



Fred van den Brink &amp; Gerard van der Velde

# Zoetwater-exoten in Nederland: aanwinst of verstoring?

De laatste jaren zijn veel nieuwe uitheemse waterbewoners in ons land gesignaleerd. Deze exoten of adventieven worden door de waterbeheerders angstvallig in de gaten gehouden. Wie zijn deze nieuwkomers, waar komen ze vandaan, welke eigenschappen bezitten ze, wat brengen ze teweeg en hoe moeten we ermee omgaan? Dit artikel geeft een actueel overzicht van uitheemse zoetwaterbewonende dieren en planten in Nederland. De minder direct waterafhankelijke vogels en zoogdieren zijn hier buiten beschouwing gelaten (zie elders in dit themanummer).

## Aard en herkomst

Exoten zijn uitheemse soorten die, afkomstig van veraf gelegen gebieden, vanaf een bepaald moment in ons land in de natuur worden aangetroffen. Deze exoten kunnen zich invasief gedragen, dat wil zeggen dat ze zich niet alleen handhaven en vestigen maar hun areaal sterk uitbreiden en soms enorme dichtheden en biomassa's bereiken. Er zijn echter ook invasies van soorten die in of nabij Nederland aan de rand van hun areaal leven. Klimatologische omstandigheden verhinderen vaak dat deze soorten zich permanent vestigen. Zo zijn er ten minste acht libellensoorten die in Zuid-Europa voorkomen als zwervers uit ons land gemeld. Sommige van deze soorten planten zich in perioden met warme zomers voort en/of breiden hun areaal uit. Het voorkomen van de Witte steurgarnaal (*Palaemon longirostris*) (foto 1) in de grote rivieren is net zo wisselvallig. Strengere winters reduceren de populaties. Het betreft eveneens een soort waarbij Nederland de noordgrens van het areaal vormt (Van den Brink & Van der Velde, 1986). Dergelijke soorten worden in dit artikel buiten beschouwing gelaten.

Foto 1. De Witte steurgarnaal (*Palaemon longirostris*) heeft in Nederland zijn noordelijke areaalgrens.



Met de immigratie van vrijlevende exoten kunnen ook ziekten, parasieten, symbionten en commensalen meekomen, waarvan momenteel voor Nederland geen overzicht bestaat. Om deze reden worden ze in dit artikel niet uitvoerig behandeld.

Er zijn tenminste 72 van oorsprong uitheemse soorten zoetwaterbewoners in Nederland gemeld. Met 36 soorten vormen ongewervelde dieren hiervan de meerderheid. Voorts zijn er 17 uitheemse vissoorten, 1 uitheemse amfibie, 3 uitheemse reptielen en 15 uitheemse soorten waterplanten vastgesteld (tabellen 1-2). Behalve andere delen van Europa, zijn

vooral de oostkusten van Noord-Amerika en van Azië de gebieden van herkomst (fig. 1). Tussen deze continenten en Europa bestaan belangrijke handelsroutes en deze streken hebben een overeenkomstig klimaat.

## Actieve introducties

Er zijn diverse manieren waarop uitheemse soorten onze binnenwateren hebben weten te bereiken. Al in de vorige eeuw werden vissen vanuit Amerika en Azië naar Europa getransporteerd, alwaar ze werden uitgezet en gekweekt voor consumptiedoeleinden. In een aantal gevallen

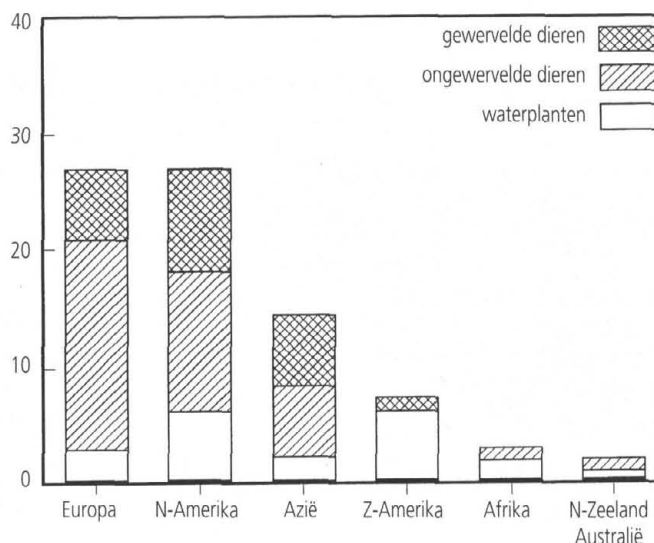


Fig. 1. Aantal uitheemse zoetwater-soorten in Nederland per continent van herkomst.

