgebied van de Grensmaas, maar ook vergelijkbare buitenlandse riviersystemen worden bestudeerd. De Maas ter hoogte van Les Monthairons (ten

zuiden van Verdun) is een systeem dat karakteristieke rivierelementen bevat die we graag terug willen in de Grensmaas zoals: nevengeulen, waterplanten, stagnante poelen en dood hout. Dit bovenstroomse gedeelte van de Maas lijkt een geschikt referentiegebied voor de Grensmaas. Er worden dan ook eendagsvliegen, kokerjuffers en waterkevers aangetroffen die uit de Grensmaas zijn verdwenen (Klink, 1994). Uit een studie van Paalvast (1993) blijkt bovendien dat de Maas bij Les Monthairons rijk is aan vis en in de uiterwaarden zeldzame planten en vogels (bijv. Kwartelkoning) voorkomen.



Foto 15

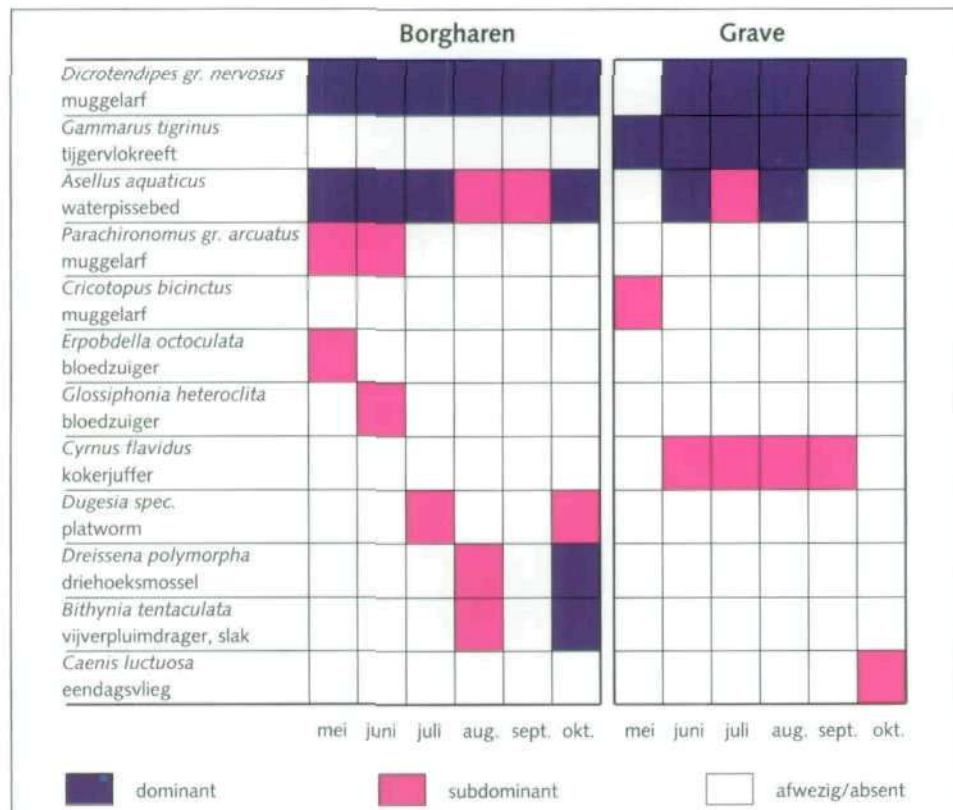
De bedekking van de grindbodem van de Grensmaas met algen en silt vormt een beperking voor ongewervelde dieren en vissen die afhankelijk zijn van hard substraat.

The algae and silt layer covering the gravel bottom of the Grensmaas poses an obstacle to invertebrates and fish that depend on a hard substratum.

stroomse zijde van de stuw, dus daar waar sedimentatie van het zwevende stof kan plaatsvinden.

De tolerantie van de waterpissebed *A. aquaticus* voor lage zuurstofconcentraties en verontreiniging met organische stoffen lijkt bepalend voor de dominantie bij Borgharen. Bekend is dat in de zomermaanden extreem lage zuurstofconcentraties in de Maas bij Eijdsden kunnen voorkomen (zie hoofdstuk 2, figuur 7). Aangenomen moet worden dat dit dan ook geldt voor Borgharen boven de stuw. Door de geringe afstand van de bovenstrooms gelegen agglomeratie Luik moet de lokatie Borgharen nog sterk onder invloed staan van vervuiling met industrieel en huishoudelijk afvalwater.

Dat de Maas in Nederland bovenstrooms meer vervuild is dan verder stroomafwaarts blijkt uit een vergelijking van het aantal aangetroffen taxa op het kunstmatig substraat. In de monitoringperiode werden op de lokatie Borgharen 27 taxa aangetroffen tegen 67 op de lokatie Grave.



Figuur 2 De aanwezigheid van dominante en subdominante macrofauna taxa in kunstmatig substraat bij de stuwen van Borgharen en Grave. The presence of dominant and subdominant of macro-invertebrates taxa in the artificial substratum near the dams of Borgharen and Grave.

Biotop	Aantal taxa										
	Tric	Olig	Hiru	Moll	Crus	Cole	Ephe	Odon	Trih	Chir	Tot
stenen oeverzone	4	9	6	15	4	1	2		6	13	60
diepe rivierbodem	1	9	6	20	5		1		1	16	59
kunstmatig substraat	2	N	8	15	9	1	2	1	5	20	63
uitsluitend stenen oeverzone ¹	4	2	1	3		1	1		5	6	23
uitsluitend diepe rivierbodem ²		1	1	9	1					9	21
uitsluitend op kunstmatig substraat			1	6	4			1	1	12	25

¹ alleen voorkomend op de stenen in de oeverzone en niet in/op de diepe rivierbodem;
² alleen voorkomend in/op de diepe rivierbodem en niet op de stenen in de oeverzone;
 N = niet gedetermineerd

Tabel 2

Het aantal taxa in de onderzochte natuurlijke biotopen en op het kunstmatig substraat in 1992.

(Tric = Tricladida (platwormen), Olig = Oligochaeta (borstelarme wormen), Hiru = Hirudinea (bloedzuigers), Moll = Mollusca (weekdieren), Crus = Crustacea (kreeftachtigen), Cole = Coleoptera (kevers), Ephe = Ephemeroptera (eendagsvliegen), Odon = Odonata (libellen), Trih = Trichoptera (kokerjuffers), Chir = Chironomidae (dans- of vedermuggen), Tot = Totaal aantal).

De Tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* is een immigrant uit Noord-Amerika. In de Rijn (takken) is het een dominante soort op harde substraten. De Maas lijkt een minder geschikt leefgebied wegens het veel lagere chloridegehalte. Dat de soort bij Grave dominant op het kunstmatig substraat voorkwam moet het gevolg zijn van migratie vanuit de Waal via het Maas-Waalkanaal. Dit ka-

naal mondt ongeveer 10 km bovenstrooms van Grave uit in de Maas. Ook op de stenen in de oeverzone in het stuwpand Grave-Sambeek is de soort waargenomen, echter niet in dominante of subdominante aantallen.

Synthese

In de biotopen "stenen in de oeverzone" en "diepe rivierbodem" en op het kunstmatig substraat zijn in totaal 106 verschillende taxa van ongewervelde dieren aangetroffen. Ongeveer 20-25% van de taxa kwam slechts in één van de onderzochte biotopen voor (tabel 2). Belangrijke groepen van organismen waren de weekdieren (Mollusca) en de vedermuggen (Chironomidae), vertegenwoordigd met respectievelijk 30 en 34 taxa. Van de overige groepen kwamen 10 of minder taxa voor. Opgemerkt moet worden dat de borstelarme wormen (Oligochaeta) van het kunstmatig substraat niet zijn gedetermineerd tot op soort.

De soortensamenstelling van ongewervelde dieren in de Maas wordt voornamelijk bepaald door soorten die tolerant zijn voor vervuiling van het water. Dit is met name het geval bij Borgharen. Verder benedenstrooms neemt het aantal soorten toe omdat door het zelfreinigend vermogen van de rivier en de bezinking van slib, de verontreinigingsgraad afneemt en het zuurstofgehalte toeneemt. Deze resultaten worden bevestigd door onderzoek van Frantzen (1991) en van Keltelaars & Frantzen (in prep).

7. Zoöplankton

Gerda M. van Dijk en Bob van Zanten (RIVM)

Zoöplankton is een groep van ongewervelde dieren die bestaat uit cladocera, copepoda en rotifera. Volwassen cladocera en copepoda behoren tot het grote zoöplankton, de rotifera tot het kleine zoöplankton.

Zoöplankton begraaft het fytoplankton en bacteriën. Deze begroting is soms soortspecifiek, hetgeen wil zeggen dat bijv. enkele soorten diatomeën consumeren terwijl andere zoöplanktonsoorten graag groenalgen eten. Enkele grote zoöplanktonsoorten prederen ook kleine soorten zoöplankton. Het grotere zoöplankton is belangrijk voedsel voor jonge vis.

In de rivieren zijn de dichtheden van cladocera en copepoda in het algemeen veel lager dan in (eutrofe) meren. Dit verschil wordt vooral toegeschreven aan de relatief korte verblijftijd van het water in de rivier. Doorgaans wordt in de bovenloop nauwelijks zoöplankton aangetroffen, terwijl langs de lengte-as van een rivier de zoöplanktondichtheid toeneemt. In de benedenloop kunnen aanzienlijke dichtheden worden aangetroffen. Met name in een gestuwde eutrofe rivier als de Maas kan het zoöplankton in de meest stroomafwaartse delen relatief hoge dichtheden bereiken.



Foto 16

Binnen de groep zoöplankton zijn de raderdieren (rotifera) de kleinste vertegenwoordigers. *Keratella cochlearis* is hier van de meest talrijke vertegenwoordiger in de Maas. (vergroting 400x).

The Rotifers are the smallest members of the zooplankton. Keratella cochlearis is the most abundant member of this group in the Meuse (magnified 400x).

Inleiding

De soortensamenstelling en de dichtheid van het zoöplankton in de Maas is, door het RIVM, in 1992 op de lokaties Eijsden en Keizersveer tweewekelijks bepaald (Snoek *et al.*, 1992). Met behulp van een steekbuis is 25 liter van de bovenste 1,5 meter van de waterkolom bemonsterd en over een planktonnet van 50 µm gegoten.

Het zoöplankton is onderverdeeld in de Rotifera (= raderdier) en Crustacea. De Crustacea zijn onderscheiden in de groepen Copepoda en Cladocera. De Rhizopoda zijn niet in beschouwing genomen gezien de relatief geringe bijdrage. Daar er geen vergelijkbare gegevens uit voorgaande jaren zijn, worden in dit hoofdstuk alleen de verzamelde gegevens uit 1992 besproken.

Resultaten en discussie

Dichtheid

In 1992 vertoonde het zoöplankton een duidelijk seizoensverloop. In de winterperiode (ca. november-februari) werden minder dan 5 exemplaren per liter aangetroffen. In mei bedroegen de maximale dichtheden bij Eijsden en Keizersveer respectievelijk ca. 800 en 1900 exemplaren

per liter (figuur 2). Bij Eijsden was er in de periode eind juli-augustus nog een tweede piek te onderscheiden met een dichtheid van ca. 5000 exemplaren per liter. Gedurende het voorjaar (maart-mei) was de zoöplanktondichtheid bij Keizersveer hoger dan die bij Eijsden. Vanaf eind juli werden de hoogste dichtheden bij Eijsden aangetroffen. Deze hogere dichtheden bij Eijsden in de tweede helft van het seizoen hangen waarschijnlijk direct samen met de lagere afvoer en dus de langere verblijftijd van het water ten opzichte van de eerste helft van het seizoen met hogere afvoeren (zie hoofdstuk 2; figuur 4). Bovendien was de watertemperatuur in die periode relatief hoog (zie hoofdstuk 2; figuur 5), waardoor de ontwikkelingstijd van het zoöplankton doorgaans korter is.

Soortensamenstelling

Zowel bij Eijsden als Keizersveer werd het zoöplankton gedomineerd door Rotifera, het aandeel van Copepoda en Cladocera is gering. Bij Keizersveer was het relatieve aandeel Cladocera van de zoöplanktondichtheid hoger dan bij Eijsden (Figuur 1). Dit wordt mede verklaard een langere ontwikkelingstijd van Cladocera ten op-

Raderdier

Hero Prins

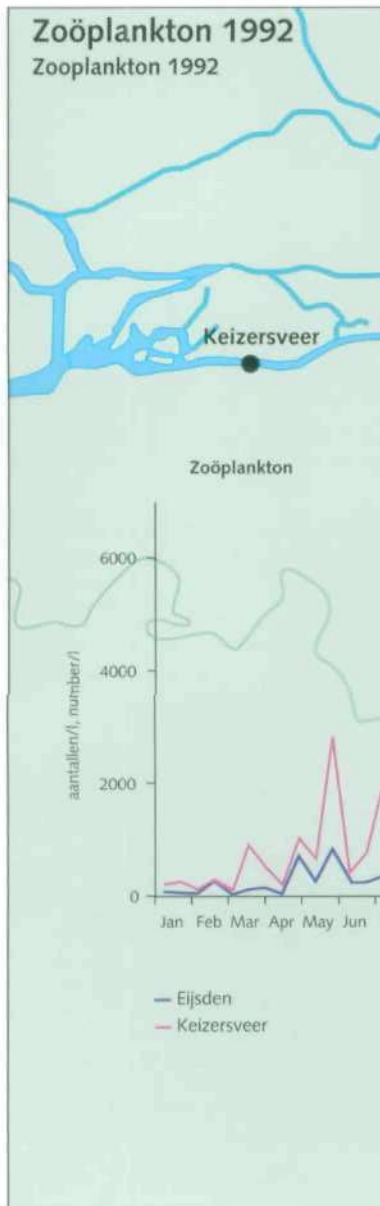
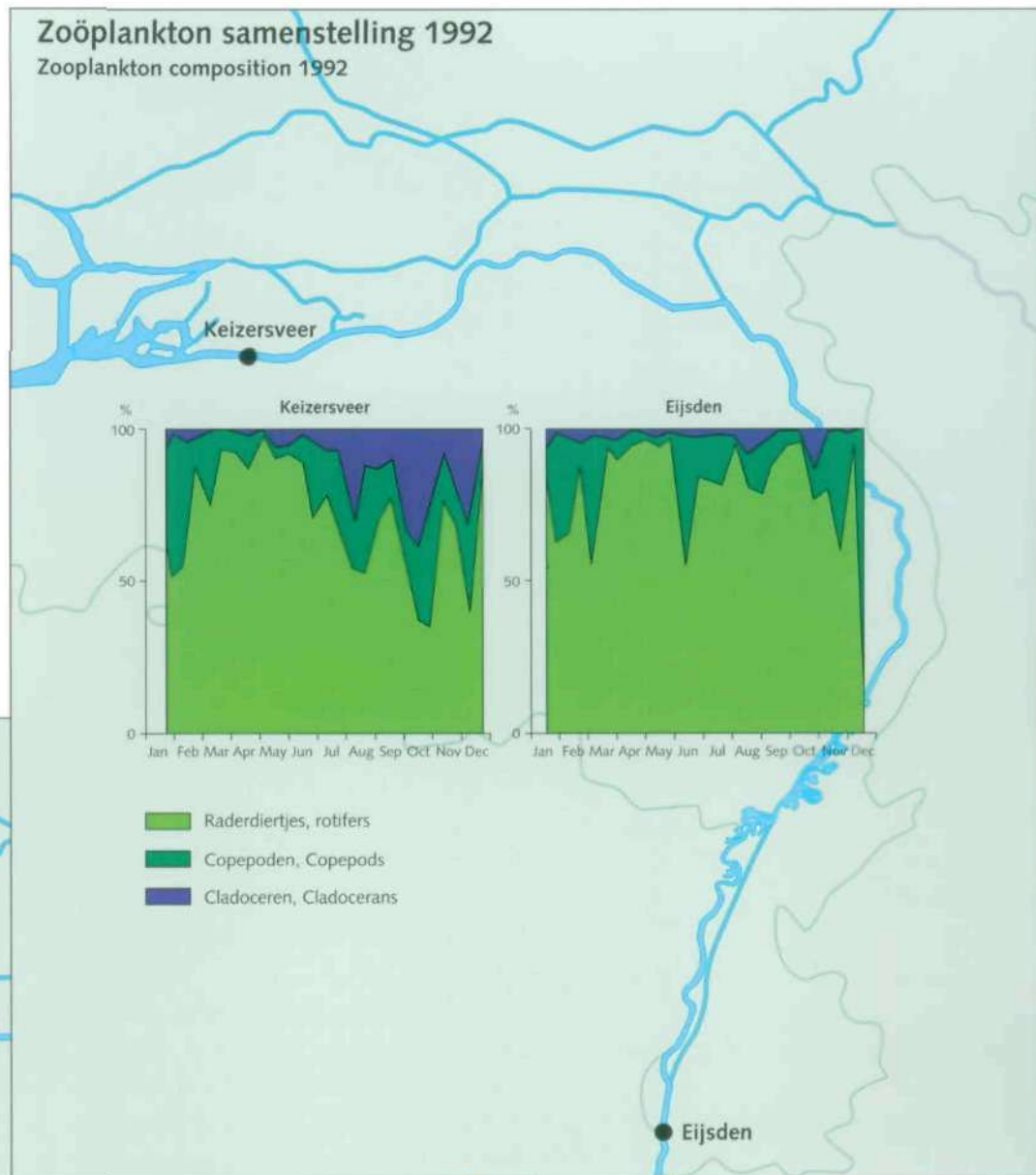
Het zoöplankton in de Maas wordt gedomineerd door Rotifera. Rotifera, ook wel raderdier genoemd, zijn te herkennen aan een zone met trilharen aan de voorkant van het lichaam. Er zijn zo'n 2000 soorten bekend. In de Maas worden de Rotifera gedomineerd door *Brachionus angularis* en *Keratella cochlearis*. Het lichaam van de Rotifera is omgeven door een stevige cuticula. De levensduur in het Nederlandse klimaat is ongeveer 10 dagen.

De voortplanting en levensduur van Rotifera worden gestuurd door de temperatuur.

Onder warme omstandigheden ontwikkelen populaties zich beter. Een ondiepe plas, die sneller opwarmt dan het water in de rivier, kan dan ook een belangrijke functie vervullen als broedkamer voor de Rotifera gemeenschap in de rivier.

Ieder watertype heeft zijn eigen Rotifera samenstelling. In de rivier komen vooral de raderdieren voor die goed zijn aangepast aan stromend water. Onder optimale omstandigheden vinden we alleen vrouwelijke Rotifera. Naarmate de omstandigheden slechter worden, worden er meer mannelijke Rotifera aangetroffen zodat geslachtelijke voortplanting kan plaatsvinden. De eieren die hier uit voortkomen hebben een harde schaal zodat ze ongunstige periodes kunnen overbruggen.

Figuur 1
Soortensamenstelling van het zoöplankton in de Maas bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Zoöplankton composition in the Meuse at Eijsden and Keizersveer in 1992.



Figuur 2
Verloop van de dichtheid van het zoöplankton in de Maas bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Development of zoöplankton density in the Meuse at Eijsden and Keizersveer in 1992.

zichte van Rotifera. Bovendien vormen de relatief lage stroomsnelheden bij Keizersveer gunstigere levensomstandigheden voor de Cladocera dan de relatief hoge stroomsnelheden bij Eijsden. Op beide monsterpunten worden de Rotifera gedomineerd door de soorten *Brachionus angularis*, *Keratella cochlearis*, *B. calyciflorus* en *K. quadrata*, de Copepoda door Nauplius en Cladocera door *Bosmina* sp.

Het seizoensverloop van de vier dominante Rotifera is weergegeven in figuur 3. De enorme piek in zoöplanktonaantallen in augustus bij Eijsden

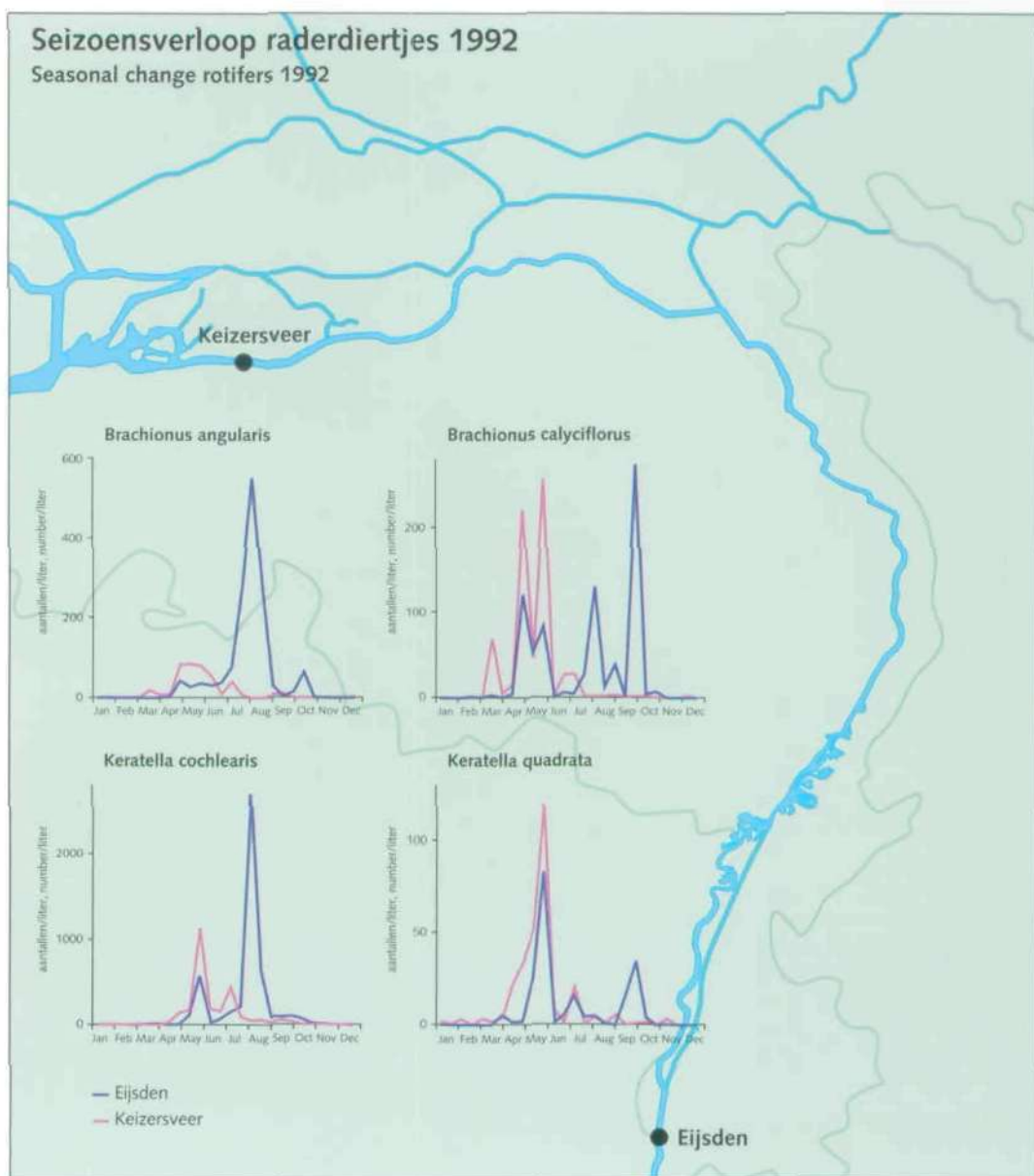
werd grotendeels veroorzaakt door hoge aantallen *B. angularis* en *K. cochlearis*.