gebeurde dit naar aanleiding van een sterke achteruitgang van de populatieomvang van inheemse soorten. Niet altijd werden hiertoe uitheemse soorten gekozen, ook uitheemse variëteiten van inheemse soorten werden voor herintroducties gebruikt. Zo werden tussen 1875 en 1886 bijna een half miljoen eieren van de 'Sebago'-zalm (*Salmo salar*) uit Noord-Amerika geïmporteerd om de teruglopende Rijnzalmopopulatie te herstellen. De meeste visuitzettingen waren echter zonder succes. In feite is de Snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) (foto 2), die aan het begin van deze eeuw vanuit het stroomgebied van de Elbe naar dat van de Rijn uitgezet is, de enige commercieel interessante exoot in ons land (De Groot, 1985).

Toen aan het eind van de vorige eeuw de Westeuropese populaties van de Gewone rivierkreeft (*Astacus astacus*) ineenstortten, werden verschillende uitheemse soorten aangevoerd en gekweekt. Door ontsnappingen uit kwekerijen en door uitzettingen in de vrije natuur zijn er nu twee Noordamerikaanse (*Orconectes limosus* en *Procambarus clarkii*) en één Oosteuropese rivierkreeft (*Astacus leptodactylus*) in ons land vertegenwoordigd, in plaats van de bijna uitgestorven inheemse soort (*Astacus astacus*). Hiervan is *Orconectes limosus* (foto 3) het meest succesvol, mede door zijn resistentie tegen de kreeftenpest. De schimmel *Aphanomyces astaci*, die de kreeftenpest veroorzaakt, is geïntroduceerd vanuit Noord-Amerika vermoedelijk met de gastheer *Orconectes limosus*. De kans is groot dat op termijn nog een vierde uitheemse rivierkreeft ons land zal binnendringen, namelijk de Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*), die sinds 1988 in België gekweekt wordt (Adema, 1989).

## Aquariumhandel en sportvisserij

Naast botanische tuinen met hun tropische vijvers, vaak de bron van ontsnapte exoten, hebben ook de intensieve aquarium- en siervijverhandel en het kweken en uitzetten van vis ten behoeve van de sportvisserij in grote mate bijgedragen aan de introductie van exoten. Via loslatingen van overtollige exemplaren is het populaire, uit Zuid-Amerika afkomstige, aquariumvisje de Guppy (*Lebistes reticulatus*) in de Nederlandse wateren terechtgekomen. Deze tropische soort kan zich bij ons slechts handhaven in koelwatercircuits van electriciteitscentrales (De Groot,