Synthese

De zoöplanktondichtheden in de Maas in 1992 zijn vergelijkbaar met die in de Rijn gedurende de periode 1987-1991 (van Dijk & van Zanten, 1994) maar zijn veel lager dan de gebruikelijke dichtheden in eutrofe meren. In de Loosdrechtse plassen zijn Crustacea in dichtheden van 2000 exemplaren per liter en Rotifera in dichtheden van 9000 exemplaren per liter niet ongevo-

(Gulati, 1990; Gulati et al., 1992). Deze verschillen in dichtheden en soortensamenstelling tussen rivieren en meren kunnen worden verklaard uit de relatief korte verblijftijd van het water in de rivier. Raderdiertjes hebben namelijk een veel kortere ontwikkelingstijd dan Crustacea.

De hier gepresenteerde resultaten uit 1992 zijn niet zonder meer te vergelijken met oudere data, aangezien vroeger onderzoek meer semi-kwantitatief was. De dichtheden werden doorgaans geschat zonder dat duidelijk was welke criteria hierbij werden gehanteerd. Als we dit in acht ne-



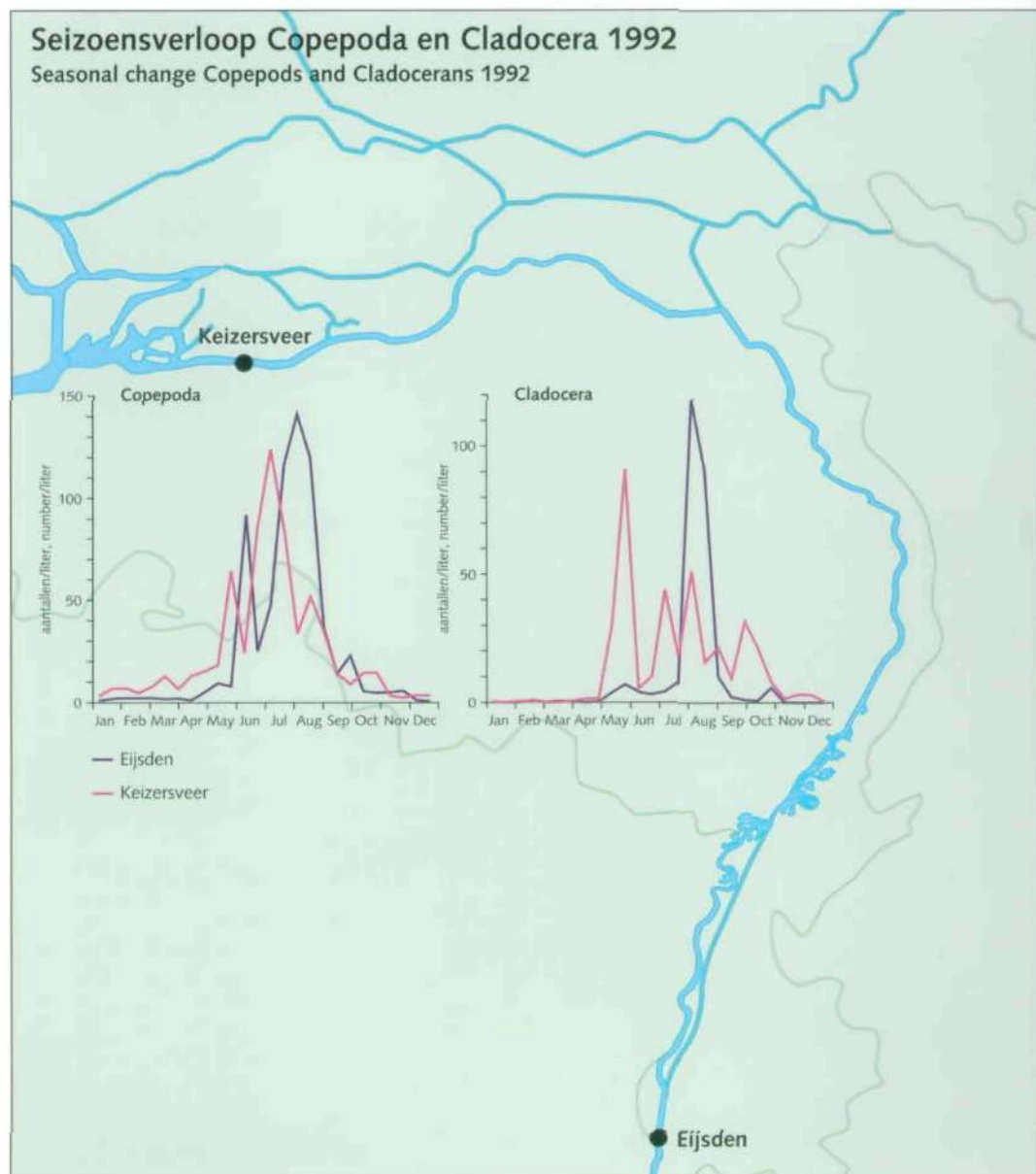
Figuur 3
Het seizoensverloop van 4 dominante Rotifera in de Maas bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Seasonal development of 4 dominant types of Rotifera in the Meuse at Eijsden and Keizersveer in 1992.

men, lijken de aantallen van de soorten *B. angularis* en *K. cochlearis* in de loop van de eeuw enigszins te zijn toegenomen. In 1918 werden ca. 100 tot 250 exemplaren per liter van de bovengenoemde soorten aangetroffen, in het begin van de jaren zeventig 100 tot 500 exemplaren per liter (Peelen, 1975). In 1992 werden vergelijkbare dichtheden aangetroffen als begin jaren zeventig met een uitschieter van bijna 2500 exemplaren

per liter voor *K. cochlearis* in augustus bij Eijsden. Deze trend in toename van dichtheden van deze twee Rotifera hangt waarschijnlijk nauw samen met de toegenomen chlorofyl-a concentraties in de loop van deze eeuw.

Er is relatief weinig bekend over de invloed van predatie door vis op het zoöplankton in de Maas. Op basis van een studie van Bergers (1991) mag

worden aangenomen dat zoöplankton vooral door juveniele vis wordt geconsumeerd. Ook volwassen Blankvoorn eet zoöplankton. In de Loire zijn relatief lage dichtheden van de grotere zoöplanktonsoorten deels het gevolg zijn van selectieve predatie door vis (Pourriot et al., 1982). Mogelijk speelt selectieve predatie ook in de Maas een rol.



Figuur 4
Het seizoensverloop van copepoda en cladocera bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Seasonal development of copepoda and cladocera at Eijsden and Keizersveer in 1992.

8. Fytoplankton

Ronald Bijkerk (Koeman en Bijkerk bv.) en Hero Prins (RIZA)

Fytoplankton is de verzamelnaam voor microscopisch kleine algen die in het water zweven. Deze organismen vormen de belangrijkste basis voor de voedselketens in rivieren en meren. Een deel van de algenflora bestaat uit soorten die losgeraakt zijn van stenen in het stroombed van de rivier en de aanvoerende beken. Een ander deel bestaat uit echte planktonsoorten die hun hele levenscyclus in de waterkolom volbrengen.

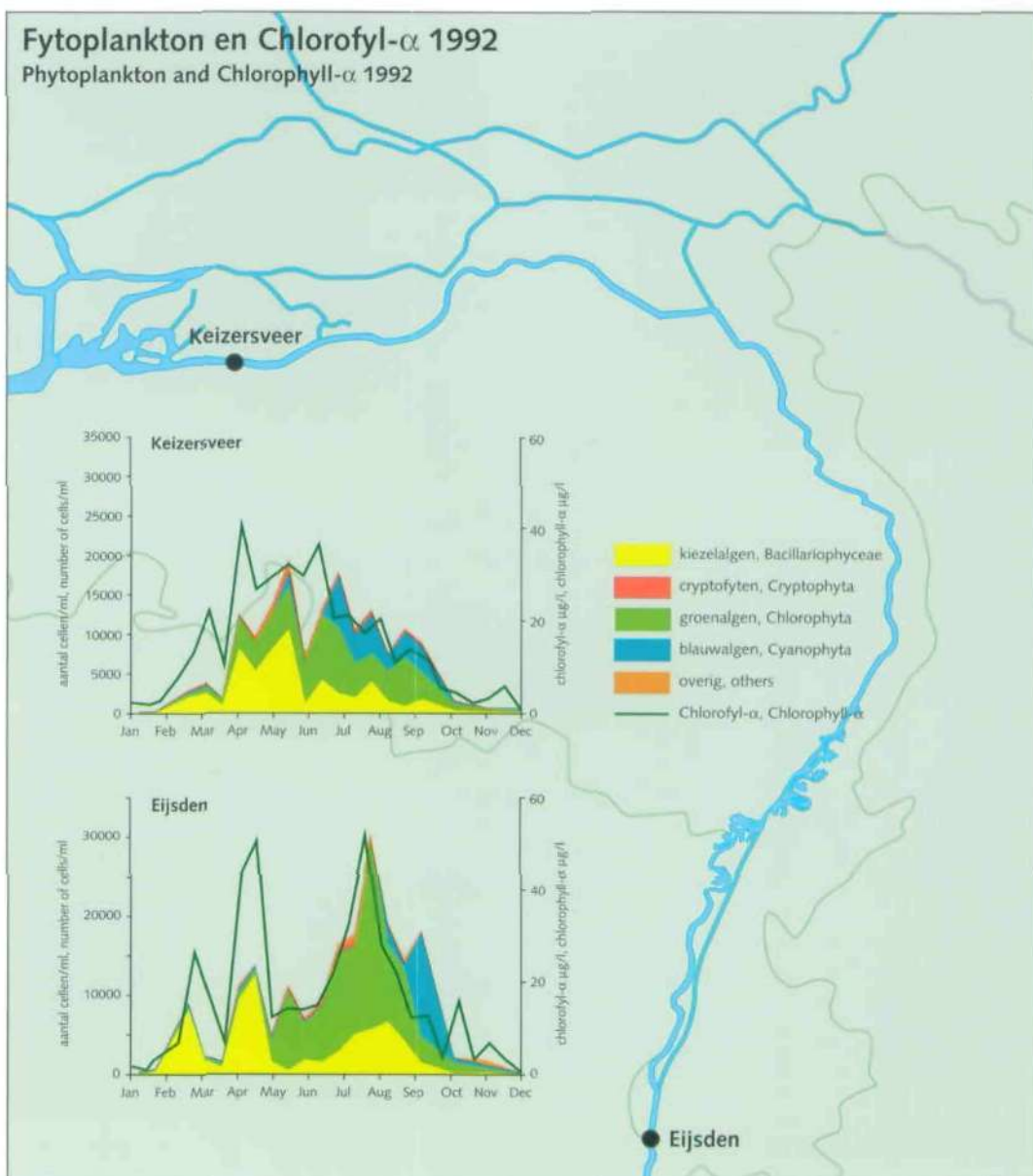
Naarmate het water langzamer gaat stromen kunnen algen in de waterkolom zich beter ontwikkelen. De hoeveelheid planktonalgen neemt daarom in stroomafwaartse richting eerst toe om daarna geleidelijk weer af te nemen. Deze afname wordt veroor-

zaakt door de toenemende begrazing door zoöplankton, dat zich in de benedenloop kan ontwikkelen en door de sedimentatie van planktonalgen wanneer het rivierwater in het Hollandsch Diep/Haringvliet tot rust komt.

De fytoplanktensamenstelling in de Maas is, met het grote aandeel van groenwieren, verschillend van de planktonflora van de Rijn. Ook blauwwieren, die aangevoerd worden vanuit geëutrofiëerde Maasplassen, zijn van tijd tot tijd talrijk. De meest talrijke soort is het kiezelwier *Stephanodiscus hantzschii*. De dichtheid van deze soort is de afgelopen decennia duidelijk toegenomen door eutrofiëring in combinatie met een lage graasdruk van zoöplankton.

Inleiding

Het fytoplankton in de Maas is, door het RIVM, in 1992 maandelijks onderzocht op de locaties Eijsden en Keizersveer (Snoek *et al.*, 1992). Met behulp van een steekbuis is 22 liter van de bovenste 1,5 meter van de waterkolom bemonsterd. Van dit mengmonster is 2 liter gebruikt voor de chlorofyl-a bepaling en 2 liter voor de bepaling van de soortensamenstelling en de dichtheid.



Figuur 1
Verloop van het chlorofyl-a gehalte en de dichtheid van de belangrijkste fytoplanktongroepen in de Maas bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Development of the chlorophyll a content and the density of the major phytoplankton groups in the Meuse at Eijsden and Keizersveer in 1992.

Resultaten en discussie

Chlorofyl-*a* in 1992

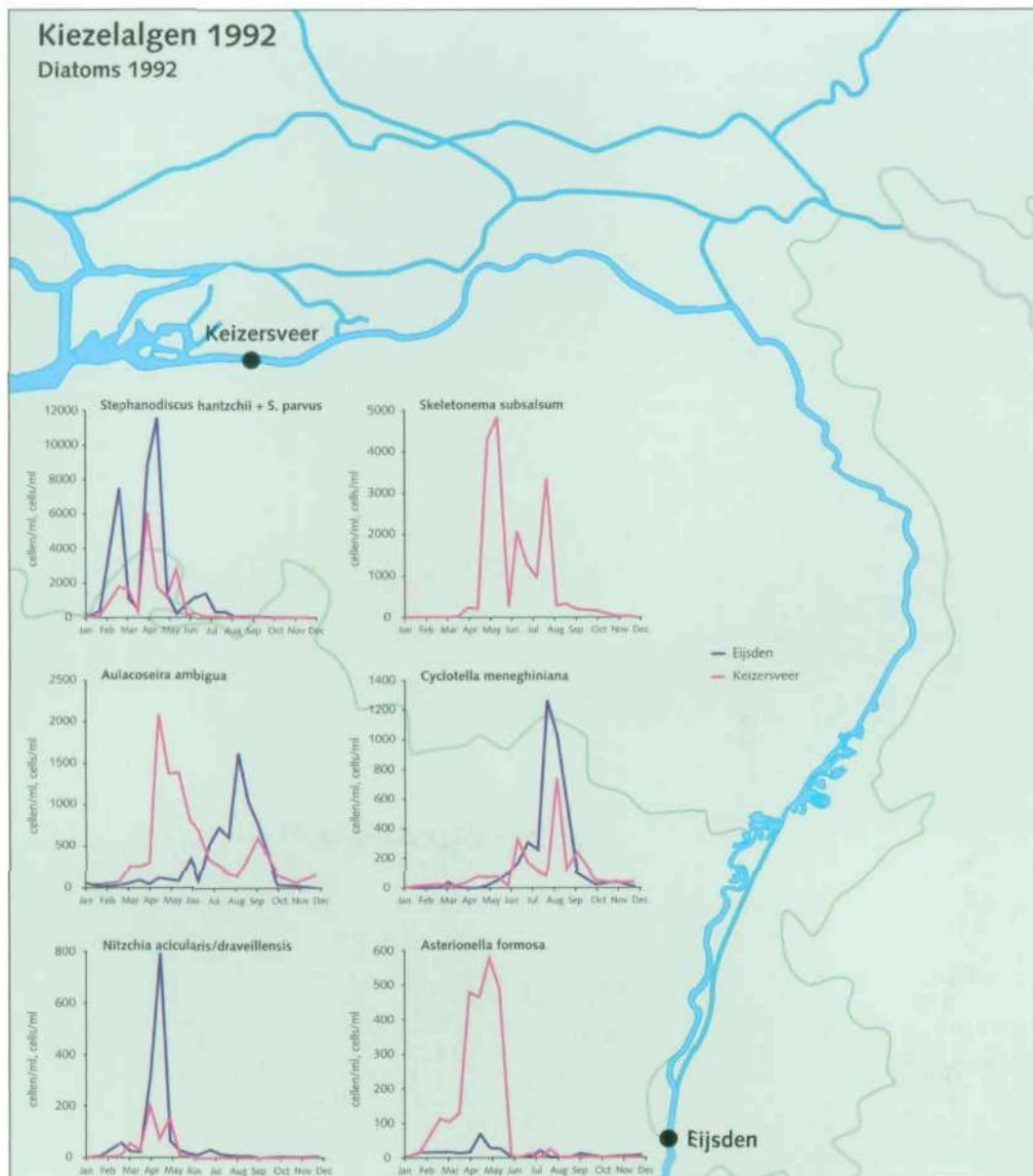
Het chlorofyl-*a*-gehalte is een maat voor de hoeveelheid biomassa van het fytoplankton. In 1992 vertoont het chlorofyl-*a*-gehalte een duidelijk jaarverloop, met een maximum van 40 à 50 µg Chl*a*/l in april (figuur 1). Bij Eijsden worden hogere Chl*a*-maxima gevonden dan bij Keizersveer. Het verloop vanaf april is verschillend op beide locaties. In de maanden mei-juni zijn de gehalten bij Eijsden twee maal lager dan bij Keizersveer, bij Eijsden echter wordt begin augustus een tweede piek van 50 µg Chl*a*/l waargenomen,

terwijl de gehalten bij Keizersveer vanaf juni geleidelijk afnemen.

Soortensamenstelling en dichtheid in 1992

In de eerste helft van 1992 bestaat de fytoplanktongemeenschap voor het grootste deel uit kiezelwieren (figuur 2). *Stephanodiscus hantzschii* is gedurende februari-mei verreweg de talrijkste soort, met een gemiddelde dichtheid van 3.600 cellen per ml te Eijsden en 1.800 bij Keizersveer (figuur 2). Bij Keizersveer wordt de dominantie van *S. hantzschii* in mei doorbroken door achtereenvolgens *Aulacoseira ambigua* en *Skeletonema subsalsum*. Tot in augustus is de laatstgenoemde

soort opvallend aanwezig met een gemiddelde dichtheid van 1.500 cellen per ml. Bij Eijsden is deze soort vrijwel afwezig. Hier neemt vanaf mei de hoeveelheid groenalgen sterk toe. De soorten met hoge gemiddelde dichtheden zijn *Tetrastrium staurogeniæforme*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus costato-granulatus* en *Scenedesmus opoliensis*. Het meest talrijk echter zijn kleinere groenwieren (< 5 µm), zoals *Marvania geminata*, *Dictyosphaerium subsolitarum* en niet nader te determineren kleine celletjes. Genoemde soorten zijn zeer algemeen in de rijkswateren. Enkele groenwiersoorten uit de Maas zijn schaars in andere, door de Rijn beïnvloede



Figuur 2
Seizoensverloop van de dichtheid van 6 dominante Kiezelalgen bij Eijsden en Keizersveer in 1992.
Seasonal developments in the density of 6 dominant diatoms at Eijsden and Keizersveer in 1992.

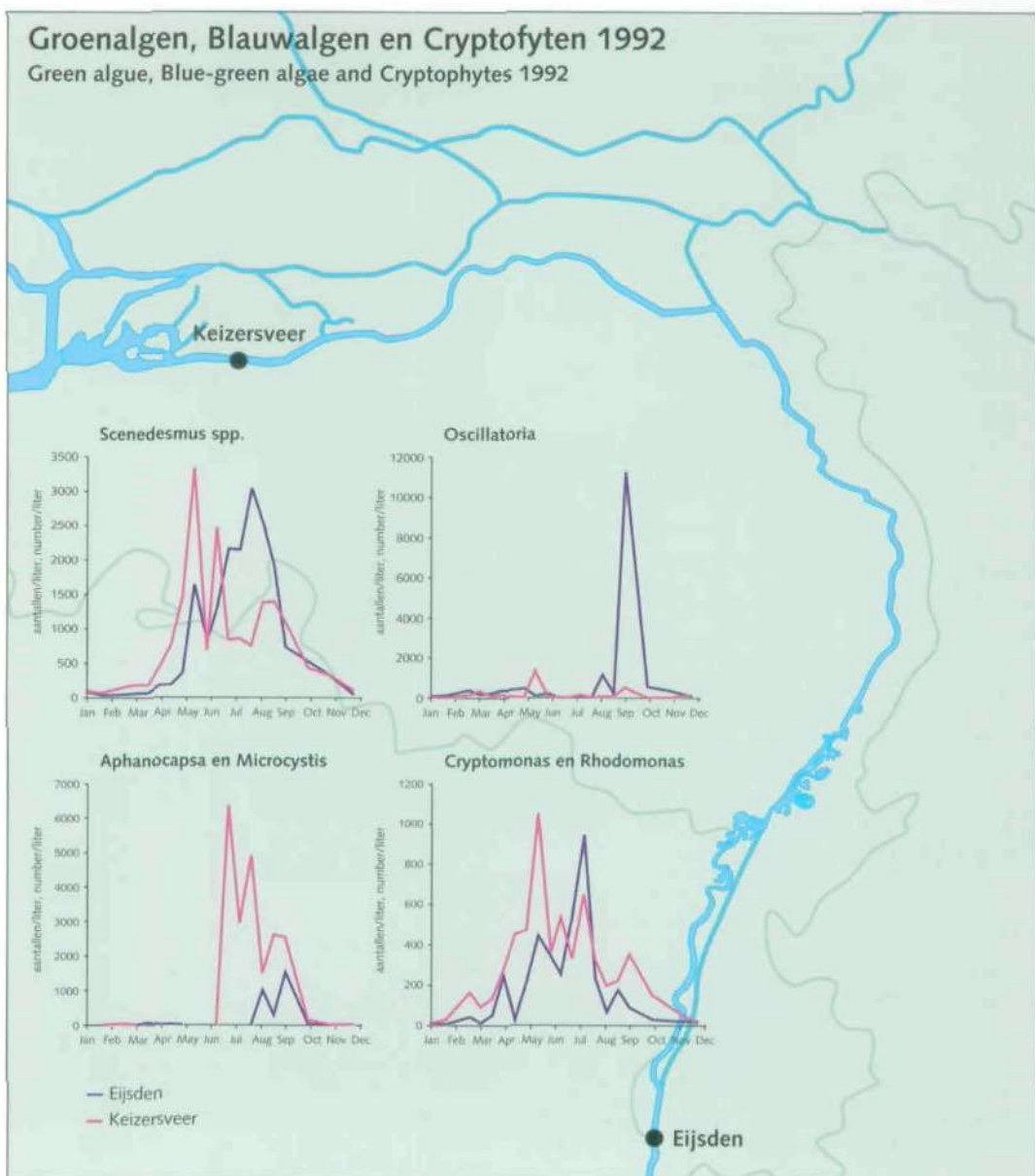
rijkswateren en kunnen beschouwd worden als typisch voor de Maas. Dit zijn *Neodesmus danubialis*, *Micractinium pusillum* en *Pseudotetrastrum punctatum*. Bij Keizersveer is de soortensamenstelling van de groenwierflora overeenkomstig maar zijn de gemiddelde dichtheden wat lager. Vanaf half juli is hier sprake van een bijdrage van blauwieren met soorten als *Aphanocapsa elachista*, *Microcystis aeruginosa* en *Aphanizomenon flos-aquae* (figuur 3). Bij Eijsden blijft de dichtheid van blauwieren 's zomers laag; alleen in september doet zich een moment voor met relatief veel *Oscillatoria agardhii*. Op deze locatie treedt in de nazomer nog een duidelijke

pijk op van de kiezelwieren *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira ambigua* en *Aulacoseira granulata*.

Verschillen tussen Eijsden en Keizersveer in 1992

Een opvallend verschil tussen de fytoplanktonsaamenstelling op beide meetpunten is de dominantie van het kiezelwier *Skeletonema subsalsum* bij Keizersveer (figuur 2). Deze soort is ook in de Rijn één van de meest talrijke algensoorten en gedijt goed in wateren met een verhoogd zoutgehalte (Hasle & Evensen, 1976). Bij Eijsden werd in 1992 slechts tweemaal een individu waargeno-

men, wat doet vermoeden dat de fytoplanktonsaamenstelling bij Keizersveer sterk wordt bepaald door de aanvoer van populaties uit wateren die beïnvloed worden door de Rijn. Dit zou betekenen dat een vergelijking van de meetpunten Eijsden en Keizersveer geen informatie geeft over de stroomafwaartse ontwikkeling van het fytoplankton in de Maas. De relatief hogere dichtheid van groenalgen in de Maas bij Eijsden, in vergelijking tot de Rijn en het punt Keizersveer, kan verklaard worden uit het meer gestuwde karakter van de Maas. Hierdoor neemt de turbulentie af, waardoor algen langere tijd in de eufotische zone zullen kunnen verblijven. Van de



Figuur 3
Seizoensverloop van de dichtheid van groenalgen, cyanobacteriën (blauwalgen) en cryptofyten at Eijsden en Keizersveer in 1992.
Season developments in the density of green algae, cyanobacteria and cryptophytes at Eijsden and Keizersveer in 1992.



Foto 17

Kiezelwieren zijn de dominante groep algen in rivieren. Uit deze groep is *Stephanodiscus hantzschii* de meest algemene vertegenwoordiger. (vergroting 400x).

Diatoms are the dominant group of algae in rivers. The most general representative of this group is Stephanodiscus hantzschii (magnified 400x).

gemiddeld grotere hoeveelheid licht zullen groenwieren zoals *Dictyosphaerium* en *Micractinium* beter profiteren dan kiezelwieren.

Veranderingen in de fytoplanktensamenstelling sinds 1955

De fytoplanktensamenstelling in de Maas in Zuid-Limburg is in 1955 en 1959 onderzocht door Wibaut-Isebreë Moens (1956 en 1964) en in de zeventiger jaren door het RIZA (De la Haye, 1995). Een vergelijking van absolute dichtheden is niet goed mogelijk omdat de abundenties in vroegere jaren kwalitatief werden omschreven ("voorkomend", "veel voorkomend", e.d.), of omdat een andere bemonsteringsmethode (netplankton) of telmethode (individuen in plaats van cellen) werd gebruikt. Daarnaast moet rekening gehouden worden met verschillen in determinatie van soorten. Voor een vergelijking is dus een vertaalstap nodig, bijvoorbeeld door te kijken naar de eerste tien op jaarbasis meest talrijke soorten waarbij soorten worden weggelaten die in vroegere jaren niet kwantitatief bemonsterd werden.

De relatieve abundantie van pennate kiezelwieren, zoals *Fragilaria ulna* var. *acus* en *Diatoma tenuis* lijkt sinds de vijftiger jaren te zijn afgeno-

men (Tabel 1). Ook in het gebied rond Keizersveer kwamen pennate diatomeeën vroeger frequenter voor (Dresscher, 1969). Toegenomen is

de relatieve abundantie van centrale diatomeeën, zoals *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira ambigua* en *Skeletonema potamos* en van de cyanobacterie (blauw-wier) *Oscillatoria agardhii* (figuur 2 en 3). De laatste twee soorten kiezelwieren kwamen in de oudere lijsten in het geheel niet voor, maar *S. potamos* werd in de tachtiger jaren ook op het Belgische deel van de Maas voor het eerst gevonden (Descy & Willems, 1991). Vermoedelijk was deze soort vroeger te schaars om op te vallen. De kiezelwieren *Aulacoseira granulata* en *Nitzschia* cf. *acicularis* waren in de zeventiger jaren relatief minder talrijk. De groenwieren *Actinastrum hantzschii* en *Scenedesmus opoliensis* daarentegen, werden juist in de zeventiger jaren relatief veel in de Maas aangetroffen.

Het belangrijkste verschil tussen het fytoplankton te Keizersveer tussen 1992 en vroeger betreft de huidige dominantie van *Skeletonema subsalsum*. In het Hollandsch Diep/Haringvliet werd de soort in 1988 gevonden door Klink (ongepubliceerd). De toename van de zouttolerante *Skeletonema*-soorten sinds de beginjaren zeventig is vermoedelijk reëel en niet uitsluitend het gevolg van

Tabel 1

Verandering in de relatieve abundantie van de belangrijkste fytoplanktonsoorten van de Maas in Zuid-Limburg sinds 1955; met de cijfers 1, 2 en 3 is de positie in de ranglijst van meest algemene soorten in de betreffende jaren weergegeven (1=laag genoteerd, 3=hoog genoteerd).

	1955	1973-1981	1992
Relatief toegenomen sinds 1955			
<i>Aulacoseira ambigua</i>			3
<i>Aulacoseira italica</i>			3
<i>Skeletonema potamos</i>			3
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	2	3
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	1	2	3
<i>Crucigeniella apiculata</i>	1	2	3
<i>Oscillatoria agardhii</i>	1	2	3
Relatief afgenomen sinds 1955			
<i>Asterionella formosa</i>	3	2	1
<i>Diatoma tenuis</i>	3	2	1
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	3	2	1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	3	2	1
<i>Pandorina morum</i>	3	2	1
Relatief talrijk in 1973-1981			
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	1	3	2
<i>Coelastrum microporum</i>	2	3	1
<i>Actinastrum hantzschii</i>	2	3	1
Relatief schaars in 1973-1981			
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	2	1	2
<i>Nitzschia</i> cf. <i>acicularis</i>	2	1	2
<i>Aulacoseira granulata</i>	3	1	2

	Eijsden 1992		Lith 1967/1968		Keizersveer 1992	
	ind/ml	rel	ind/ml	rel	ind/ml	rel
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	11.150	1,00	350	0,03	5.600	0,5
<i>Asterionella formosa</i>	68	1,00	220	3,2	480	7,1
<i>Diatoma tenuis</i>	12	1,00	550	45,8	264	22,0
<i>Fragilaria ulna var. acus</i>	146	1,00	450	3,1	106	0,7
<i>Actinastrum hantzschii</i>	40	1,00	20	0,5	7	0,2
<i>Pediastrum boryanum</i>	42	1,00	10	0,2	10	0,2
<i>Pediastrum duplex</i>	42	1,00	30	0,7	14	0,3
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	100	1,00	250	2,5	70	0,7

Tabel 2
Vergelijking van maximaal waargenomen dichtheden van enkele algensoorten in de Maas tussen Eijsden en Keizersveer in 1992 en het tussengelegen station Lith in 1967/1968; absolute dichtheden in individuen per ml (ind/ml) en relatief ten opzichte van Eijsden 1992 (rel).

een identificatieprobleem. Als oorzaak wordt een stijging van het zoutgehalte gesuggereerd (Hasle & Evensen, 1976). Ook in de Moezel, waar het jaargemiddelde chloridegehalte een factor 5 tot 20 maal hoger is dan in de Maas, zijn *Skeletonema*-soorten talrijk.

Voor enkele soorten kunnen de absolute dichtheden vergeleken worden met gegevens uit 1967/1968 van het tussen Eijsden en Keizersveer gelegen monsterpunt Lith (in De la Haye, 1995). Hieruit blijkt dat de bovengenoemde relatieve toename van *Stephanodiscus hantzschii* ook in de absolute dichtheden duidelijk tot uiting komt (Tabel 2). Alleen al door deze toename zou de afname van de relatieve abundantie van andere soorten verklaard kunnen worden. Toch zijn ook de lage dichtheden van *Diatoma tenuis* en *Fragilaria ulna var. acus* in 1992 op beide locaties opvallend en passend in het beeld van een relatieve afname sinds 1955 (zie Tabel 1). Bij de andere in tabel 2 genoemde soorten zijn de verschillen geringer.

Synthese

Debiet en fytoplanktonconcentratie

Dichtheden van fytoplanktonsoorten kunnen in de loop van enkele weken sterk veranderen als gevolg van veranderingen in het voedselaanbod. De fytoplanktonconcentratie in de Maas wordt in het groeiseizoen ook bepaald door de rivierafvoer. Figuur 4 illustreert dat de concentratie fytoplankton bij Eijsden in 1992 gecorreleerd is

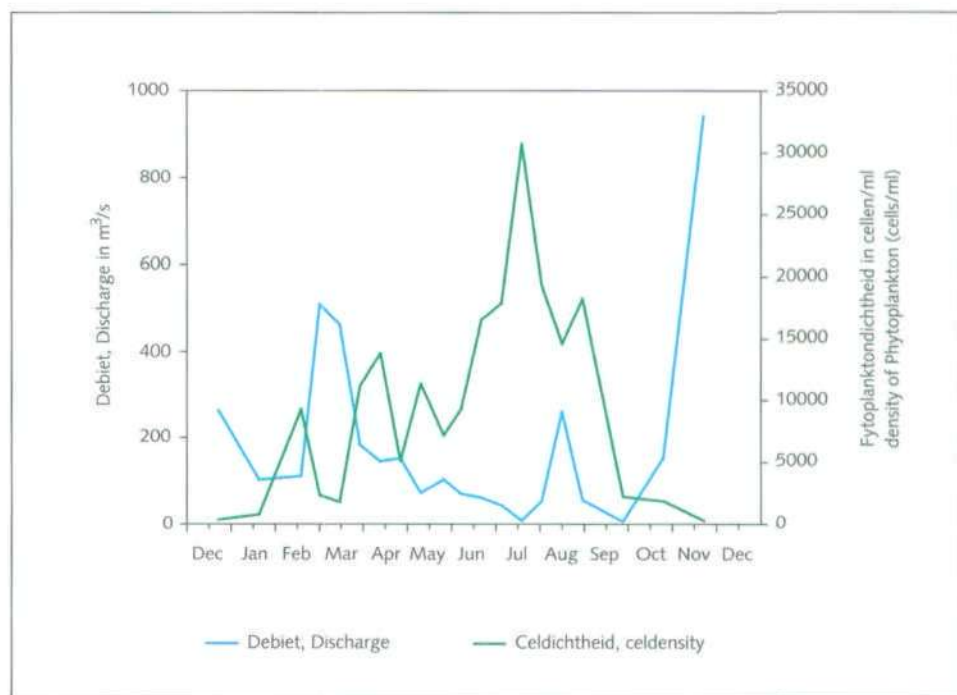
met het debiet (gemeten te Borgharen): pieken in de afvoer gaan gepaard met dalen in de dichtheid (tweede helft maart, eind augustus) en de hoogste dichtheid wordt bereikt tijdens de periode met de laagste afvoer (tweede helft juli).

Ook de soortensamenstelling van het fytoplankton verandert enigszins bij hogere afvoeren. Vastzittende diatomeeën kunnen bij hogere stroomsnelheden van de bodem worden losgerukt en met het water worden meegevoerd. Dit geldt bijvoorbeeld voor de soorten *Melosira va-*

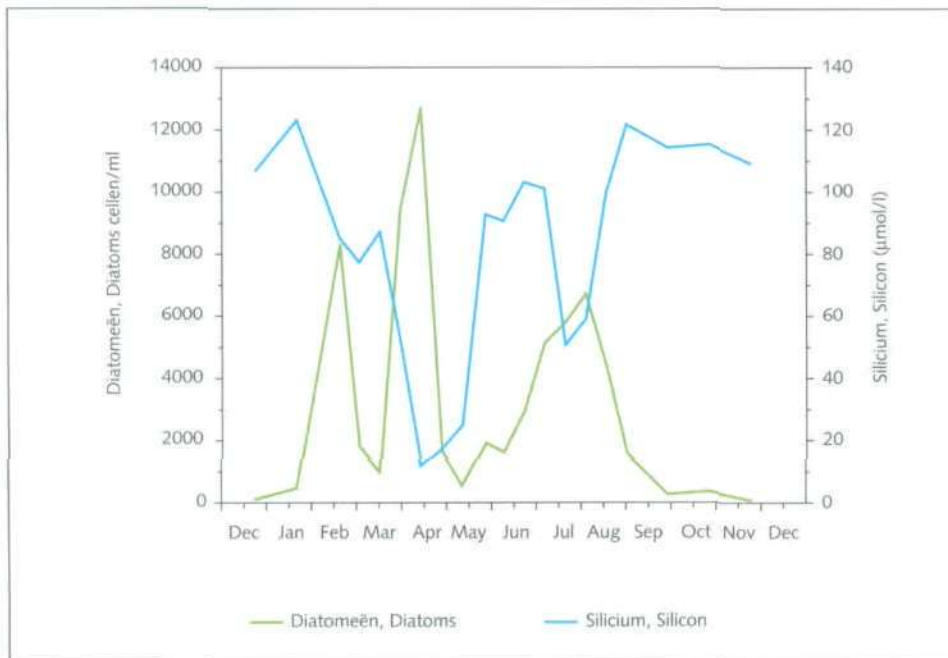
rians, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare* en *Meridion circulare*, die in 1992 een maximale dichtheid bereiken na een periode met langdurige regenval in de tweede helft van maart. Het dichtheidsverloop van de planktische soort *Stephanodiscus hantzschii* vertoont op dit tijdstip juist een dal.

Fytoplanktonaanpak en nutriëntenbeschikbaarheid

Kiezelalgen zoals *Stephanodiscus hantzschii* zijn zeer succesvol in een competitie om fosfaat. Ze hebben relatief weinig licht nodig maar wel silicium voor hun ontwikkeling (figuur 5). Mogelijk leidden de toenemende fosfaatgehalten in de zeventiger jaren tot een relatieve schaarste aan silicium, waardoor het vooral groenwieren waren die in het rustige water van de Maas van het voedselaanbod profiteerden. Sinds 1980 liggen de totaal-fosfaatgehalten op een lager niveau dan in de zeventiger jaren. Hierdoor zal de verhouding silicium/fosfaat zijn gestegen waardoor de relatieve abundantie van snelle groeiers als *Stephanodiscus hantzschii* kan zijn toegenomen ten koste van groenwieren als *Scenedesmus opolien-*



Figuur 4
Verloop van de concentratie kiezelalgen uitgezet tegen de afvoer in de Maas in 1992.
Development of concentration of diatoms plotted against the discharge in the Meuse in 1992.



Figuur 5
Verloop van het chlorofyl-a-gehalte uitgezet tegen het silicium-gehalte in de Maas in 1992.
Development of the chlorophyll a content plotted against the silicon content in the Meuse in 1992.

Fytoplanktonsaamenstelling en begrazing

De diatomeeënsoort *Stephanodiscus hantzschii* wordt als solitaire cel begraaasd door copepoden, watervlooien en ciliaten en geldt voor *Daphnia* als prima voedsel (Infante & Litt, 1985). Kiezelwieren zoals *Asterionella formosa*, *Fragilaria ulna* var. *acus* en *Aulacoseira* spp. zijn minder goed begraasbaar en worden hoofdzakelijk gepreedeerd door *Cyclops* sp. en kleine protozoën (Toth & Zankai, 1985; Knisely & Geller, 1986, Bijkerk ongepubl.). In wateren met relatief veel zoöplankton zijn kleine centrale diatomeeën zoals *Stephanodiscus hantzschii* veel minder talrijk, ondanks hun hoge groeisnelheden. De dichtheid van copepoden en watervlooien is anno 1992 gering in de Maas, vooral bij Eijsden (zie hoofdstuk 7). De relatief hoge dichtheden van *Stephanodiscus hantzschii* in de Maas zouden daarom verklaard kunnen worden uit een beperkte graasdruk.

Hoe beïnvloeden benthische algen het invangen van slib in de Grensmaas?

Michelle de la Haye

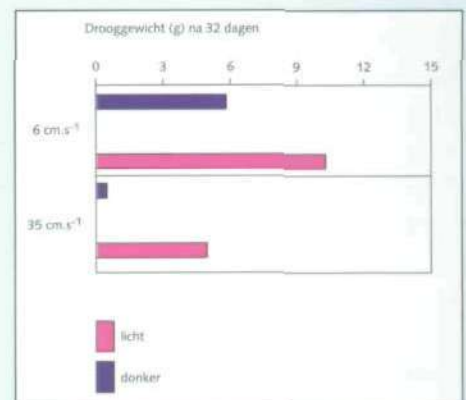
De bodem van de Grensmaas bestaat uit grind. Grote gedeelten van het stroombed van de Grensmaas zijn tijdens de zomer echter bedekt met een laag van algen en slib. Deze verandering in bodemsamenstelling heeft met name gevolgen voor de aanwezigheid van ongewervelde dieren die in een grindrivier thuishoren. Een groot deel van het slib in de Grensmaas bestaat, met name in de zomer, uit rioolslib. De dikte van deze laag is afhankelijk van de stroomsnelheid en varieert van 1 tot 2 mm (Klink, 1993). Met de uitvoering van het natuurontwikkelingsproject 'Toekomst voor een grindrivier' (Helmer et al., 1991) zal, door stroombedverbreding en weerdverlaging, het aantal stroomluwe plekken in de Grensmaas toenemen. Hierdoor zal de slibbezinking in de Grensmaas toenemen (van den Brink, 1994). Bodembewonende (=benthische) algen lijken een belangrijke rol te spelen bij het 'invangen' van slib. Met behulp van een experimentele stroomgoten opstelling in de sluis bij Borgharen, waarvan de stroomsnelheid instelbaar was en die gevoed werd met (onbehandeld) Maaswater, is in 1993 de slibaccumulatie op tegeltjes onderzocht.

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat benthische algen inderdaad een cruciale rol spelen bij de accumulatie van slib op tegels, vooral bij stroomsnelheden van 15-35 cm.s⁻¹. Bij deze stroomsnelheden werd drie maal zoveel slib ingevangen in aanwezigheid van algen. Bij lage stroomsnelheden (6 cm.s⁻¹) was de slibaccumulatie voornamelijk een fysisch proces, terwijl het slib bij hogere snelheden (15-35 cm.s⁻¹) echt in-

gevangen werd door de aanwezige algen. In de opstelling zonder algen bleek bij stroomsnelheden van 15-35 cm.s⁻¹ twaalf keer minder slib te accumuleren dan bij 6 cm.s⁻¹ (zie figuur 7).

Om de invang en de accumulatie van slib te verminderen is een reductie van de slib- en nutriëntenbelasting de meest voor de hand liggende en meest effectieve oplossing. Een reductie van de slib- en nutriëntenbelasting van de Grensmaas is alleen mogelijk als de aan de Belgische Maas gelegen steden rioolwaterzuiveringsinstallaties bouwen (Breukel et al., 1991). Een dergelijke ontwikkeling is op korte termijn echter niet te verwachten. Het creëren van stroomversnellingen in de Grensmaas kan lokaal de slibaccumulatie verkleinen, maar voor en achter de versnelling levert dat extra slibaccumulatie op. Een andere optie is het beperken van de algengroei door het vergroten van de kansen voor waterplanten. Waterplanten kunnen om nutriënten concurreren met algen. Daarnaast bieden waterplanten een habitat voor algengrazende macrofauna.

Uit het bovenstaande wordt duidelijk dat het verminderen van de slibaccumulatie in de Grensmaas voornamelijk niet eenvoudig is. Bovendien bestaat de kans dat genomen maatregelen in eerste instantie averechts werken. Door een daling van de hoeveelheid nutriënten kunnen de benthische algen bijvoorbeeld tijdelijk welig gaan tieren (Hansson, 1988), omdat de algendichtheid in de waterkolom daalt en de helderheid van het water toeneemt en dus meer licht op de bodem doordringt.



Figuur 6
De accumulatie van slib in stroomgoten met en zonder benthische algen die bij verschillende stroomsnelheden doorgespoeld worden met Maaswater.

9. Ecotoxicologie

Hannie Maas, Charlotte Schmidt (RIZA) en Henk Pieters (RIVO-DLO)

In dit hoofdstuk staat de vraag centraal in hoeverre de aanwezigheid van toxische stoffen in het watersysteem gevolgen heeft voor de aanwezige soorten en levensgemeenschappen. In het watersysteem Maas is een veelheid aan zowel toxische stoffen als plante- en diersoorten aanwezig, waarvoor het onmogelijk is alle onderlinge relaties te onderzoeken. Het onderzoek benadert dit probleem door metingen aan een beperkt aantal organismen en processen te extrapoleren naar de gevolgen of risico's voor het gehele ecosysteem.

De nadruk van het onderzoek ligt op het proces van bioaccumulatie, de ophoping van stoffen in organismen. Het meten van deze stoffen in organismen levert inzicht in de mate waarin de stof in organismen opgenomen wordt, de biobeschikbaarheid, en de verspreiding van de stof in de voedselketen. Bioassays worden toegepast om te onderzoeken of het oppervlaktewater en het sediment acute of chronische effecten veroorzaken onder laboratoriumomstandigheden. Deze vrij nieuwe techniek is in 1992 voor het eerst in het landelijk biologisch meetnet toegepast.

Inleiding

Bioaccumulatie

Organische microverontreinigingen met een lipofiel karakter en zware metalen behoren tot de stoffen die sterk ophopen in organismen. Opname van stoffen vindt in de lagere trofische niveaus vooral plaats door rechtstreekse opname vanuit water of sedimentdeeltjes, en in mindere mate via voedsel. Op de hogere trofische niveaus is de ophoping via voedsel van groter belang. In het stroomgebied van de Maas vindt het onderzoek aan accumulatie plaats aan twee soorten van verschillend trofisch niveau, te weten de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) als primaire consument en de Aal (*Anguilla anguilla*) als vertegenwoordiger van de secundaire consumenten. Beide soorten zijn geschikt om de biobeschikbaarheid van zware metalen en organische verbindingen te meten door hun vaste verblijfplaats (Driehoeksmossel) of weinig migrerende karakter (Aal). Het hoge vetgehalte van Aal maakt deze soort tevens bijzonder geschikt om de accumulatie van lipofiele stoffen te meten.

In 1992 is de bioaccumulatie gemeten in Driehoeksmosselen, afkomstig uit een schoon referentiegebied, die in netten gedurende een be-

paalde periode in het water zijn uitgehangen op de te onderzoeken lokaties (actieve biomonitoring; ABM). Van de gemeten stoffen zijn de volgende stoffen geselecteerd om te bespreken: cadmium, kwik, HCB, PCB, DDE, lindaan en PAK. De keuze van onderzochte stoffen komt voort uit de combinatie van aanwezigheid in het watersysteem en de bioaccumulerende en toxische eigenschappen van de stoffen.

De mosselen zijn alleen uitgehangen op het meetpunt van RWS in Eijsden. Aal is gevangen in de omgeving van Borgharen. Van de gevangen Aal zijn meerdere stoffen gemeten maar worden alleen de accumulatie-niveaus van kwik, Σ DDT, PCB's, HCB en hexachloorcyclohexanen (waaronder lindaan) besproken.

Vergelijking van de gemeten concentraties in de wefelsels van Driehoeksmosselen en Aal met de MTR's, de Maximaal Toelaatbare Risiconiveaus voor hun respectievelijke consumenten, levert een indicatie van het risico voor het aquatisch ecosysteem (zie Box MTR). Bij de berekeningen is aangenomen dat mosselen voor 90% uit vocht en voor 5% uit vet bestaan en dat het vetgehalte van Aal 20% is.

Voor een aantal stoffen zijn de resultaten vergeleken met historische gegevens met als doel trends in de tijd op te sporen. De mogelijkheid om ruimtelijke verschillen op te sporen is beperkt omdat voor elke stof de lengte van de beschikbare tijdreeks en de bemonsterde locaties sterk verschillend of niet compleet zijn. Bij de Driehoeksmosselen bestaat bovendien een methodisch verschil tussen de huidige en historische gegevens. In eerdere programma's is de accumulatie gemeten in Driehoeksmosselen die ter plekke aanwezig zijn op de waterbodem of op een ander natuurlijk substraat (passieve biomonitoring; PBM). Passieve monitoring geeft het niveau van accumulatie aan waaraan soorten gedurende een onbekende, maar langere tijd in het watersysteem zijn blootgesteld. Deze gehalten zijn goed gerelateerd aan gehalten in zwevend stof en waterbodem. In 1992 is gemeten met behulp van ABM. Actieve monitoring levert een beeld op van de actuele situatie voor stoffen die voornamelijk aan algen en zwevend materiaal gebonden zijn.

Bioassays

Naast bioaccumulatie-onderzoek is er tevens gebruik gemaakt van zogenaamde bioassays. Bioassays worden gebruikt om acute en chronische toxiciteit van de waterbodem en het oppervlaktewater onder laboratorium-omstandigheden te meten.

In het Nederlandse oppervlaktewater zijn, met uitzondering van plaatsen in de directe omgeving van puntlozingen, de concentraties van de aanwezige schadelijke verbindingen te laag om acute toxiciteit te veroorzaken. Ook chronisch effecten zijn moeilijk meer aan te tonen (Hendriks en Pieters, 1993). Concentratie van het water blijkt een goede methode te zijn om toxiciteit onder het niveau, waarbij acuut gevaar optreedt, aan te tonen. Met deze methode wordt alleen de toxiciteit van organische verontreinigingen uit het oorspronkelijke water gemeten, welke via adsorptie aan XAD-hars en elutie met een organisch oplosmiddel kunnen worden verkregen. Deze apolaire en zwak polaire lipofiele stoffen zijn juist de biologisch actieve verbindingen (de Zwart en Polman, 1993). Effecten van metalen komen via deze methode niet aan de orde.

Het concentraat van het oppervlaktewater is getoetst met de bioassay met luminescerende bacteriën, *Photobacterium phosphoreum*, volgens de Microtox-methode.

Vanaf maart 1992 wordt het water van de Maas bij Eijsden maandelijks bemonsterd en vervolgens geconcentreerd ten behoeve van een meting van de toxiciteit met de bacterie. Het resultaat van de meting wordt uitgedrukt in de toxiciteitsindex TI. Deze geeft de mate van toxiciteit aan van het oppervlaktewater in de verdunningsfactor, waarbij nog net een licht effect waarneembaar is (EC_{20}). Acuut gevaar in het oppervlaktewater treedt op bij een toxiciteitsindex groter dan 1. Sloof en de Zwart (1991) hebben criteria voor de methode afgeleid, welke vergelijkbaar zijn met een berekeningsmethode voor de MTR (zie kader normen). Het toxiciteitsniveau waarboven een onaanvaardbaar risico voor waterorganismen optreedt, is daarbij gesteld op $TI=0,01$. Volgens De Zwart en Polman (1993) is de norm te streng gesteld, door een niet goed onderbouwde veiligheidsfactor van 100. Voorlopig wordt de grens van de TI-waarde van 0,01 gehanteerd.

Effecten van waterbodems worden in het laboratorium aangetoond met behulp van langdurende toetsen. Voor het sedimentbewonende organisme *Chironomus riparius* (muggelarve) wordt in sediment de sterfte en ontwikkeling gevolgd. In het poriewater van de sedimenten worden effecten op sterfte en reproductie van de watervlo *Daphnia magna* bekeken. Effecten in het veld worden aangetoond door het inventariseren van dichtheden van en kaakafwijkingen bij Chironomiden.

Van al deze parameters zijn er duidelijke aanwijzingen, dat er een verband bestaat met de verontreiniging van de waterbodem (Van Urk en Kerkum, 1991; Van de Guchte, 1992).

In het kader van de biologische monitoring is in 1992 bovenstrooms van de stuw bij Borgharen sediment verzameld, waarin bioassays, veldwaarnemingen en chemische analyses zijn uitgevoerd. Het verzamelde sediment is chemisch geclassificeerd op klasse 4, door hoge gehalten aan zink, cadmium, koper en nikkel en de PAK's fenantreen en benz(o)fluorantheen.

Resultaten en discussie

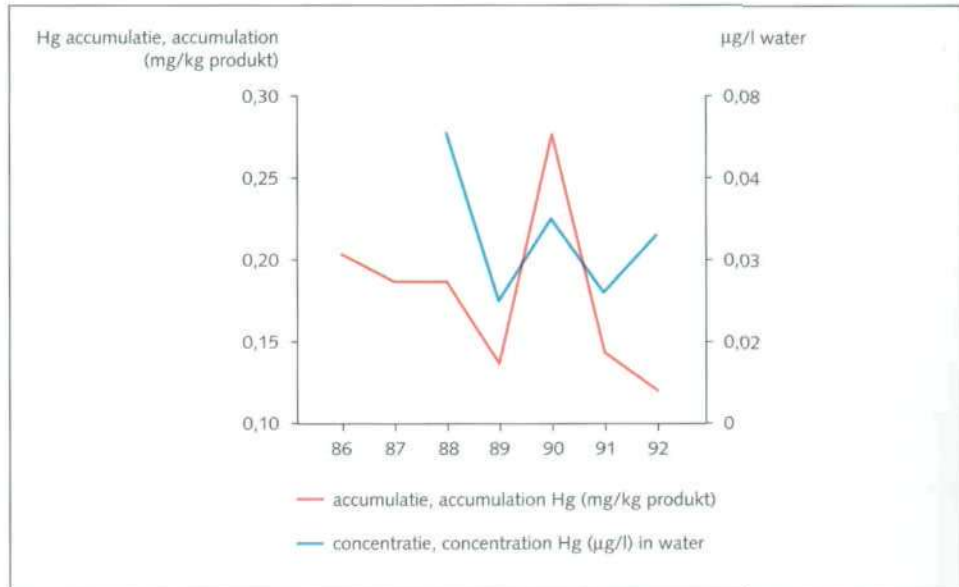
Bioaccumulatie in aal en driehoeksmosselen

Kwik

Voor het biologisch meetnet zijn in Aal alleen de gehalten van kwik gemeten. In driehoeksmosselen zijn de gehalten gemeten van kwik, cadmium en lood.

Kwikgehalten in het vlees van Aal gevangen in de Maas bij Eijsden worden al sinds 1979 gemeten (figuur 1). Een duidelijke trend in de gehalten is in de figuur niet waar te nemen. De kwikconcentraties in het water in de Maas zijn altijd relatief laag geweest (Breukel *et al.*, 1991). Toch was in de beginjaren '70 de kwikconcentratie 0,5 - 0,8 $\mu\text{g/l}$. Nu bevindt het gehalte zich een factor 10 lager (zie figuur 1).

Ook gehalten gemeten in driehoeksmosselen laten een vergelijkbaar bioaccumulatie-niveau zien in metingen verricht in de zeventiger jaren en recente metingen in Eijsden (figuur 4).



Figuur 1
Jaargemiddelde kwikconcentratie in het water ($\mu\text{g/l}$) en in Aal (mg/kg vis) in de Maas bij Eijsden.
Average annual mercury concentration in the water ($\mu\text{g/l}$) and in Eel (mg/kg fish) in the Meuse at Eijsden.

Volgens Pieters en Hagel (1992) wordt een stagnatie in daling van kwikniveaus waarschijnlijk veroorzaakt door de nog grote nalevering van (methyl)-kwik uit de waterbodem.

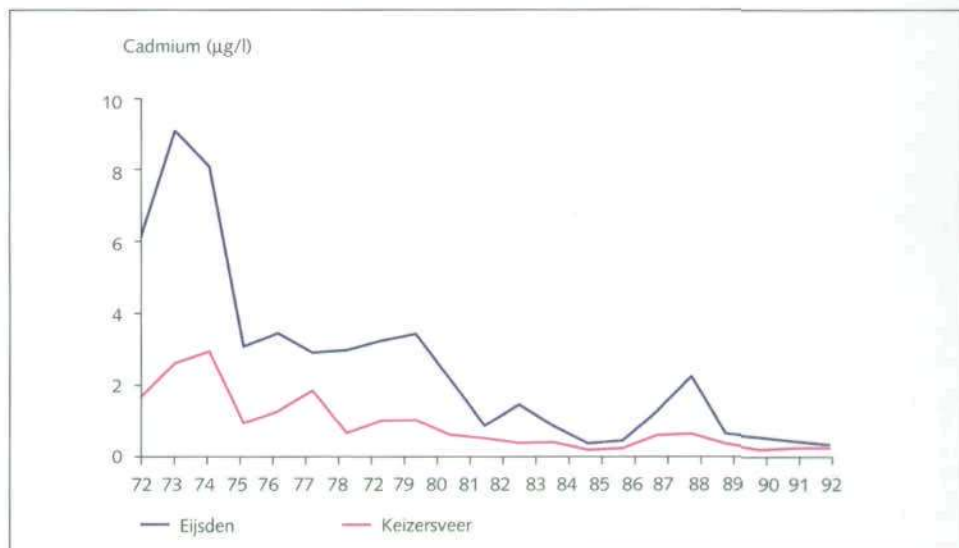
Cadmium

De cadmiumconcentratie in de Maas is net als voor kwik sinds de begin jaren zeventig met een factor 10 tot 15 gedaald, zowel bij Eijsden als bij Keizersveer (zie figuur 2). De totaalconcentratie

in water is bij Eijsden steeds een factor 3 hoger dan bij Keizersveer.

Van cadmium zijn directe toxische effecten op de filtratiesnelheid bekend (Kraak *et al.*, 1994). De totaalconcentraties in de Maas, zoals in figuur 2 is weergegeven, blijven ver onder de NOEC (175 $\mu\text{g/l}$) en de EC_{50} (388 $\mu\text{g/l}$). Dit wordt bevestigd door het feit dat Driehoeksmosselen overal in de Maas op harde substraten voorkomen (zie hoofdstuk 6).

Figuur 2
Jaargemiddelde totaalconcentratie aan cadmium ($\mu\text{g/l}$) in de Maas bij Eijsden en Keizersveer.
Average annual total concentration of cadmium ($\mu\text{g/l}$) in the Meuse at Eijsden and Keizersveer.



Polychloorbifenylen

De gevaren van PCB's in het milieu zijn voornamelijk een gevolg van doorgifte via de voedselketen, waardoor effecten op toppredatoren optreden. Effecten zijn geconstateerd op het broedsucces van verschillende visetende vogelsoorten (Marquenie & Simmers, 1988; Van der Gaag et al., 1989) en op de voortplanting bij zeehonden (Reijnders, 1980). Ook wordt het uitsterven van de otter in Nederland in verband gebracht met de hoge concentraties van PCB's in het milieu. Marquenie e.a. (1986) hebben gekeken naar effecten van PCB's op kuifeenden.

PCB-gehalten in Aal uit de Maas bij Eijsden wor-

den al sinds 1981 gemeten. Gehaltes in Driehoeksmosselen zijn pas sinds 1991 bekend.

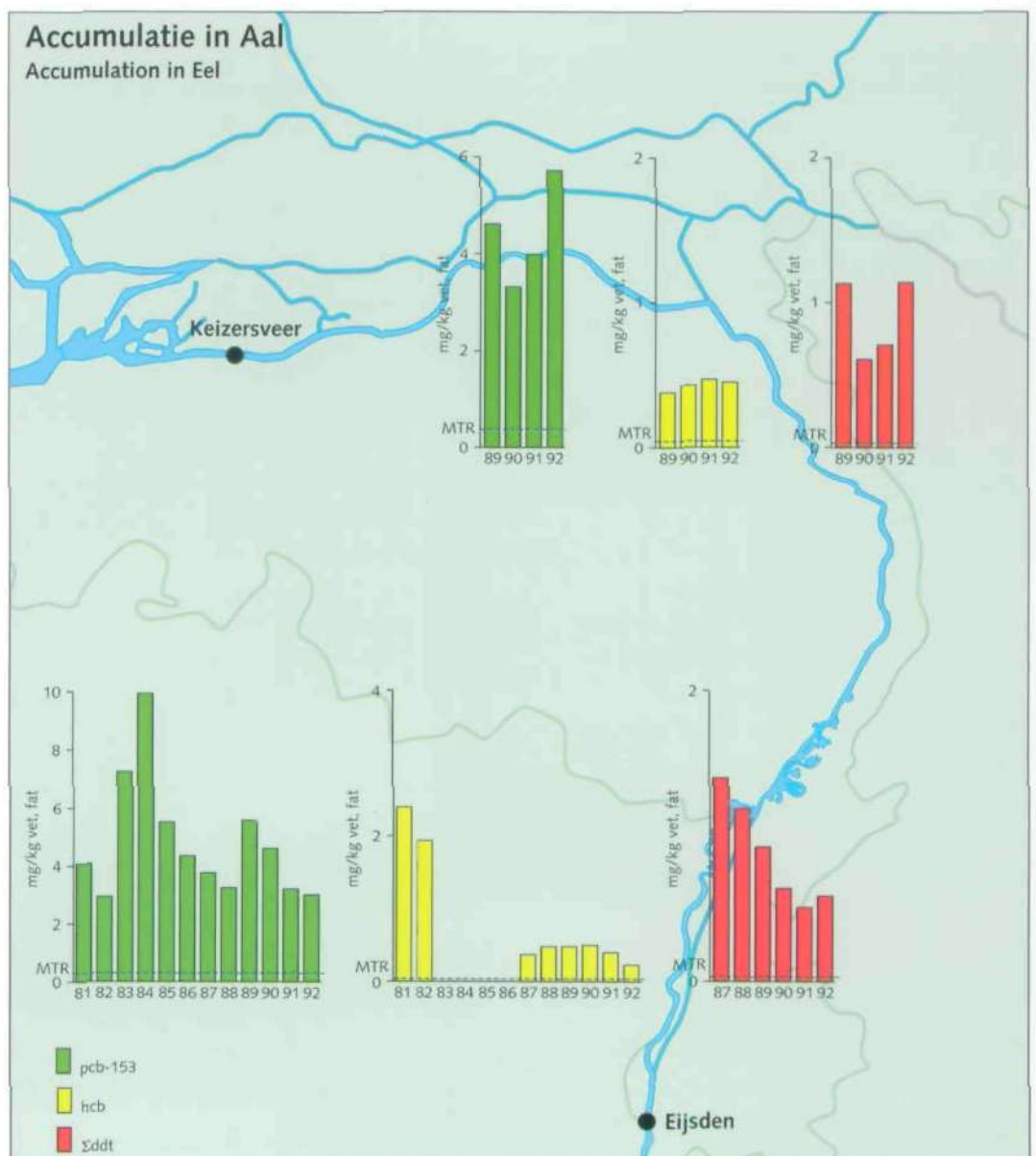
PCB-153

In de Maas bij Eijsden is de langste meetreeks beschikbaar (zie figuur 3). Een duidelijke trend in de gegevens is niet waarneembaar, behalve dat de gehalten in enkele metingen uit het begin van de tachtiger jaren hoger lagen dan daarna het geval was. Opvallend is dat de metingen verricht in 1982 lagere gehalten laten zien. De accumulatie-niveaus van PCB's in driehoeksmosselen uit de Maas bij Eijsden in 1992 liggen beneden de MTR (figuur 4). Het accumulatie-niveau van PCB-153,

gemeten in Eijsden, ligt voor Aal een factor 8 hoger dan het niveau gemeten in driehoeksmosselen. Hendriks en Pieters (1993) vonden in 1990 een gemiddelde verhouding van 3 in verschillende watersystemen van het Rijnstroomgebied. Het accumulatie-niveau voor Aal in de Maas bij Eijsden ligt gemiddeld een factor 3 lager dan gehalten in Aal uit de Rijn bij Lobith.

Organochloorverbindingen

OCB's zijn, evenals de PCB's, door hun lipofiele karakter, stoffen die sterk accumuleren in organismen. Hieronder worden verschillende groepen van stoffen besproken.



HCB

Deze verbinding komt vrij als bijproduct in de chemische industrie. Bovendien wordt HCB ook als bestrijdingsmiddel gebruikt.

De gehalten aan HCB in Aal, gemeten in 1992 in Eijsden en Borgharen (figuur 3) zijn praktisch gelijk aan de MTR_{vis} (0,19 mg/kg_{vet}). In Keizersveer wordt de MTR met een factor 2 overschreden. In driehoeksmosselen is in 1992 in Eijsden een HCB-gehalte van 53 µg/kg_{vet} gevonden (figuur 4). Deze waarde ligt ver beneden de afgeleide MTR_{mossel} van 290 mg/kg_{vet}.

DDT, DDE, DDD

DDT is een bestrijdingsmiddel, dat zeer slecht afbreekbaar is. Sinds het begin van de tachtiger jaren is de toepassing in Nederland verboden. Nog steeds worden residuen gevonden in de waterbodem van vele watersystemen en in het vet van aquatische organismen. Door biologische omzettingen worden de individuele DDT-congeneren o,p-DDT en p,p'-DDT omgezet in de sterk toxische en accumulerende congenen o,p-DDE en p,p'-DDE en vervolgens langzaam omgezet in de eveneens sterk toxische en accumulerende o,p-DDD en p,p'-DDD. In verschillende onderzoeken zijn aanwijzingen gevonden dat ernstige effecten op het broedsucces van aalscholvers en kuifeenden kunnen worden gerelateerd aan hoge DDE-gehalten in de dieren (Marquenie e.a., 1986).

Van de drie congenen is het gehalte van p,p'-DDE in Aal en in driehoeksmosselen het hoogst. In figuur 3 zijn de gemeten gehalten aan Σ DDT (=p,p'-DDT; p,p'-DDE; p,p'-DDD) in Aal in het stroomgebied van de Maas weergegeven.

De gehalten gemeten in Aal bij Eijsden laten een duidelijke daling zien over de laatste 5 jaren. Aangezien de meetreeks nog relatief kort is, is niet duidelijk of de trend blijvend is. De gehalten gemeten bij Keizersveer waren in 1992 tweemaal zo hoog als die bij Eijsden. Wellicht ligt hier een relatie met de sterk vervuilde waterbodem in het benedenrivierengebied.

Historische gegevens van gehalten van DDE in driehoeksmosselen in de Maas zijn alleen bekend van 1991. Deze gehalten liggen een factor 2,5 - 5 lager dan de gehalten gemeten in driehoeksmos-

selen, die in 1992 voor het biologisch meetnet uitgehangen zijn in Eijsden (figuur 4).

Het accumulatie-niveau voor Σ DDT in Aal, gemeten in de Maas bij Eijsden, ligt een factor 10 hoger dan dat voor driehoeksmosselen. De MTR van Σ DDT voor visetende organismen wordt in het gehele Maasstroomgebied ruim overschreden, met name bij Keizersveer. Voor mosseletende organismen bestaat echter geen risico (zie tabel 1).

Hexachloorcyclohexanen

Het bestrijdingsmiddel lindaan, welke voor een groot deel uit de stof γ -hexachloorcyclohexaan bestaat, mag nog slechts voor een enkele toepassing gebruikt worden. Toch worden nog steeds verhoogde gehalten van de HCH-isomeren in Aal en in driehoeksmosselen gevonden.

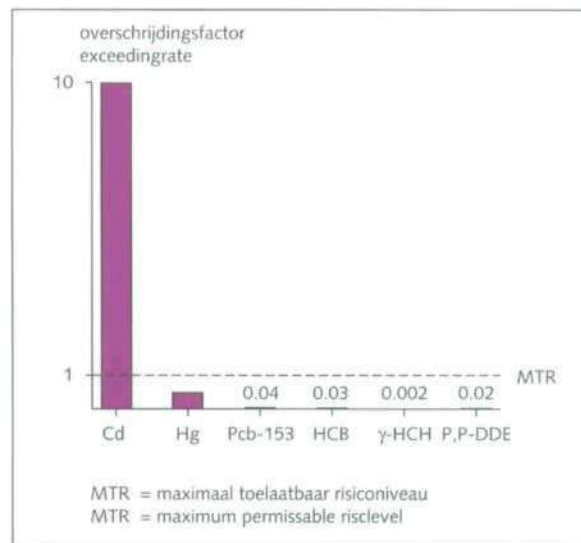
De HCH-gehalten in uitgehangen driehoeksmos-

selen (ABM) bij Eijsden in 1992 liggen ver beneden de afgeleide MTR_{mossel} en vormen dus geen risico voor mosseletende predatoren (figuur 4). Ook visetende organismen lopen geen risico. In 1992 is in Aal gevangen in Borgharen een gehalte gemeten van 1 mg/kg vet ($MTR_{vis} = 1,85$ mg/kg_{vet}). De concentratie van γ -HCH gebonden aan zwevend stof in Eijsden is in 1992 dan ook aanzienlijk lager dan in de 2 voorgaande jaren (figuur 5).

PAK's

Een voorname bron van emissie van PAK's in het milieu wordt veroorzaakt door atmosferische depositie van deeltjes, welke door onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen in de lucht uitgestoten zijn. Daarnaast komen de verbindingen in het milieu door lozing van olieverbindingen. Sommige PAK's en metabolieten daarvan bezitten mutagene of carcinogene eigenschappen. Er zijn nog weinig effecten bekend van deze verbindingen op hogere organismen. PAK's worden door organismen wel opgenomen, maar door met name de hogere organismen gemetaboliseerd. Er vindt geen toename in concentraties plaats in de voedselketen. In lagere organismen, zoals driehoeksmosselen is de metabole activiteit waarschijnlijk geringer, zodat in deze organismen wel concentraties kunnen worden aangetoond.

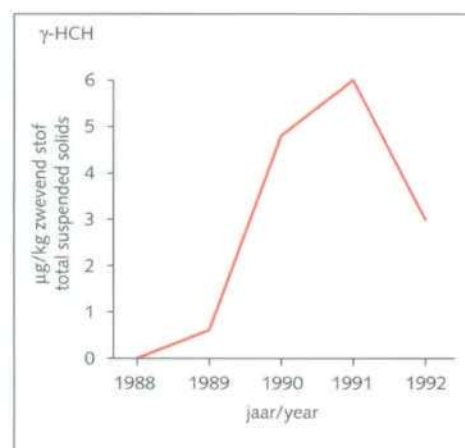
Normen voor PAK's op basis van doorvergiftiging zijn niet vastgesteld. Waarden, die vanuit water op basis van equilibrium partitie tussen water en organismen worden afgeleid, zijn te hoog, omdat geen rekening gehouden wordt met metabolisme.



Figuur 4

De overschrijdingsfactor van de MTR voor driehoeksmosselen bij Eijsden. Bij een overschrijding (>1), loopt het gehele aquatische systeem risico een negatief effect te ondervinden.

The exceeding rate of the MTR (Maximum Permissible Risklevel). When the exceeding rate is above 1 the entire aquatic system runs the risk of being detrimentally affected.



Figuur 5

Jaargemiddelde concentratie van γ -HCH gebonden aan zwevend stof in de Maas bij Eijsden. Average annual concentration of γ -HCH bonded with suspended matter in the Meuse at Eijsden.

Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) voor aquatische systemen

M.A. Beek en J.L. Maas

Voor een ecotoxicologische risicobeoordeling van stoffen worden toxiciteitsgegevens, verkregen uit toxiciteitstesten van verschillende organismen, omgerekend naar een maximaal concentratieniveau, waarbij 95% van alle organismen in het totale ecosysteem beschermd wordt. Deze Maximaal Toelaatbare Risiconiveaus (MTR's) voor aquatische systemen geven de concentraties weer, waarboven de risico's op effecten ontoelaatbaar zijn.

Via bioaccumulatie (doorvergiftiging) zijn de risico's van stoffen vaak het grootst voor de organismen in de hogere trofische niveaus. Effecten op deze organismen (vaak top-predatoren) betekenen echter een gevaar voor het gehele aquatische systeem. In de MTR's voor aquatische systemen zijn deze risico's verdisconteerd. De gehalten van de voedselconcentraties, uitgedrukt in mg/kg vis of mossel, dienen onder het betreffende MTR voor het aquatische systeem te liggen. Liggen de voedselconcentraties boven deze waarden, dan zijn risico's op het gehele aquatische systeem niet uit te sluiten.

De methode om doorvergiftiging te betrekken bij de ecotoxicologische risicobeoordeling is aangeraden door de Gezondheidsraad (1993). De methodiek voor het afleiden van de normen is vastgesteld in het kader van de Integrale Normstelling Stoffen (INS; Min. VROM, Van der Plasche, 1993). De in tabel 1 berekende MTR's als voedselconcentraties zijn eveneens daaruit afgeleid.

Tabel 1

Maximaal Toelaatbare Risiconiveau's voor aquatische systemen, gebaseerd op gehalten in vissen en Driehoeksmosselen (mg/kg_{vis})

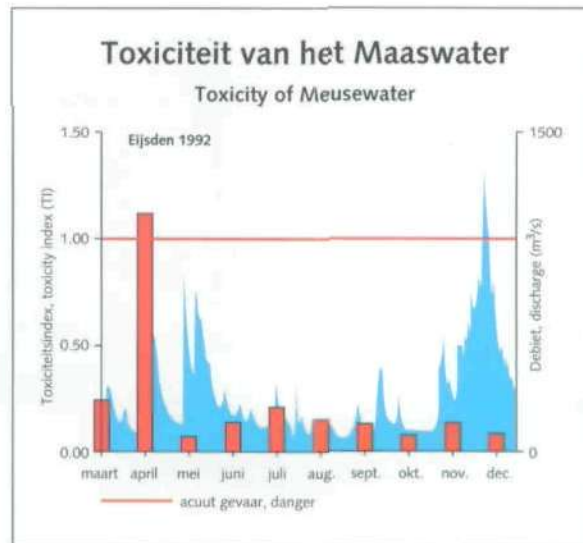
stof	MTR (mg/kg _{vis})	MTR (mg/kg mossel)
(methyl)-kwik	0,0226	0,0247
cadmium	0,0133	0,008*
PCB-153	0,32*	0,084*
HCB	0,038	0,0147
p,p'DDD	0,035	0,0097
p,p'DDE	0,022	0,018
p,p'DDT	0,023	0,048
ΣDDD/DDE/DDT	0,026	0,020
lindaan	0,37	0,154

* niet volgens INS vastgesteld (zie Beek, 1994)

Benzo(a)pyreen

Benzo(a)pyreen is een PAK die relatief snel wordt omgezet, maar waarvan belangrijke carcinogene eigenschappen zijn aangetoond.

Bij Eijsden is in 1992 in mosselen maar liefst een



Figuur 6

De toxiciteit van het Maaswater bij Eijsden is gemeten met de lichtgevende bacterie *Photobacterium phosphoreum*. Toxiche stoffen veroorzaken een afname van de hoeveelheid licht die deze bacterie uitzendt uitgedrukt als toxiciteitsindex (TI).

The toxicity of the water of the Meuse at Eijsden is measured with the phosphorescent bacteria *Photobacterium phosphoreum*. Toxic substances cause a reduction in the amount of light that this bacteria emits, expressed as toxicity index (TI).

gehalte van 3400 µg/kg_{vet} gemeten (figuur 4). In vergelijking met gehalten in het IJsselmeergebied (referentie) liggen de gehalten in Eijsden een factor 50 hoger.

Toetsing van accumulatie-niveaus aan MTR

De beoordeling van het risico dat als gevolg van doorvergiftiging voor het aquatische systeem ontstaat vindt plaats door de gemeten accumulatie-niveaus te vergelijken met de Maximaal Toelaatbare Risico-Niveaus (zie kader MTR)

In figuur 4 zijn voor alle gemeten stoffen de gehalten in Driehoeksmosselen bij Eijsden weergegeven als percentage van de MTR. Waar een weefselgehalte de MTR overschrijdt (>1), loopt het gehele aquatische systeem risico een negatief effect te ondervinden.

Toxiciteit oppervlaktewater

In figuur 6 zijn de resultaten van de toxiciteitsmetingen in Eijsden weergegeven.

De meting in april duidt op een sterk verhoogde toxiciteit. Dit resultaat werd bevestigd door metingen in het onbehandelde oppervlaktewater. De oorzaak van deze toxiciteit is niet bekend.

Naast de waarneming in april vertoont de toxiciteit gedurende het jaar slechts een geringe variatie. Alle meetresultaten overschrijden echter het maximaal aanvaardbaar risiconiveau (0,01).

In de figuur is naast de toxiciteit ook het weekgemiddelde debiet weergegeven. Een duidelijk relatie tussen beide parameters als gevolg van bijvoorbeeld verdunning is niet waarneembaar.

Naast metingen voor het biologisch meetnet zijn in 1992 door de Zwart en Polman (1993) ook

metingen in Belfeld en Keizersveer uitgevoerd. Beide locaties zijn gedurende het jaar 5 maal bemonsterd. Het blijkt, dat het toxiciteitsniveau stroomafwaarts gezien redelijk constant blijft.

Ecotoxicologische effecten van de waterbodem

De waterbodemkwaliteit van de Maas is in het hele stroomgebied regelmatig onderzocht. De gehalten van de meeste microverontreinigingen overschrijden meestal de toetsingswaarde (klasse 3). Met name de gehalten van cadmium, koper, nikkel en zink, van verschillende PAK's en PCB's vormen een ernstige bedreiging van de waterbodemkwaliteit.

De waterbodem van de Maas bij Borgharen bleek in het laboratorium niet toxisch te zijn voor de muggelarven. Er zijn geen effecten op de muggelarven aangetoond, zoals verhoogde sterfte, remming van de ontwikkelingsnelheid of van de groei. In de toets met watervlooien werden wel ernstige effecten op de sterfte en de reproductie aangetoond (Witteveen & Bos, 1994).

Aan de hand van een vergelijking van gehalten van microverontreinigingen in het sediment en toxiciteitswaarden voor de geteste organismen, zijn deze effecten goed te verklaren. Voor muggelarven werd voor geen enkele stof een overschrijding van NOEC-waarden (in mg/kg sediment; zie kader) gevonden. De gecombineerde NOEC-waarde bedraagt 2 en wordt alleen veroorzaakt door zware metalen.

Voor daphnia's werden de gestelde NOEC-waarden overschreden door cadmium, koper en diverse PAK's. Maas et al. (1994) vonden vergelijk-

Zware metalen en organische microverontreinigingen in de bodem, regenwormen en dassen in het winterbed van de Maas bij Grave.

Stan Kerkhofs

De uiterwaardbodems langs de Maas bevatten hoge concentraties aan zware metalen en PCB's. Met name (delen van) uiterwaarden die regelmatig overstromen zijn sterker verontreinigd dan de gedeelten die minder vaak worden geïnundeerd. Om te beoordelen in hoeverre de vervuilde uiterwaarden risico's opleveren voor de dassen die er foerageren, zijn in de Keentse uiterwaard in Noord Brabant (tussen Grave en Ravenstein) de zware metalen en PCB-gehalten in bodem, regenwormen en dassen bepaald (Kerkhofs et al., 1993).

Van de onderzochte metalen worden cadmium en (in mindere mate) zink het sterkst geaccumuleerd door regenwormen. Hoge gehalten aan cadmium tot 150 mg/kg versgewicht zijn gemeten in monsters van regenwormen, hetgeen ca. 10 keer hoger is dan het gehalte in binnendijks bemonsterde wormen. De PCB-gehalten in de wormen liggen beneden de detectiegrens van 10 µg/kg versgewicht.

De cadmiumgehalten in de nieren van in de Keentse uiterwaard aangetroffen dassen varieert van 71 tot 199 mg/kg droge stof. De eerste symptomen van nierschade bij zoogdieren zijn waargenomen bij cadmiumgehalten in de nieren van 150 mg/kg droge stof (Ma, 1994).

Er kan dus met recht gesteld worden dat de bodem van de Keentse uiterwaard zodanig is belast met cadmium dat er een reëel risico bestaat van nadelige effecten op dassen als gevolg van doorvergiftiging. Ten aanzien van de overige onderzochte metalen is er geen reden voor ongerustheid. Ook ten aanzien van PCB's is gezien de relatief geringe accumulatie van PCB's in regenwormen geen toxische belasting van dassen in de Keentse uiterwaard te verwachten.



Foto 18

De dassen die hun voedsel zoeken in de uiterwaarden van de Maas leven voornamelijk van regenwormen. De gehalten aan cadmium in regenwormen kunnen zo hoog zijn dat deze een nadelig effect hebben op de Das.

The badgers that hunt for food in the floodplain of the Meuse live mainly off rain-worms. The rain-worms can have such a high cadmium content that they are detrimental to the badger.



Foto 19

In het veld zijn effecten van microverontreinigingen op aquatische organismen moeilijk aantoonbaar. Aan de hand van ontwikkeling en sterfte van muggelarven na blootstelling aan waterbodems in het laboratorium kan de toxiciteit bepaald worden. *It is difficult to demonstrate the effects of micropollutants on aquatic organisms out in the field. The development and death rate of mosquito larvae after exposure to water bottoms in the laboratory can be used to determine toxicity.*

bare toxische effecten in sediment, dat door middel van bezinking gedurende de periode april tot juni 1992 te Eijsden werd verzameld.

Op de onderzochte lokatie bij Borgharen werden slechts enkele muggelarven van de subfamilie *Tanypodinae* aangetroffen (18/m²). Chironomus-larven zijn niet waargenomen. Daardoor was het niet mogelijk het percentage kaakafwijkingen te beoordelen.

Het is niet duidelijk of het sediment geschikt is voor chironomiden. Uit metingen van het vochtgehalte van het sediment bleek dat de structuur niet regelmatig van opbouw was. Eén van de monsters duidde op een gelijkmatige opbouw van slib/klei, een structuur waarin muggelarven kunnen voorkomen. Het tweede monster duidde op een slappe slibstructuur, waarin muggelarven zich juist moeilijk kunnen handhaven. De aanwezigheid van *Tanypodinae*, een muggelarvesoort, die voornamelijk in bodems met organisch materiaal wordt aangetroffen, duidt erop dat de bodem wel geschikt is voor *Chironomidae*.

De afwezigheid kan eveneens verklaard worden door de hoge verontreinigingsgraad van het sediment (klasse 4). Hoewel er in het laboratorium in 28 dagen geen effecten op muggelarven zijn aangetoond kan blootstelling op lange termijn

aan verhoogde concentraties een oorzaak zijn van hun afwezigheid.

Daar niet met zekerheid vaststond, dat de resultaten uit 1992 volledig betrouwbaar waren, is in 1993 het onderzoek aan het sediment van de lokatie Borgharen opnieuw uitgevoerd. Dit leidde tot dezelfde conclusies als in 1992 (AquaSense, 1992 en 1993). Er werden in 1993 wel meer *Tanypodinae* gevonden (231/m²).

Conclusies

Uit accumulatiemetingen in organismen blijken er risico's voor het aquatisch systeem te kunnen optreden. Van de geanalyseerde stoffen werd alleen de MTR_{mossel} voor cadmium overschreden. Er werden ook hoge PAK's concentraties gemeten. De MTR_{vis} werd echter wel overschreden voor Hg, PCB-153, HCB en ΣDDT .

Er treedt geen duidelijke afname op in accumulatie-niveaus over de laatste jaren. Ook stroomafwaarts blijft het niveau constant en neemt in Keizersveer voor PCB's en ΣDDT juist weer toe.

Op basis van toxiciteitsmetingen aan waterbodems en oppervlaktewater blijkt de Maas ernstig verontreinigd te zijn. De gevonden effecten in de waterbodems kunnen verklaard worden uit de verontreinigingsgraad ervan, die voornamelijk wordt veroorzaakt door zware metalen en PAK's.

10. Synthese

Stan Kerkhofs (RIZA)

Inleiding

In dit hoofdstuk worden de verzamelde gegevens van de verschillende parametergroepen per deelsysteem besproken. Daar 1992 het eerste peiljaar is, kan er niet of nauwelijks worden ingegaan op ontwikkelingen die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan. Indien niet alle parametergroepen in alle deelsystemen zijn gemonitord (zie tabel 3, hoofdstuk 2), zijn ontbrekende gegevens voor zover mogelijk aangevuld met onderzoeksresultaten die in andere projecten zijn verzameld. De diepgang van de synthese per deelsysteem kan dus verschillen.

In tabel 3 in hoofdstuk 2 is aangegeven welke parametergroepen in welke ecotopen van de verschillende deelsystemen zijn gemonitord. Deze tabel laat direct zien dat de flora en fauna die voorkomt in de ecotopen stroomdalgrasland, oobos, bronmilieus, natuurlijke steiloevers, (kalk)steenoeveren en kaden niet gemonitord wordt. Bovendien verschilt het aantal parametergroepen dat per ecotoop is geïnventariseerd.

In hoofdstuk 2 zijn de deelsystemen van de Maas morfologisch, hydrologisch, chemisch en biologisch beschreven. Aan hand van de aanwezige ecotopen in de huidige situatie en die in het streefbeeld wordt in beeld gebracht welke ecotopen op dit moment ontbreken om de deelsystemen biologisch evenwichtig te laten functioneren. Bovendien wordt ingegaan op de kwaliteit van de huidige ecotopen. Deze fysische en chemische randvoorwaarden in aanmerking genomen wordt in dit hoofdstuk getracht een verklaring te vinden voor de soortensamenstelling en de dichtheden van de verschillende parametergroepen.

De Grensmaas

Het gebrek aan ecotopen, de slechte waterkwaliteit en de hoogfrequente afvoerfluctuaties veroorzaakt door de waterkrachtcentrale bij Lixhe (zie intermezzo hoofdstuk 2), resulteren in een vervuilingstolerante en indifferente macrofaunasamenstelling. In tegenstelling tot natuurlijke geleidelijke afvoerfluctuaties veroorzaken de kunstmatige hoogfrequente afvoerfluctuaties

door de waterkrachtcentrale bij Lixhe variaties in waterstanden en stroomsnelheden die kunnen leiden tot het wegvluchten of wegspoelen van stromingminnende ongewervelde dieren (Klink & Bij de Vaate, 1994) en het droogvallen van in grindbeddingen afgezette eieren van vissen. Soorten die voor hun voortbestaan afhankelijk zijn van dood hout, stagnante poelen, ondergraven oevers en waterplanten ontbreken volledig in de Grensmaas (Klink & Bij de Vaate 1994). Bovendien zorgt een laag van slib en algen op het grind (De la Haye, 1994a; Klink, 1993) in het stroombed ervoor dat er plaatselijk onvoldoende zuurstof in de grindbeddingen komt waardoor de afgezette eieren van salmoniden beschimmelen en zuurstofminnende macrofaunasoorten verdwijnen. De sliblaag zorgt er tevens voor dat het harde grindsubstraat verdwijnt, waardoor macrofaunasoorten die voor hun aanhechting dan wel voedselvoorziening hiervan afhankelijk zijn ontbreken. Hoewel waterplanten in de Grensmaas binnen dit onderzoekprogramma niet geïnventariseerd zijn, blijkt uit andere onderzoeken dat deze nagenoeg ontbreken (De Boer, 1992; De la Haye, 1994b). Dit wordt geweten aan de voornamelijk hoge stroomsnelheden en het ontbreken van ruimtelijke variatie in stroomsnelheden.

Ondanks de geringe variatie in stroomsnelheden, het eenzijdige voedselaanbod, plaatselijke bedekking van het grind met algen en slib en de sterk fluctuerende zuurstofconcentraties worden in de Grensmaas nog steeds stroomminnende vissoorten aangetroffen die elders in Nederland niet voorkomen (bijvoorbeeld Bronforel, Vlagzalm, Sneep en Beekprik). De biomassa in dit deelsysteem ligt echter lager dan in de Gestuwde Maas en de Getijde Maas. Het ondergeschikte belang van de Grensmaas voor visetende (overwinterende) watervogels weerspiegelt dit. Hoewel de Grensmaas door zijn hoge stroomsnelheden ook minder geschikt is als foerageergebied. Voor herbivore en visetende watervogels is de Grensmaas eveneens van ondergeschikt belang door het gebrek aan nevengeulen, oude rivierarmen, poelen, steile oevers en zand- en grindbanken. Uitvoering van de geplande stroomgeulverbreding en weerdverlaging (Helmer, 1991) zal echter leiden tot een toename van de genoemde

ecotopen die horen bij een natuurlijke (grind)rivier. De uiterwaarden vormen plaatselijk goede omstandigheden voor zangvogels. De Grensmaas is op dit moment nog niet geschikt voor de Otter en de Bever en als broedgebied voor Aalscholvers en reigers, door de afwezigheid van voldoende grote oppervlakten zacht- en hardhoutoobos (Grontmij, 1994). Voor een visetende toppredator als de Otter zijn waarschijnlijk de PCB-concentraties in vis nog steeds te hoog.

De Gestuwde Maas van Linne tot Lith

Het beperkte doorzicht, het gebrek aan ondiepe delen in het zomerbed en de door scheepvaart veroorzaakte golfslag en zuigwerking leiden tot een beperkt areaal aan waterplanten. Er zijn dan ook voornamelijk Gele plomp en lage bedekkingen met Schede- en Rivierfonteinkruid aangetroffen. Door de met stortsteen verharde rivieroevers komen de aan hard substraat gebonden Driehoeksmossel, schietmot (*Ecnomus tenellus*) en de eendagsvlieg (*Caenis lutuosa*) veel voor. Dat de waterkwaliteit in de Gestuwde Maas beter is dan in de Grensmaas illustreert *Caenis lutuosa*. Soorten van het geslacht *Caenis* zijn namelijk de eerste soorten eendagsvliegen die terugkeren als de waterkwaliteit beter wordt.

Ondanks de relatief lage stroomsnelheden in de gestuwde Maas ten opzichte van de Grensmaas worden rheofiele vissoorten als Vlagzalm, Bronforel, Hondsviis en Zonnebaars in dit deelsysteem van de Maas aangetroffen. De biomassa van deze soortgroep is echter laag ten opzichte van de vertegenwoordigers van de eurytope groep. Blankvoorn en Brasem zijn verantwoordelijk voor deze onevenwichtige verdeling. Deze 2 soorten maken namelijk maar liefst 70% uit van de totale biomassa aan vis. De oververtegenwoordiging van eurytope vissoorten is ongetwijfeld toe te schrijven aan het grote aantal stagnante wateren dat langs dit deelsysteem ligt (zie tabel 1, hoofdstuk 2) en de lange verblijftijd van het water. Hoewel de vissen in de Middenlimburgse Maasplassen niet gemonitord zijn binnen het biologisch meetnet, mag worden aangenomen



Foto 20

Daar waar begrazing achterwege wordt gelaten komt zachthoutoibos spontaan tot ontwikkeling. Het areaal van dit karakteristieke rivierecotoop is in de huidige situatie nog beperkt.

When animals are not allowed to graze on the wet bottomlands, willows and poplars spontaneously establish themselves (floodplain forest). The acreage of this characteristic river ecotope is still limited at this time.

dat deze mede verantwoordelijk zijn voor de hoge visbiomassa in de Gestuwde Maas. Veel plassen staan namelijk in open verbinding met de rivier. Het belang van de plassen voor vis wordt geïllustreerd door de gevonden hoge visbiomassa in zijwateren en het feit dat het aandeel van overwinterende visetende watervogels in Middenlimburg (een samenvoeging van een gedeelte van de deelsystemen: Maasplassen en Gestuwde Maas) het grootst is. Risico's voor visetende toppredatoren zoals watervogels als gevolg van doorvergiftiging met kwik, PCB-153, HCB en Σ DDT zijn niet uit te sluiten. Dit wordt bevestigd door van Hattum & Dirksen (1992) die PCB-concentraties in Blankvoorn aantroffen die de ecotoxicologische grenswaarde voor aquatische toppredatoren overtroffen.

De afwezigheid van Kwartelkoning en de beperkte aanwezigheid van Waterral en IJsvogel, illustreert het kleine oppervlak aan (natte) ruigtevegetaties langs de Gestuwde Maas. Toch is dit kleine oppervlak voldoende groot voor de Rietgors die minder veeleisend is. Deze soort komt vooral voor op plaatsen waar moerassige ruigtes en plassen voorkomen. Daar waar de oevers verhard en de uiterwaarden smal en gecultiveerd zijn, is de Bosrietzanger meer aangetroffen. Aan Otter en Bever staat op dit moment te weinig

leefgebied ter beschikking om een levensvatbare populatie op te bouwen (Grontmij, 1994).

Een vergroting van het areaal aan ondiepe rivierbedding, natuurlijke oevers, aangetakte ondiepe zijwateren, rietland en moerassige ruigtes, stroomdalgrasland en zacht- en hardhoutoibos in de Gestuwde Maas zal ongetwijfeld leiden tot een toename van het aantal water- en oeverplanten, de visbiomassa, broedvogels en herbivore en visetende watervogels. Om de ontwikkeling van karakteristieke ecotopen te bevorderen die op dit moment ontbreken of schaars zijn biedt afgraven van het winterbed in combinatie met natuurontwikkeling goede mogelijkheden (Silva & Kok, 1994). De door de commissie Boertien II (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994) voorgestelde verdieping van het zomerbed, om de waterstanden bij hoogwater op de Gestuwde Maas te verlagen is vanuit ecologisch oogpunt minder gewenst.

De Maasplassen

Waterplanten zijn alleen in de ondiepe delen langs de plasoevers aangetroffen. De ondergedoken waterplanten zijn het meest waargenomen op zandige bodems. Ook bodems met een

zand/grind mengsel vormen een geschikt substraat voor waterplanten. Dit wordt bevestigd door een onderzoek naar het voorkomen van waterplanten in het Middenlimburgse Maasplassen gebied (Overmars et al., 1992). In ondiepe plassen met veel slib wordt alleen Gele plomp aangetroffen. Schede fonteinkruid en Waterpest zijn algemeen (soms met een bedekking van 50-100 %) ook Gedoornnd Hoornblad komt regelmatig voor. Andere soorten fonteinkruiden worden incidenteel aangetroffen. Kroossoorten (zoals Klein kroos) worden vooral in kleine en/of geïsoleerde vaak stagnante (deel)systemen aangetroffen.

De Middenlimburgse Maasplassen vormen, samen met de rivier, een belangrijk traject van de Maas voor overwinterende watervogels: van het totale aantal overwinteraars in en langs de Maas wordt 28% in dit gebied aangetroffen. Door de grote oeverlengte met hard substraat en de daarop aanwezige bodemdieren (met name driehoeksmosselen) verblijft maar liefst 42% van het totale aantal benthosetters in dit gebied. De voornaamste vertegenwoordigers van deze groep zijn de Tafel- en Kuifeend. De Tafeleend overschrijdt zelfs de 1% norm zoals vastgesteld op de conventie van Ramsar (zie hoofdstuk 3). Het belang

van, met name aangetakte, plassen voor vis wordt geïllustreerd aan de hand van het feit dat 33% van het totale aantal viseters in dit gebied wordt aangetroffen. De overschrijding van de 1% norm van de Kleine Zwaan en de toename van het aantal overwinterende ganzen onderstrept het belang van dit gebied voor herbivore watervogels.

Ondanks de grote diepte en de steile oevers vervullen de Maasplassen op dit moment al een belangrijke ecologische functie. De potenties van deze plassen liggen echter veel hoger. Vooral een vergroting van het areaal aan ondiepe delen en natuurlijke overgangen tussen land en water zal leiden tot een toename van het aantal water- en oeverplanten. Dit zal een positief effect hebben op met name de dichtheid maar ook de soorten-samenstelling van ongewervelde dieren, vissen en vogels.

De Getijde Maas

Door de beperkte getijslag en de voor een groot deel met stortsteen verharde oevers mist de Getijde Maas karakteristieke ecotopen als krekens, slikplaten, slikoevers, biezen en rietgorzen die bij

dit riviertype thuishoren. Karakteristieke dieren en plantensoorten die hiervan afhankelijk zijn ontbreken dan ook vrijwel volledig in de huidige situatie.

Mede dankzij de lagere nutriëntengehaltes ligt het chlorofylgehalte, met uitzondering van de maanden mei en juni, in Keizersveer lager dan in Eijsden. In mei en juni leiden de hoge concentraties kiezelalgen en groenwieren tot enorme wisselingen in het zuurstofgehalte (zie hoofdstuk 2). Vanaf half juli is er een duidelijke bijdrage van blauwwieren, vnl. *Aphanocapsa elachista* en *Microcystis aeruginosa*. Zowel bij Eijsden als bij Keizersveer wordt het zoöplankton gedomineerd door Rotatoria. Door de langere ontwikkelingsstijd van Cladocera en hun voorkeur voor lage stroomsnelheden is het relatieve aandeel van deze groep bij Keizersveer groter. Dit laatste is naast het lagere nutriëntengehalte, mogelijke mede een verklaring voor het lagere chlorofyl- α gehalte bij Keizersveer.

Begroeiing is, evenals langs de Gestuwde Maas schaars. In de Afgedamde Maas (een oude Maas-arm) zijn rietgorzen aanwezig, maar deze zijn sterk aangetast door recreatie. Het bredere stroombed van de Afgedamde Maas verkleint de waterstandsfluctuaties hetgeen leidt tot relatief

meer waterplanten en een bredere begroeiing met riet.

In de Getijde Maas wordt de Tijgervlokreeft (*Gammarus tigrinus*) voor het eerst als subdominante soort aangetroffen in de Maas op de biotoop "stenen in de oeverzone". Mogelijk kan deze soort bovenstrooms van Lith minder goed concurreren vanwege het lagere chloride gehalte. In de biotoop "diepe rivierbodem" worden, met uitzondering van de Driehoeksmossel, algemene soorten aangetroffen die een voorkeur hebben voor zand- en slibbodems.

De totale biomassa van vis in de Getijde Maas is 4 keer zo laag als die in de Gestuwde Maas. De belangrijkste oorzaak is waarschijnlijk het kleinere oppervlak aan zijwateren in de Getijde Maas (zie tabel 1, hoofdstuk 2). Hoewel ook mariene soorten als Diklip harder en Grote Marene in de Getijde Maas zijn aangetroffen, wordt de biomassa, net als in de Gestuwde Maas, voor 70% bepaald door Blankvoorn en Brasem.

De Getijde Maas is het belangrijkste traject van de Maas voor overwinterende watervogels. Maar liefst 59% van het totale aantal overwinteraars wordt hier aangetroffen. Het grootste deel hiervan bestaat uit planteneters (63% van het totaal). Dit is een gevolg van het feit dat de uiterwaarden

Foto 21

Kleine stagnante wateren in het winterbed vormen een essentieel onderdeel van een natuurlijk rivierecosysteem. Door het kleine oppervlak van dit ecotoop in de huidige situatie zijn de planten, ongewervelde dieren, vissen en amfibieën die hiervan afhankelijk zijn nog zeldzaam.

Small stagnant pools in the winter bed are an essential part of a natural river ecosystem. The small acreage of this ecotope means that in the present situation, the plants, invertebrates, fish and amphibians that need the ecotope for survival are rare.



relatief breed zijn en dat het areaal aan water- en oeverplanten, met name in de Afgedamde Maas relatief groot is. Viseters worden slechts in kleine aantallen aangetroffen door de kleine biomassa aan vis. De Getijde Maas heeft internationaal een belangrijke waarde aangezien zowel Kleine Zwaan, Kolgans, Tafeleend en Meerkoet de 1% norm overschrijden.

In de Getijde Maas ontbreken de ecotopen die bij een getijde rivier thuishoren vrijwel volledig. Een grotere getij-invloed en de ontwikkeling van kreken, slibplaten, slikoevers, biezten en rietgorzen zal de flora en fauna die bij een getijde rivier horen ten goede komen.

Aanbevelingen voor monitoring

Op dit moment wordt de flora en fauna in de ecotopen "stroomdalgrasland" en "ooibos" niet gemonitord. Om een completer beeld van de flora en fauna in het winterbed van de Maas te hebben is dit echter wel wenselijk.

Om de trends van verschillende parametergroepen per deelsysteem te verklaren is het wenselijk de parametergroepen zoveel mogelijk op dezelfde trajecten of lokaties te monitoren.

Aanvullend onderzoek is nodig om de kennisleemten over de soortensamenstelling en dichtheden van vis in diepe Maasplassen en van ongewervelde dieren en zoöplankton in diepe en ondiepe Maasplassen op te vullen.

Het aantal parametergroepen zou uitgebreid kunnen worden met amfibieën, zoogdieren en enkele groepen van insecten bijv. libellen en vlinders. Hierbij moet zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van bestaande monitoringprogramma's.

Als de in het kader van het project Watersysteemverkenningen (WSV) op te stellen AMOEBES voor de verschillende deelsystemen van de Maas gereed zijn, kunnen de binnen het biologisch monitoring meetnet verzamelde gegevens hieraan (kwantitatief) getoetst worden. Afstemming tussen MWTL en WSV is dan ook noodzakelijk.

Naast het monitoren van de soortensamenstelling en dichtheden van flora en fauna en de concentratieniveaus van stoffen in organismen verdient het aanbeveling ook de oppervlakte van de verschillende ecotopen te monitoren. Dit laatst kan bijvoorbeeld geschieden aan de hand van luchtopnamen. Zo worden de fysische en chemische randvoorwaarden die bepalend zijn voor het voorkomen van flora en fauna in beeld gebracht en kunnen ontwikkelingen en trends van de parametergroepen beter worden verklaard.

Voorgesteld wordt om de Maasplassen niet meer als een afzonderlijk deelsysteem te benaderen maar bij de monitoring van de Grensmaas, Gestuwde Maas en Getijde Maas te betrekken.

In natuurlijke rivieren zijn plassen nl. een essentieel onderdeel van het totale riviersysteem.

Hoewel de Maasplassen in het algemeen dieper en groter zijn dan natuurlijke plassen, vervullen ze, met name de ondiepe delen, een belangrijke ecologische functie.

11. Aanbevelingen voor beleid en beheer

Stan Kerkhofs (RIZA)

Inleiding

In dit hoofdstuk worden bij de deelsystemen alleen aanbevelingen voor beleid en beheer gedaan die specifiek voor dat deelsysteem van toepassing zijn. Maatregelen die voor alle deelsystemen nodig zijn, zoals verbeteren van de water- en slibkwaliteit en verlaging van de concentraties van microverontreinigingen in organismen, komen voornamelijk aan bod in de paragraaf "De Maas in Nederland".

Grensmaas

Door het voor Nederlandse begrippen unieke karakter van de Grensmaas en het feit dat er geen scheepvaart plaatsvindt, leent dit riviertraject zich bij uitstek voor natuurontwikkeling. Om de Grensmaas ecologisch te verbeteren dienen er in de eerste plaats dusdanige omstandigheden te worden geschapen dat de ecotopen die van nature in een grindrivier thuishoren zich kunnen ontwikkelen. De door Helmer (1991) voorgestelde stroomgeulverbreding en weerdverlaging lijken in deze behoefte te voorzien. Deze maatregelen zijn bovendien aanbevolen door de commissie Boertien II (Ministerie van Verkeer en

Waterstaat, 1994) om de waterstanden bij hoogwater te verlagen. Met name de vergroting van het oppervlak aan ondiepe grindbedding (met stroming) is belangrijk omdat dit ecootop in de Nederlandse rivieren alleen in de Grensmaas voor kan komen.

Om het aantal soorten en dichtheden van planten en dieren verder te laten toenemen moet in de eerste plaats het zuurstofgehalte hoger worden. Om dit te bereiken zal zuivering van het industriële en huishoudelijk afvalwater in Wallonië het meeste effect sorteren. In de tweede plaats is een afname van kortstondige afvoerfluctuaties als gevolg van de waterkrachtcentrale bij Lixhe van belang. Hierbij kan gedacht worden aan een verdere aanpassing van het beheer van de stuw bij Borgharen. De beste oplossing is echter om de waterkrachtcentrale uit te rusten met turbines die traploos kunnen worden ingesteld. Hiermee kunnen hoogfrequente kunstmatige afvoerfluctuaties op de Grensmaas volledig tot het verleden gaan behoren.

De natuurontwikkelingsterreinen langs de Grensmaas (Koningssteen, Dilkensweerd en Hochter Bampd) demonstreren dat voor de ontwikkeling van een rijke stroomdalflora in het winterbed extensieve begrazing en het stoppen

van de bemesting voldoende zijn. Hetzelfde geldt voor de spontane ontwikkeling van zacht- en hardhoutoobos, met dien verstande dat begrazing pas moet worden toegepast als het bos voldoende ontwikkeld is.

Gestuwde Maas

Omdat het zuurstofgehalte in de Gestuwde Maas in het algemeen hoger is dan in de Grensmaas dient bij het ecologisch herstel van de Gestuwde Maas de aandacht nog meer uit te gaan naar het creëren van randvoorwaarden waarbij de ecotopen die bij dit riviertraject thuishoren zich kunnen ontwikkelen.

De Gestuwde Maas heeft een belangrijke functie bij de verbinding van grote natuurgebieden (in spé langs de Maas (Grensmaas, Fort Sint Andries en Biesbosch) en langs de Rijn (Gelderse Poort). In het zomerbed dient de aandacht dan ook in de eerste plaats uit te gaan naar het creëren van ondiepe delen in de oeverzone. Hierbij kan gedacht worden aan de ondiepe winning van zand en klei in het winterbed en het verwijderen van de harde stortstenen oeververdediging waar dit mogelijk is (zie Waterloopkundig Laboratorium, 1994). Door de commissie Boertien II (Ministerie van



Foto 22

Om de de Maas geschikt te maken voor de functie scheepvaart zijn stuwen aangelegd, bochten afgesneden en harde oeververdedigingen aangelegd. De vaargeul wordt op diepte gehouden door zand en slib te baggeren. Een deel van de natuurlijke flora en fauna die in een rivier als de Maas thuishoort is als gevolg van deze normalisaties verdwenen.

To facilitate shipping in the Meuse, dams were constructed, curves were straightened out and hard bank protection was constructed. The depth of the navigation channel is maintained by dredging sand and silt. Part of the flora and fauna whose natural habitat is the Meuse have vanished as a result of these 'normalizations'.



Foto 23

Beleids- en beheersvisies voor de Maas en de Rijntakken moeten op elkaar worden afgestemd. Deze dia van Fort Sint Andries waar de Waal en de Maas tijdens hoogwater slechts gescheiden worden door 1 dijk, geeft treffend weer dat deze afzonderlijke rivieren een gezamenlijk rivierecosysteem vormen.

Policy and management perspectives for the Meuse and branches of the Rhine have to be coordinated. This slide of Fort Sint Andries, where the Waal and the Meuse are only separated by 1 dyke during high floods, is a perfect illustration that these separate rivers constitute one common river ecosystem.

Verkeer en Waterstaat, 1994) is voor de Gestuwde Maas echter geadviseerd om de gewenste verlaging van de waterstanden bij hoogwater, te zoeken in verdieping van het zomerbed in plaats van delfstoffenwinning in het winterbed.

Voor de Otter wordt door Winter (1993) voorgesteld om de 2 à 3 km een voor recreanten ontoegankelijk terrein aan te leggen met dichte dekkingbiedende vegetatie (refugié) van ongeveer een 1/4 ha. Verder verdient het aanbeveling om ongeveer elke 250 meter kleine bosjes of struwelen tot ontwikkeling te laten komen. Waar dit niet mogelijk is kunnen voor dieren die oevers nodig hebben zoals bijvoorbeeld de Otter corridors over het land uitkomst bieden.

Maasplassen

Het beheer van de waterkwantiteit en -kwaliteit van de rivier is in handen van Rijkswaterstaat. Bij de, voornamelijk in Middenlimburg gelegen, grote Maasplassen ligt dit minder eenvoudig. Het waterkwaliteitsbeheer is hier in handen van het Zuiveringschap Limburg. De waterkwantiteit

wordt beheerd door Directie Limburg en de oevers zijn voor het grootste deel eigendom van Aquaterra BV. Waarschijnlijk wordt het waterkwaliteitsbeheer in 1995 overgedragen aan Directie Limburg.

Naast kunstmatig ontstane plassen zijn er ook natuurlijke Maasplassen. Natuurlijke (ondiepe) plassen in het winterbed vormen een essentieel onderdeel van een natuurlijk riviersysteem. Ze ontstaan tijdens hoog water door erosie in het winterbed of doordat een rivier zijn oorspronkelijke loop verlegt, waardoor oude armen geheel of gedeeltelijk van de rivier geïsoleerd raken. Plassen die horen bij een natuurlijk riviersysteem variëren dan ook in grootte en diepte, mede doordat tijdens een hoogwater zand en/of slib in de plassen wordt afgezet en doordat waterplanten bij kunnen dragen aan een natuurlijke verlanding. Naast verschillen in fysische parameters, kunnen de chemische condities van natuurlijke plassen ook verschillen.

Hoewel de ecologische waarden van de Maasplassen minder goed onderzocht zijn dan die van de rivier zelf, blijkt uit de hoge dichtheden over-

winterende vogels en de hoge visbiomassa dat deze plassen zelfs in de huidige situatie al een belangrijke rol spelen in het watersysteem Maas. De ecologische potenties van de Maasplassen liggen echter veel hoger dan in de huidige situatie het geval is. Het accent bij het vergroten van de ecologisch waarde van de Maasplassen zal moeten liggen bij het creëren van een groter areaal aan ondieptes en geleidelijk overgangen van land naar water. Een verbetering van de waterkwaliteit kan bereikt worden door bijvoorbeeld de vorm van de aantakking met de rivier te veranderen zodat de invloed van nutriëntenarm grondwater groter wordt (zie Peeters & Gylstra, 1995). Met name het intensieve watertoerisme in Middenlimburg vraagt om een goede zonering van de oever- en waterrecreatie om de noodzakelijke rust te garanderen.

Op dit moment is er niets bekend over de soortensamenstelling laat staan dichtheden van vis in diepe Maasplassen en van ongewervelde dieren en zoöplankton in diepe en ondiepe Maasplassen (De la Haye, 1995). Het opvullen van deze kennisleemten is noodzakelijk om de aanbevelingen voor beleid en beheer van de verschillende Maasplassen te optimaliseren.

Getijde Maas

De Getijde Maas heeft op dit moment het karakter van een zandrivier. Er zijn ideeën (wensen) om de Getijde Maas te veranderen in een riviertraject met het karakter van een zoetwater getijderivier. Dit kan gerealiseerd worden door het stuwbeheer van de Haringvlietsluizen zodanig aan te passen dat de invloed van het getij groter wordt. Hiertoe is inmiddels een MER-studie gestart die meer duidelijkheid zal brengen in de haalbaarheid van zo'n aangepast stuwbeheer. Afhankelijk van de mate waarin de sluisen geopend worden, zal de hydrodynamiek in de Getijde Maas toenemen. Zo zal de getijslag in de Bergsche Maas ongeveer 125 cm gaan bedragen, in plaats van 35-50 cm in de huidige situatie, indien de Haringvlietsluizen alleen als stormvloedkering gebruikt gaan worden (Grontmij, 1994a). Naast een vergroting van de hydrodynamiek leidt een aanpassing van het stuwregiem boven-

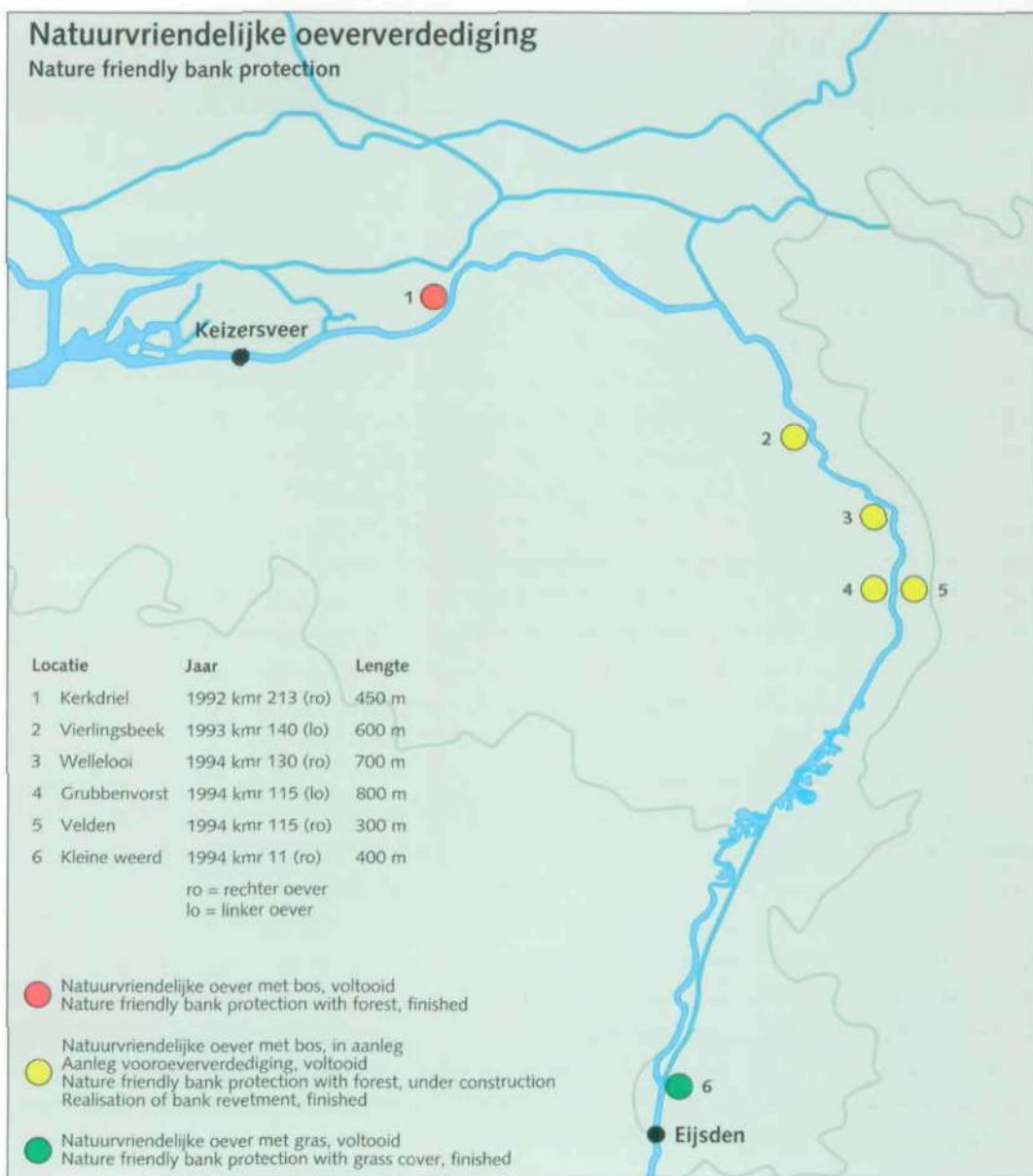
dien tot een vergemakkelijking van de uitwisseling van organismen tussen de rivier en de Noordzee en vice versa om 2 redenen. In de eerste plaats is er een fysieke barrière minder. In de tweede plaats wordt een chemische barrière (gedeeltelijk) geslecht. Voor riviertrekvis is het namelijk belangrijk dat bij de trek naar bovenstrooms gelegen paaigebieden (en omgekeerd) de gradiënt van zout naar zoet zo geleidelijk mogelijk is.

Indien een vergroting van de invloed van het getij gecombineerd wordt met het verwijderen van de harde oeververdediging zullen de ecotopen: "bedding getijrivier met nevengeulen", "kreken

en oevers getijrivier", "slikplaten en (steil)oevers" en "biezen- en rietgorzen" grotendeels vanzelf tot ontwikkeling komen. Waar het verwijderen van de harde oeververdediging leidt tot ongewenste effecten voor de scheepvaart zal de mogelijkheid onderzocht moeten worden om natuurvriendelijke oevers aan te leggen. Indien het areaal cultuurgrasland en akkerbouwgronden (gedeeltelijk) wordt omgezet in stroomdalgrasland en zacht- en hardhoutoobos en de waterkwaliteit verbeterd is er in de Getijde Maas plaats voor levensvatbare populaties van Bever, Otter, Aalscholver, Roerdomp en Kwak (Grontmij, 1994a).

De Maas in Nederland

Een riviersysteem kan gekarakteriseerd worden aan de hand van ecotopen. Dit zijn ruimtelijk begrensde eenheden met een karakteristiek vegetatiestructuur. Voor aquatische organismen zijn de ondiepe delen in het stroombed en (aangetakte) zijwateren de belangrijkste ecotopen. In deze ecotopen bevindt zich namelijk de meeste plantaardige en dierlijke biomassa. De lage dichtheden aan waterplanten en ongewervelde dieren, de beperkte vispopulaties en het relatief lage aantal vogels dat vis en ongewervelde dieren eet illustreren dat ondieptes en aangetakte zijwateren



Figuur 1

De ligging van gerealiseerde (in groen) en geplande (in geel) natuurvriendelijke oeververdedigingen langs de Maas in het beheersgebied van de Directie Limburg. The location of completed (green) and projected (yellow) nature-friendly bank protection along the Meuse in the area under the management of the Limburg Directorate.



Foto 24

Om de negatieve effecten op water- en oeverplanten ten gevolge van scheepvaart te verzachten worden natuurvriendelijke oeververdedigingen aangelegd. Karakteristieke water- en oeverplanten kunnen zo weer tot ontwikkeling komen zodat het areaal aan paaigebied voor vissen toeneemt.

To mollify the detrimental effects on water and littoral plants of shipping, nature-friendly bank protection is constructed. This allows characteristic water and littoral plants to develop anew, enlarging the spawning ground for fish.

op dit moment zijn ondervertegenwoordigd. Het creëren van extra ondiepe zijwateren door grind, zand of kleiwinning, het aantakken van oude armen, het verwijderen van harde oeververdedigingen en de aanleg van natuurvriendelijke oevers zijn manieren om het areaal aan ondiepe delen te vergroten. Volgens Semmekrot en Vriesse (1992) dient voor een gezonde riviervissstand tenminste 10% van het totale rivieroppervlak te bestaan uit (ondiepe) delen die geschikt zijn als paai- en opgroeigebied voor vis.

De lage dichtheden van riviertrekvisseren geven aan dat in de eerste plaats de stuwen en sluisen passeerbaar gemaakt moeten worden. De aandacht dient hierbij niet alleen uit te gaan naar het Nederlandse stroomgebied van de Maas maar vooral ook naar het Belgische deel, omdat de belangrijkste paaigebieden in de Ardennen liggen. De aanleg van vispassages bij stuwen kan mogelijk gecombineerd worden met de aanleg van nevengeulen (Van Grol, 1994). Hierbij worden de stuwen passeerbaar gemaakt en wordt gelijktijdig het areaal aan ondiepe delen met stroming vergroot.

De overgang van zoet naar zout kan worden vergemakkelijkt door het stuwbeheer van de Haringsvliet sluisen aan te passen.

De lage dichtheden, dan wel ontbreken, van organismen die gebonden zijn aan natuurlijke (steil)oevers zoals IJsvogel of Otter geven mede aan dat er nog onvoldoende natuurlijke overgangen van water naar land zijn. Het verwijderen van de harde oeververdediging of de aanleg van natuurvriendelijke oevers in combinatie met het stoppen van (intensieve) begrazing zijn mogelijke oplossingen. Door de Directie Limburg zijn op enkele lokaties al natuurvriendelijke oevers aangelegd langs de Maas (figuur 1). Het areaal aan natuurvriendelijke oevers zal de komende jaren verder worden vergroot, hierbij wordt niet alleen gedacht aan natuurtechnische oplossingen, maar ook aan het uit pacht nemen van landbouwgrond (Rijkswaterstaat, 1995).

Het gebrek aan moerassige ruigtes kan, aan de hand van de gegevens die binnen het biologische monitoring meetnet zijn verzameld, alleen worden afgelezen aan het nagenoeg ontbreken van Kwartelkoning en Waterral. De schaarste van dit ecotoop wordt bevestigd door Creemers (1991), waaruit blijkt dat de aan poelen gebonden amfibieën erg schaars zijn in de Maasuitwaarden. Hoewel in het kader van deze studie de vegetatie die thuishoort in het winterbed niet onderzocht is, blijkt uit de Boer (1992) en Buskens & Tol-

kamp (1994) dat er nog steeds karakteristieke stroomdalplanten voorkomen in het Maasdal, zij het in lage dichtheden. Om het areaal aan stroomdalgrasland te vergroten is extensieve begrazing van de bestaande uiterwaarden voldoende. Om het oppervlak aan bronmilieus en de daarbij horende karakteristieke vegetatie te vergroten kan gedacht worden aan verhoging van het grondwaterpeil in hoger gelegen aangrenzende gebieden.

Ooibos wordt op dit moment niet of nauwelijks in het Maasdal aangetroffen. Geilen (1994) laat zien dat het achterwege laten van begrazing voldoende is om zachthoutooibos tot ontwikkeling te laten komen. Het natuurontwikkelingsgebied bij Thorn illustreert hoe verdwenen en karakteristieke flora en fauna zich in enkele jaren tijd opnieuw kan vestigen enkel en alleen door het toepassen van extensieve begrazing (Natuurhistorisch Genootschap, 1993). Het in eerste instantie stoppen van begrazing is de eenvoudigste methode om de ontwikkeling van zacht- en hardhoutooibos te stimuleren. Als het bos zich voldoende ontwikkeld heeft kan extensieve begrazing toe worden gepast om de diversiteit aan flora en fauna te vergroten.

De ontwikkeling van ooibos in het winterbed zal,

gezien de opstuwung die het bij hoogwater veroorzaakt, met name geprojecteerd moeten worden op delen die bij hoogwater niet meestromen. Om een levensvatbare populatie van Aalscholver en/of reigerachtigen mogelijk te maken dient gestreefd te worden naar ongeveer 50 ha. ooi- of moerasbos per 50 km. rivier (Grontmij, 1994a). De ontwikkeling van met name moerassige milieus in het winterbed kan verder gestimuleerd worden door zand- en/of kleiwinning te combineren met herinrichting (Grontmij, 1994b).

Hoewel de afwezigheid van karakteristieke rivierecotopen op dit moment de grootste belemmering is voor het ecologisch herstel van het stroomgebied van de Maas, en dat van de andere grote Nederlandse rivieren, mag de waterkwaliteit de ontwikkeling van gezonde zichzelf in stand houdende dierpopulaties niet belemmeren.

Voor de Maas dient daarbij de aandacht in de eerste plaats uit te gaan naar de zuurstofhuishouding. Bij Eijsden worden bij lage afvoeren regelmatig zuurstofgehalten beneden de 3 mg/l gemeten. De stuw bij Borgharen krikt dit gehalte dusdanig op dat bij afvoeren boven 50 m³/s het zuurstofgehalte in de Grensmaas meestal boven de 5 mg/l ligt (eigen waarneming). In de zomer en het begin van het najaar ligt de afvoer echter vaak beneden de 50 m³/s zodat het voorkomen

van zuurstofminnende organismen wordt belemmerd. De soorten die wel bestand zijn tegen de grote zuurstoffluctuaties worden negatief beïnvloed door de hoge concentraties zware metalen en microverontreinigingen. Dit blijkt uit toxiciteitsmetingen aan waterbodems en oppervlaktewater en aan het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor vis (zie hoofdstuk 9). De gehalten aan kwik, PCB-153, HCB en Σ DDT in vis zijn namelijk zo hoog dat dit risico's oplevert voor visetende toppredatoren als Aalscholver en Otter. Mossetende toppredatoren als Kuif- en Toppereend lopen geen risico's. Indien Wallonië overgaat tot de zuivering van al het huishoudelijke en industriële afvalwater zal dit spoedig leiden tot een aanzienlijke verbetering van de zuurstofhuishouding en een verlaging van de concentraties aan microverontreinigingen. Ook de bedekking van de grindbodem van de Grensmaas met slib (zie intermezzo, hoofdstuk 7) zal hierdoor verminderen. De oplossing van de verbetering van de waterkwaliteit van de Maas moet echter niet alleen gezocht worden in Wallonië. Ook de uitspoeling van voedingsstoffen van landbouwgrond in Nederland draagt bij aan te hoge nutriëntengehalten in het Maaswater.

Na een hoogwater zijn grote delen van de uiterwaarden van de Maas bedekt met zwerfvuil. Deze visuele vervuiling kan worden tegengegaan

door enerzijds betere voorlichting om het zwerfvuil te beperken en anderzijds door vuilnisbelten in het winterbed te saneren.

Hoewel de rivieren in Nederland vaak geïsoleerd zijn van hun omgeving door zomer- en winterdijken en (snel)wegen maken rivieren in een natuurlijke situatie onderdeel uit van een groot geheel. Veel dieren die in en langs een rivier worden aangetroffen maken niet alleen gebruik van het water, de aanliggende oevers en de gronden die overstromd worden, maar ook van de hoger gelegen gebieden. Everzwijnen en elanden foerageren zowel in de uiterwaarden als in het hardhoutoobos. Zwarte ooievaar en Visarend hebben hardhout oobos nodig om in te nestelen en de rivier en de uiterwaarden om voedsel te zoeken. Koppeling van de Maas met hoger gelegen natuurgebieden is daarom van essentieel belang.

Niet alleen de koppeling met terrestrische maar ook met aquatische ecosystemen is van wezenlijk belang. Zo is contact met beken die uitmonden in de rivier van belang voor vissen die paaieren in beken als bijvoorbeeld de Geul, de Gulp, de Roer, de Swalm en de Niers. Bovendien kunnen beken met hun begeleidende vegetatie een belangrijke schakel vormen tussen gebieden voor soorten als bijvoorbeeld de Bever en de Otter. De otters die nog voorkomen in de Belgische Ardennen, kunnen de Grensmaas alleen bereiken via het stroomgebied van de Geul en de Gulp (Winter, 1993).

Om de functie van de Maas als onderdeel van de ecologische hoofdstructuur (EHS) invulling te geven zal er bovendien op gelet moeten worden dat rivierecotopen in voldoende grote oppervlaktes aanwezig zijn en dat de onderlinge afstanden niet te groot zijn (stepping stones). Hierbij dient niet alleen het stroomgebied van de Maas maar ook dat van de Rijn meegenomen te worden. Uiteindelijk ziet een vogel de Maas en de Rijn ook niet als gescheiden systemen.

Tabel 1

De belangrijkste aanbevelingen voor beleid en beheer van de deelsystemen van de Maas. De plussen geven de noodzaak van uitvoering van de maatregel aan. (nvt = niet van toepassing).

Maatregel	Grensmaas	Gestuwde Maas	Maasplassen	Getijde Maas
Vermindering kunstmatig afvoerfluctuaties	+++	+	nvt	nvt
Verhoging van het zuurstofgehalte	+++	+	+	+
Verlaging gehalten aan microverontreinigingen	+++	++	++	++
Vergroting van de getij-inval	nvt	nvt	nvt	+++
Vergroting van het oppervlak aan ondiep stagnerend water	+++	++	++	+++
Toename van het oppervlak aan moerasvegetaties en stroomdal grasland	+++	+++	+++	+++
Toename van het areaal oobos	+++	+++	+++	+++

12. Literatuur

1. Inleiding

Adriaanse, M., Keuper, F.J., Martijn, E.C.L. en Snoek, M., 1992. Milieumeetnet Zoete Rijkswateren. RIZA nota 92.052.

Kerkhofs, M.J.J., 1993. Projektplan Ecologisch Herstel Maas, 1994-1995. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english). EHM nr. 11. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989. Derde Nota Waterhuishouding. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994. Evaluatienota Water. Den Haag

Projectteam Watersysteemverkenningen, 1994. Watersystemen en doelvariabelen. RIZA nota 94.019.

Projectgroep Biologische Monitoring, 1991. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. RIZA nota 91.039.

2. Het watersysteem Maas

Breukel, R., W. Silva, W. van Vuuren, J. Botterweg & R. Venema, 1991. De Maas, verleden, heden en toekomst. RIZA, Rapport nr. 91.052.

Grontmij, 1994. Een verkenning naar Ecotopen-AMOEBES voor de Maas. Een studie naar toetsbare ecologische doelstellingen voor vijf deelsystemen. In opdracht van RIZA door Grontmij Ruimtelijk Inrichting uitgevoerde studie. Ordernr. 36378.99.

Haye, M.A.A. de la, 1994a. De invloed van stroomsnelheid op de aangroei van bentische algen en de aanhechting van Maasslib op kunstmatig substraat in stroomgoten. Aquasense in opdracht van RIZA. Report of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 19-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1994b. Heeft Vlottende Waterranonkel een toekomst in de Grensmaas?. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River

Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 18-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1995. De ecologie van de Limburgse Maasplassen. Een overzicht van uitgevoerd onderzoek. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 28-1995. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Kerkhofs, M.J.J., W. Silva & W. Ma. 1993. Zware metalen en organische microverontreinigingen in bodem, regenwormen en dassen in het winterbed van de Maas bij Grave. RIZA in samenwerking met IBN-DLO en Directie Limburg. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 14-1993. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Klink, A. 1993. Algenaangroei en slibakkumulatie op stenen in de Grensmaas. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. rapport nr. 46.

Klink, A. & A. bij de Vaate. 1994. De Grensmaas en haar problemen zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink in opdracht van RIZA. Rapporten en mededelingen nr. 53.

Noorden, B., van, 1992. Watervogels en wetlands in Limburg. Bureau Waardenburg in opdracht van Provincie Limburg en RIZA. Reports of the project "Ecological rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 7-1992.

Overmars, W., B.G.P. Paffen & P. van Aveaath, 1992. Waterplanten in de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991. Bureau Stroming in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french) EHM nr. 5-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Peeters, E.T.H.M & R. Gylstra, 1995. Ecologisch karakterisering van de Limburgse Maasplassen op grond van fysische en chemische variabelen en fytoplankton. LUW in opdracht van

RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french) EHM nr. 27-1995. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Semmekrot, S. & Vriese, F.T., 1992. Paai- en opgroei gebieden voor vis in de Maas. OVB in opdracht van Directie Limburg. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 9-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Sips, H.J.J., J. van der Horst en J.M. Reitsma. 1995. Voorwaarden voor waterplanten in de gestuwde Maas. Bureau Waardenburg in opdracht van Directie Limburg. Report of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 29-1995. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Vaate, A. bij de & M. Greijdanus-Klaas, 1993. Beschrijving van een nulsituatie voor de macro-evertebraten in de Grensmaas. Reports of the project Ecological Rehabilitation of the River Meuse (with a summary in english and french). EHM nr. 17-1993. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Veen, R. van der, 1992. Nauwkeurigheid model ZWENDL voor de Maas. RIZA werkdocument nr. 92018X

Vriese, F.T., 1992. De visstand in de Grensmaas. OVB in opdracht van Directie Limburg. Reports of the project Ecological Rehabilitation of the River Meuse (with a summary in english and french). EHM nr. 6-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

3. Vogels

Buesink, H., A.J. Beintema & L.M.J. Van den Bergh, 1992. Een kwarteeuw watervogeltellingen. RIN-rapport 92/25. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Beintema, A.J., H. Buesink & L.M.J. Van den

Bergh, 1993. Overwinterende watervogels in Nederland, 1967-89. *Limosa* 66: 17-24.

Coelen, J., van der & C. van Seggelen, 1993. De broedvogels van het Zuidelijk Peelgebied. Avifaunakaractering Limburg. Deelgebied II, 1991. Provincie Limburg, Maastricht.

Dirksen, S. & T.J. Boudewijn, 1992. Nachtelijke verspreiding van foeragerende duikenden in het Middenlimburgse Maasplassengebied. *Limburgse Vogels* 3: 89-96.

Dirksen, S. & T.J. Boudewijn, 1994. Ecotoxicologisch veldonderzoek aan watervogels van de Maas en Maasplassen. Bureau Waardenburg in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 24-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Hattum, B., van & S. Dirksen, 1992. Microverontreinigingen in Blankvoorns en schelpdieren uit de Maas en Maasplassen, 1991. Bureau Waardenburg en IVM in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 3-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Leeuw, J.J., de & R. Noordhuis, 1991. Predatie van Driehoeksmosselen door watervogels. RIZA-nota 91.050. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Directie Flevoland en RIZA, Lelystad.

Martijn, E.C.L. & R. Noordhuis, 1991. Het voedsel van Aalscholvers in het Maasplassengebied in Midden- en Zuid-Limburg. *Limburgse Vogels* 2: 59-69.

Monval, J.-Y. & J.-Y. Pirot, 1989. Results of the IWRB International Waterfowl Census 1967-1986. *Population estimates, trends and distribution in selected species of ducks, swans and Coot (*Fulica atra*) wintering in the Western Palearctic and West Africa*. IWRB Special Publication No. 8. IWRB, Slimbridge.

Noorden, B., van, 1992. Watervogels en wetlands in Limburg. Bureau Waardenburg in opdracht van Provincie Limburg en RIZA. Reports of the project "Ecological rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 7-1992.

Noorden, B. van, 1993. Provinciale broedvogelkaractering in de Kop van Limburg in 1993. *Limburgse Vogels* 4: 96-104.

Noorden, B. van, 1994. De broedvogels van Midden-Limburg. Avifaunakaractering Limburg. Deelgebied III, 1992. Provincie Limburg, Maastricht.

Projectteam Watersysteemverkenningen. 1994. Watersystemen en doelvariabelen voor de watersysteemverkenningen. RIZA nota nr. 94.019.

Roomen, M.W.J. van, 1993. Tellen van watervogels in Nederland: voorstellen voor vernieuwing van een aantal monitoringprojecten vanaf 1993. SOVON-rapport 93.07 / RIZA-rapport BM93-07 / IKC-NBLF werkdocument 31. SOVON, Beek-Ubbergen.

Roomen, M.W.J. van & E.A.J. van Winden, 1993. Watervogels in de Zoete Rijkswateren in januari 1993. SOVON-rapport 1993/15, RIZA-rapport BM93-11. SOVON, Beek-Ubbergen.

Schols, R. & F. Schepers, 1991. De broedvogels van het Noordelijk Peelgebied. Avifaunakaractering Limburg. Deelgebied I, 1990. Provincie Limburg, Maastricht.

4. Vissen

Bergers, P.J.M., 1991. Voedsel生态学 van vissen in de Nederlandse Rijntakken. Rapport nr. 28 van het Ecologische Herstel Rijn.

Phillipart, J.C. A. Gillet & J.C. Micha, 1988. Fish and their environment in large european river ecosystems: The River Meuse. *Sciences de l'eau*, vol. 7 (1):p. 115-154.

Semmekrot, S. & Vriese, F.T., 1992. Paai- en opgroei gebieden voor vis in de Maas. OVB in opdracht van Directie Limburg. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 9-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Vriese, F.T., 1992. De visstand van de Grensmaas. OVB in opdracht van Directie Limburg. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 6-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Tre-

atment (RIZA) and Directorate Limburg.

5. Water- en oeverplanten

Boer, D. de, 1992. Vegetaties in het oevermilieu van de Grensmaas. STL in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 4-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Botterweg, J. & W. Silva, 1992. Projectplan Ecologisch Herstel Maas (EHM). Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 1-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Coops, F.M. Zant & R.W. Doef. 1993. Het voorkomen van Rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus* Poir.) in Nederland. *Gorteria* nr. 19, 44-52.

Haye, M.A.A. de la, 1992a. Groei en overleving van de Vlottende wateranonkel (*Ranunculus fluitans* Lam.) in de Maas; Transplantatie en semi-veldproeven. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 2-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1992b. Worden groei, overleving en kieming van de Vlottende wateranonkel (*Ranunculus fluitans* Lam.) in Maaswater beïnvloed door waterstandsfluctuaties? semi-veldexperimenten. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 8-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1994b. Heeft Vlottende Wateranonkel een toekomst in de Grensmaas?. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 18-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment

(RIZA) and Directorate Limburg.

Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Studie in opdracht van de Provincie Limburg. Rapport Bureau Strooming.

Lemaire, A.J.J., 1994. Water-en oevervegetaties: Zomerbed. Intern rapport RIZA BM93.25. NIOO-CTO in opdracht van RIZA Lelystad.

Maenen, M.J.M., 1989. Water-en oeverplanten in het zomerbed van de nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysisch-chemische parameters. Opgenomen in de reeks: Ecologisch Herstel Rijn, nummer 13.

Overmars, W., B.G.P. Paffen & P. van Aveaath, 1992. Waterplanten in de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991. Bureau Strooming in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french) EHM nr. 5-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Projectteam Watersysteemverkenningen. 1994. Watersystemen en doelvariabelen voor de watersysteemverkenningen. RIZA nota nr. 94.019.

6. De ongewervelde dieren

Brundin, L., 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedische Urgebirgseen. Reports Inst. Freshw. Res. Drottningholm 30: 1-914.

Dudok van Heel, H.C., H. Smit & S.M. Wiersma, 1991. Macrofauna in de diepe waterbodem van het noordelijk deltabekken. RIZA, Lelystad, rapport nr. 91.051.

Frantzen, N., 1991. De kwaliteit van Maas- en Rijnwater in de periode 1983-1989. Beoordeling met behulp van macro-evertebraten. Rapport RIWA, Amsterdam.

Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Studie in opdracht van de Provincie Limburg. Rapport Bureau Strooming.

Janssen, A.W. & E.F. de Vogel, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. Uitgave Ned.

Jeugdbond voor Natuurstudie, Amsterdam.

Ketelaars, H.A.M. & N.M.L.H.F. Frantzen, in prep. One decade of benthic macroinvertebrate biomonitoring in the river Meuse. Netherlands Journal of Aquatic Ecology.

Klink, A., 1994. De Lotharingse Maas (La Moyenne Meuse) als referentie voor de Grensmaas? Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. Rapporten en mededelingen nr. 48.

Kruseman, G., 1933. Tendipedidae Neerlandica. I: Genus *Tendipes* cum generibus finitimis. Tijdschr. Entomol. 76: 119-216.

Mol, A.W.M., 1985. Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera). 2. Overige families. Entomol. Ber. 45: 128-135.

Paalvast, P. 1993. La Moyenne Meuse als referentie voor de Grensmaas. Een inventarisatie. Ecoconsult in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM-nr. 16a-1993. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Peeters, E.T.H.M., 1988. Hydrobiologisch onderzoek in de Nederlandse Maas. Makrofauna in relatie tot biotopen. Rapport Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Natuurbeheer.

Smit, H. & J.J.P. Gardeniers, 1986. Hydrobiologisch onderzoek in de Maas. Een aanzet tot biologische monitoring van grote rivieren. *H₂O* 19 (14): 314-317.

Urk, G. van, F. Kerkum & C.J. van Leeuwen, 1993. Insects and insecticides in the Lower Rhine. *Wat. Res.* 27 (2): 205-213.

Vaate, A. bij de & M. Greijdanus-Klaas, 1989. Biomonitoring van grote rivieren met een kunstmatig substraat. Rapport RIZA, nr. 90.009.

Vaate, A. bij de & M. Greijdanus-Klaas, 1991. Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1988. RIZA, publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn", nr. 27-1991.

Vaate, A. bij de & M. Greijdanus-Klaas, 1993. Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1990. RIZA, publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn", nr. 52-1993.

Verdonschot, P.F.M., 1981. Some notes on the ecology of aquatic oligochaetes in the Delta region of the Netherlands. *Arch. Hydrobiol.* 92: 53-70.

7. Zoöplankton

Bergers, P.J.M., 1991. Voedsel-ecologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken. Rapport 'Ecologisch herstel Rijn' nr. 28.

Dijk, G.M. van & B. van Zanten, 1994. Seasonal changes in zooplankton abundance in the lower river Rhine during 1987-1991. *Hydrobiologie* (in press).

Gulati, R.D., 1990. Zoöplankton structure in the Loosdrecht lakes in relation tot trophic status and recent restoration measures. *Hydrobiologia*, 191, 173-188.

Gulati, R.D., A.L. Ooms-Wilms, O.F.R. van Tongeren, G. Postema, & K. Siewertsen, 1992. The dynamics and role of limnetic zooplankton in Loosdrecht lakes (The Netherlands). *Hydrobiologia*, 233, 69-86.

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.

Pourriot, R., D. Benest, P. Champ & C. Rougier, 1982. Influence de quelques facteurs du milieu sur la composition et la dynamique saisonnière du zooplancton de la Loire. *Acta Oecologica Oecol. Gen.*, 3, 353-371.

Snoek, M., J.E.W. de Hoog, M.L. Meyer en H. Ruiters. 1992. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Operationele uitwerking algen/zoöplankton. RIZA werkdocument 91.152AX.

8. Fytoplankton

Breukel, R., W. Silva, W. van Vuuren, J. Botterweg & R. Venema, 1991. De Maas; Verleden, heden en toekomst. RIZA nota nr. 91.052.

Brink, N.G.M. van den, 1994. Effecten van stroomgeulverbreeding en weerdverlaging op slibsedimentatie in de Grensmaas. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 22-1994. Institute of Inland Water Ma-

nagement and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Descy, J.P. & C. Willems, 1991. Contribution à la connaissance du phytoplancton de la Moselle (France). *Cryptogamie, Algol* 12: 87-100.

Dresscher, T.G.N., 1969. De soortencombinaties van de in het water zwevende plantaardige micro-organismen van enkele plaatsen in de Brabantse Biesbosch en de omgeving. *Meded Hydrobiol Ver* 2: 154-166.

Hansson, L.A., 1988. Effects of competitive interactions on the biomass development of planktonic and periphytic algae in lakes. *Limnol & Oceanogr.* 33(1): 121-128.

Hasle, G.R. & D.L. Evensen, 1976. Brackish and freshwater species of the diatom genus *Skeletonema*. II. *Skeletonema potamos* comb. nov. *J Phycol* 12: 73-82.

Haye, M.A.A. de la, 1994. Fyto- en zoöplankton in de Maas (1966-1982) (Eijdsden, Grave en Lith. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 25-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Studie in opdracht van de Provincie Limburg. Rapport Bureau Stroming.

Infante, A. & A.H. Litt, 1985. Difference between two species of *Daphnia* in the use of 10 species of algae in Lake Washington. *Limnol Oceanogr* 30: 1053-1059.

Klink, A., 1993. Algenaangroei en slibakkumulatie op stenen in de Grensmaas. Hydrologisch Adviesbureau Klink. Rapport nr. 46.

Knisely & Geller, 1986. Selective feeding of four zooplankton species on natural lake phytoplankton. *Oecologia* 69: 86-94.

Snoek, M., J.E.W. de Hoog, M.L. Meyer en H. Ruiters, 1992. Biologische monitoring zoete Rijkswateren. Operationele uitwerking algen/zoöplankton. RIZA werkdocument 91.152AX.

Toth, L.G. & N.P. Zankai, 1985. Feeding of *Cyclops vicinus* (Uljanin) (Copepoda: Cyclopoida) in Lake Balaton on the basis of gut content analysis. *Hydrobiologia* 122: 251-260.

Wibaut-Isebree Moens, N.L., 1956. Rivie-

renonderzoek 1954-1955. Unpubl. Rapport in opdracht van Rijkswaterstaat.

Wibaut-Isebree Moens, N.L., 1964. Onderzoek van grindgaten langs de Maas. Publ. Natuurhistorisch Genootschap Limburg 14:1-44

9. Ecotoxicologie

AquaSense, 1992. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Meting van effectparameters aan muggelarven in het veld; periode 1992. In opdracht van RIZA. Rapport nr. 93.0321/RIZA rapport nr. BM 93.01.

AquaSense, 1993. Biologische Monitoring Zoete Rijkswateren. Meting van effectparameters aan muggelarven in het veld; periode 1992 en 1993. In opdracht van RIZA. Rapport nr. 93.0321/ RIZA rapport nr. BM 93.18.

Breukel, R., W. Silva, W. van Vuuren, J. Botterweg & R. Venema, 1991. De Maas, verleden, heden en toekomst. RIZA, Rapport nr. 91.052.

Gaag, M.A. van der, M. van den Bergh, A. Brouwer, S. Dirksen, T. Boudewijn and G. van Urk, 1989. Impaired breeding succes of some Cormorant populations in the Netherlands: the net tightens around compounds with a dioxin-like effect. In: The effects of micropollutants on components of the river Rhine. Publications and reports of the project "Ecological Rehabilitation of the river Rhine". publ. no. 35 (1991).

Gezondheidsraad, 1993. Commissie doorvergiftiging. Doorvergiftiging, toxische stoffen in voedselketens. Den Haag, publicatienummer 1993/04. pp. 72.

Guchte, C. van de, 1992. The sediment quality TRIAD: An integrated approach to assess contaminated sediments. In: River Water Quality, Ecological Assessment and Control. Eds. Newman, P.J., M.A. Piavaux and R.A. Sweeting. Brussel, Belgium pp. 417-423.

Hendriks, A.J. & H. Pieters, 1993. Monitoring concentrations of micropollutants in aquatic organisms in the Rhine delta: a comparison with reference values. *Chemosphere* 26, 5, 817-836.

Kerkhofs, M.J.J., W. Silva & W. Ma, 1993. Zware metalen en organische microverontreinigingen in bodem, regenwormen en dassen in het

winterbed van de Maas bij Grave. RIZA in samenwerking met IBN-DLO en Directie Limburg. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 14-1993. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Kraak, M.H.S., D. Lavy, H. Schoon, M. Toussaint, W.H.M. Peeters & N.M. van Straalen, 1994. Ecotoxicity of mixtures of metals to zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Environm. Toxicol. and Chem.* 13, 109-114.

Ma, W., 1994. Methodological principles of using small mammals for ecological hazard assessment of chemical soil pollution, with examples on cadmium and lead. In: M.H. Donker *et al.* (eds). *Ecotoxicology of Soil Organisms*. Lewis Publishers, Boca Raton. pp. 357-371.

Maas, J.L., M. Beek & M.A.A. de la Haye, 1994. Ecotoxicologisch onderzoek aan Maaswater en sediment (1991, 1992). Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 23-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg. (concept)

Marquenie, J.M., P. Roele & G. Hoornsman, 1986. Onderzoek naar effecten van contaminanten op duikeenden. TNO, Delft. Rapport nr. 86/066. In opdracht van RIZA.

Marquenie, J.M. & J.W. Simmers, 1988. Environmental behaviour of PCB's, who are at risk and why. Proceeding International, Venice, September 1988. CEP Consultants Ltd. Edinburgh. DGW Nota GWA0-88.030, The Hague, the Netherlands.

Pieters, H. & P. Hagel, 1992. Biomonitoring of mercury in European Eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherland, compared with Pike-perch (*Stizostedion Lucioperca*): Statistical Analysis. In: Heavy metals in the Environment II, J.P. Vermet (Ed.), Elsevier, Amsterdam.

Plassche, E.J. van der (1993). Towards integrated environmental quality objectives for several compounds with a risk for secondary poisoning. RIVM, Bilthoven. Report nr. 679101. (Concept).

Reijnders, P.J.H., 1980. Management and conservation of the harbour seal, *Phoca vitulina*,

population in the international Wadden sea area. *Biol. Conserv.*, 18, 1-13.

Sloof, W. and D. de Zwart, 1991. The pT-value as environmental policy indicator for the exposure to toxic substances. RIVM report 719102003, Bilthoven. pp. 23.

Urk, G. van & F.C.M. Kerkum, 1991. Biologische beoordeling van sedimentkwaliteit met Chironomiden (diptera: chironomidae). RIZA nota 91.017.

Witteveen & Bos, 1994. Biologische monitoring Zoete Rijkswateren. Het bepalen van de toxiciteit van sediment en poriewater met behulp van bioassays. Fase 2: 1993. In opdracht van RIZA. Rapport BM 93.22.

Zwart, D. de, & H.J.G. Polman, 1993. De toxiciteit van Maas- en Rijnwater in 1992. RIVM rapportnr. 719102 023. Bilthoven.

10. Synthese

Boer, D. de, 1992. Vegetaties in het oevermilieu van de Grensmaas. STL in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 4-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Grontmij, 1994. Een verkenning naar Ecotopen-AMOEBES voor de Maas. Een studie naar toetsbare ecologische doelstellingen voor vijf deelsystemen. In opdracht van RIZA door Grontmij Ruimtelijk Inrichting uitgevoerde studie. Ordernr. 36378.99.

Hattum, B., van & S. Dirksen, 1992. Microverontreinigingen in Blankvoorns en schelpdieren uit de Maas en Maasplassen, 1991. Bureau Waardenburg en IVM in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 3-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1994a. De invloed van stroomsnelheid op de aangroei van benthische algen en de aanhechting van Maasslib op kunstmatig substraat in stroomgoten. Aquasense in opdracht van RIZA. Report of the project "Eco-

logical Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 19-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Haye, M.A.A. de la, 1994b. Heeft Vlottende Waterranonkel een toekomst in de Grensmaas?. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 18-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Studie in opdracht van de Provincie Limburg. Rapport Bureau Stroming.

Klink, A. 1993. Algenaangroei en slibakkumulatie op stenen in de Grensmaas. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. rapport nr. 46.

Klink, A. & A. bij de Vaate, 1994. De Lotharingse Maas (La Moyenne Meuse) als referentie voor de Grensmaas. Ecologie van de Moyenne Meuse. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. rapport nr. 48.

Klink, A. & A. bij de Vaate. 1994. Effecten van kunstmatige afvoerfluctuaties op de drift van macro-evertebraten in La Moyenne Meuse (Lotharingse Maas). Hydrobiologisch Adviesbureau Klink in opdracht van RIZA. Rapporten en mededelingen nr. 47.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994. Onderzoek watersnood Maas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat i.s.m. Waterloopkundig Laboratorium. Hoofdrapport en deelrapporten. ISBN:90-80-23-14-2-8.

Overmars, W., B.G.P. Paffen & P. van Avesaath, 1992. Waterplanten in de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991. Bureau Stroming in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french) EHM nr. 5-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Silva, W. & M. Kok. Natuur van de rivier. Toetsing WNF-plan Levende rivieren. Eindrapport. In opdracht van RIZA uitgevoerd door het Waterloopkundig laboratorium (WL) en

de Grontmij. RIZA nota nr. 93040, ISBN 9036900735.

11. Aanbevelingen voor beleid en beheer

Boer, D. de, 1992. Vegetaties in het oevermilieu van de Grensmaas. STL in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 4-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Buskens, R. & H. Tolkamp. 1994. Bouwweerd. Sterfhuis voor vissen of te ontwikkelen wetland. *Natuurhistorisch Maandblad*, 83-9. p. 147-153

Creemers, R.C.M., 1991. Amfibieën in uiterwaarden. Een voorbereidende literatuurstudie. Rapport Werkgroep Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, RIZA en Stichting Ark. 132 p.

Geilen, N., 1994. Ontwikkelingsmogelijkheden voor zachthoutooibos in het zomerbed van de Grensmaas. Report of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 26-1994. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Grol, E.M. van, 1994. Een nevengeul als vismigratiemogelijkheid op stuwlocaties. De mogelijkheid voor de aanleg van een nevengeul die tevens als vispassage dient langs de stuwen van Driel en Amerongen (Nederrijn) respectievelijk Borgharen (Grensmaas). Verslag vakgroep Waterhuishouding & vakgroep Waterkwaliteit en Aquatische Ecologie. Rapport nr. 018/94. Landbouwniversiteit Wageningen.

Grontmij, 1994a. Een verkenning naar Ecotopen-AMOEBES voor de Maas. Een studie naar toetsbare ecologische doelstellingen voor vijf deelsystemen. In opdracht van RIZA door Grontmij Ruimtelijk Inrichting uitgevoerde studie. Ordernr. 36378.99.

Grontmij, 1994b. Natuurontwikkeling Noordelijke Maasvallei (concept). Grontmij Advies en

Techniek, Afdeling Ruimtelijke Inrichting.

Haye, M.A.A. de la, 1995. De ecologie van de Limburgse Maasplassen. Een overzicht van uitgevoerd onderzoek. Aquasense in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM-nr. 28-1995. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Studie in opdracht van de Provincie Limburg. Rapport Bureau Strooming.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994. Onderzoek watersnood Maas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat i.s.m. Waterloopkundig Laboratorium. Hoofdrapport en deelrapporten. ISBN:90-80-23-14-2-8.

Natuurhistorisch Genootschap in Limburg,

1993. Koningssteen. Voorbeeld van natuurontwikkeling in het Limburgse Maasdal. Natuurhistorisch Maandblad no. 10, jaargang 82.

Peeters, E.T.H.M & R. Gylstra, 1995. Ecologisch karakterisering van de Limburgse Maasplassen op grond van fysische en chemische variabelen en fytoplankton. LUW in opdracht van RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french) EHM nr. 27-1995. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Rijkswaterstaat, 1995. Beleidsnotitie voor de uitvoering van natuurvriendelijke oevers langs de Maas. Rijkswaterstaat Directie Limburg. (concept)

Semmekrot, S. & Vriese, F.T., 1992. Paai- en opgroei gebieden voor vis in de Maas. OVB in opdracht van Directie Limburg. Reports of the

project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM nr. 9-1992. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Waterloopkundig Laboratorium, 1994. Verwijderen harde oeververdediging Maas. Rapport nr. Q1907

Winter, L., 1993. De Otter in Limburg. Het voorkomen van de Otter (*Lutra lutra*) in Limburg en een voorstel voor een ecologisch infratructuur. Stichting Otterstation Nederland in opdracht van het Natuurhistorisch Genootschap Limburg en het RIZA. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" (with a summary in english and french). EHM-nr. 15. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA) and Directorate Limburg.

Verantwoording

VOGELS

De monitoring van watervogels wordt gecoördineerd door het SOVON (Samenwerkende organisaties vogelonderzoek Nederland) te Beek-Ubbergen. De operationele uitwerking van de monitoring van watervogels is beschreven in het RIZA rapport BM93.06. Voor informatie omtrent de monitoring van watervogels kunt u contact opnemen met Dhr. R. Noordhuis.

VISSEN

De monitoring van de visstand vindt plaats in samenwerking met het RIVO (Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek) te IJmuiden. De operationele uitwerking van de monitoring van de visstand is beschreven in het RIZA werkdocument 91.152 dx. Voor informatie omtrent de monitoring van de visstand kunt u contact opnemen met Dhr. E. Lammens.

ONGEWERVELDE DIEREN

De bemonstering en determinatie van macrofauna in kunstmatig substraat en de bemonstering en determinatie van macrofauna op stenen worden verzorgd door het RIZA. De operationele uitwerking van de monitoring van macrofauna is beschreven in het RIZA werkdocument 91.152 bx. Voor informatie omtrent de monitoring van macrofauna kunt u contact opnemen met Dhr. A. bij de Vaate.

WATER- en OEVERPLANTEN

De veldopnames van de vegetatie in en langs de grote rivieren wordt verzorgd door het NIOO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek) te Heteren in opdracht van het RIZA. De veldopnames in de stagnante wateren vinden plaats in samenwerking met de meetdiensten van de directies Zeeland, Zuid-Holland en Flevoland. De vliegtuigopnames worden gemaakt in samenwerking met de Meetkundige Dienst.

In het RIZA werkdocument 91.152 cx is de operationele uitwerking van de vegetatiemonitoring beschreven. Voor informatie omtrent de monitoring van vegetatie kunt u contact opnemen met Dhr. H. Coops.

FYTO- en ZOÖPLANKTON

De bemonstering en determinatie van het fyto- en zoöplankton in de grote rivieren wordt verzorgd door het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) te Bilthoven. De bemonstering en determinatie van het fyto- en zoöplankton in de overige wateren wordt verzorgd door het RIZA. De operationele uitwerking van de monitoring van fytoplankton is beschreven in het RIZA werkdocument 91.152 ax. Voor informatie omtrent de monitoring van fyto- en zoöplankton kunt u terecht bij Dhr. K.H. Prins.

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 BM91.152 fx. Voor informatie omtrent de monitoring van de ecotoxicologische parameters kunt u contact opnemen met Mw. H. Maas.

N.B. De RIZA werkdocumenten worden in 1995 en 1996 geactualiseerd.

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 de in 1992 bepaalde parameters wordt gegeven in de nota Milieumeetnet Zoete Rijkswateren, 92.051.

Bij het gereed komen van "DONAR", het centrale gegevensopslag systeem van Verkeer en Waterstaat, zullen alle gegevens in "DONAR" worden opgeslagen.

Voor vragen over deze gegevens kunt u terecht bij de afdeling meetcoördinatie (IMMM) van het RIZA; contactpersoon is Dhr. P. Jesse.

Programmaleider van de Biologische Monitoring is Dhr. K.H. Prins.

Alle hier vermelde personen zijn werkzaam bij het RIZA, Postbus 17, 3200 AA Lelystad, tel. 03200-70411

Colofon

lay-out en figuren:

Afdeling Presentatie RIZA

omslagontwerp:

Bureau Beekvisser bNO

drukwerk:

Koninklijke Vermande BV

fotoverantwoording:

Stan Kerkhofs (foto's 1,2,3,4,5,6,12,15,21,24)

Roel Doef (foto 20)

Michelle de la Haye (foto 13)

Eric Martijn (foto 11)

RIZA (foto 7,9,22)

Henk Wester/Foto Natura (foto 8)

Koeman en Bijkerk bv. (foto 16,17)

Klink bv. (foto 14)

Fred Hazelhoff/Foto Natura (foto 18)

Waardenburg bv. (foto 10)

Jennie Simons (foto 23)

AquaSense bv. (foto 19)

Engelse correcties:

Beretta Traductions