Latijnse naam	Nederlandse naam	Herkomst	R
<b>HOLTEDIEREN</b>			
<i>Cordylophora caspia</i> **	Brakwaterpoliep	O-Europa	+
<i>Craspedacusta sowerbyi</i> *	Zoetwaterkwal	O-Azië	+
<b>PLATWORMEN</b>			
<i>Dugesia tigrina</i> **	Tijgerplatworm	N-Amerika	+
<b>GELEDE WORMEN</b>			
<i>Branchyura sowerbyi</i> **		O-Azië ?	+
<i>Hypania invalida</i>		O-Europa	++
<b>SCHHELPDIEREN</b>			
<i>Corbicula fluminea</i> **	Aziatische korfmossel	O-Azië	++
<i>Corbicula fluminalis</i> **	Toegeknepen korfmossel	O-Azië	++
<i>Dreissena polymorpha</i> **	Driehoeks mossel	O-Europa	+
<i>Helisoma nigricans</i>		N-Amerika	-
<i>Lithoglyphus naticoides</i> *	Eeltslak	O-Europa	++
<i>Melanoides tuberculata</i>		Afrika/Azië	-
<i>Menetus dilatatus</i>		N-Amerika	+
<i>Mytilopsis leucophaea</i> **	Brakwatermossel	N-Amerika	+
<i>Musculium transversum</i>		N-Amerika	-
<i>Physella acuta</i> *	Puntige blaashoren	Z-Europa	+
<i>Physella heterostropha</i>		N-Amerika	-
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> **	Jenkins' waterhoren	N. Zeeland	+
<b>KREFTTACHTIGEN</b>			
<i>Astacus leptodactylus</i> *	Turkse rivierkreeft	O-Europa	+
<i>Atyaephyra desmarestii</i> *	Zoetwatergarnaal	Z-Europa	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> *	Langstaartwatervlo	NO-Europa	+
<i>Corophium curvispinum</i> **	Kaspische slijkgarnaal	O-Europa	++
<i>Crangonyx pseudogracilis</i> *		N-Amerika	+
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> ?		O-Europa	++
<i>Dikerogammarus villosus</i> **		O-Europa	++
<i>Echinogammarus ischnus</i> *		O-Europa	++
<i>Eriocheir sinensis</i> **	Chinese wolhandkrab	O-Azië	+
<i>Gammarus tigrinus</i> **	Tijgenvlokreeft	N-Amerika	+
<i>Orchestia cavimana</i> *		Z-Europa	+
<i>Orconectes limosus</i> **	Amerikaanse rivierkreeft	N-Amerika	++
<i>Proasellus coxalis</i> *		O-Europa	+
<i>Proasellus meridianus</i> *		Z-Europa	+
<i>Procambarus clarkii</i>	Rode rivierkreeft	N-Amerika	-
<i>Rhithropanopeus harrissii</i> **	Zuiderzeekrabje	N-Amerika	+
<b>INSEKTEN</b>			
<i>Nanocladius rectinervis</i> *		Z-Europa	++
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> *		Z-Europa	++
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> *		Z-Europa	++
<b>VISSEN</b>			
<b>KARPERS</b>			
<i>Aristichthys nobilis</i>	Grootkopkarper	O-Azië	+
<i>Aspius aspius</i> *	Roofblei	O-Europa	++
<i>Carrassius auratus</i> *	Giebel	O-Azië	+
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarper	O-Azië	+
<i>Cyprinus carpio</i> **	Karper	Eurazië	+
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Zilverkarper	O-Azië	+
<i>Pseudorasbora parva</i> *	Blauwband	O-Azië	++
<i>Vimba vimba</i> *	Blauwneus	O-Europa	++
<b>DWERGMEERVALLEN</b>			
<i>Ameiurus melas</i> *	Bruine Dwergmeerval	N-Amerika	+
<i>Ameiurus nebulosus</i> *	Zwarte Dwergmeerval	N-Amerika	+
<b>HONDSVISSEN</b>			
<i>Umbra pygmaea</i> *	Hondvis	N-Amerika	+
<b>ZALMEN</b>			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenboogforel	N-Amerika	+
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bronforel	N-Amerika	+
<b>TANDKARPERS</b>			
<i>Lebistes reticulatus</i> *	Guppy	Z/N-Amerika	++
<b>BAARZEN</b>			
<i>Lepomis gibbosus</i> *	Zonnebaars	N-Amerika	+
<i>Micropterus salmoides</i>	Forelbaars	N-Amerika	++
<i>Stizostedion lucioperca</i> **	Snoekbaars	O-Europa	++
<b>AMFIBIEËN</b>			
<i>Rana catesbeiana</i>	Brulkikker	N-Amerika	-
<b>REPTIELEN</b>			
<i>Emys orbicularis</i>	Europese moerasschildpad	Z-Europa	-
<i>Mauremys leprosa</i>	Caspische beekschildpad	ZW-Europa	-
<i>Trachemys scripta elegans</i>	Roodwangschildpad	N-Amerika	-

Tabel 1. Uitheemse dieren in de Nederlandse zoete watersystemen.  
\* = ingeburgerd;  
\*\* = zeer succesvol;  
R = presentie in grote riviersystemen;  
++ = overwegend in grote riviersystemen en IJsselmeer;  
+ = in diverse watersystemen (waaronder grote rivieren);  
- = uitsluitend in andere watersystemen;  
? = onzekere melding.

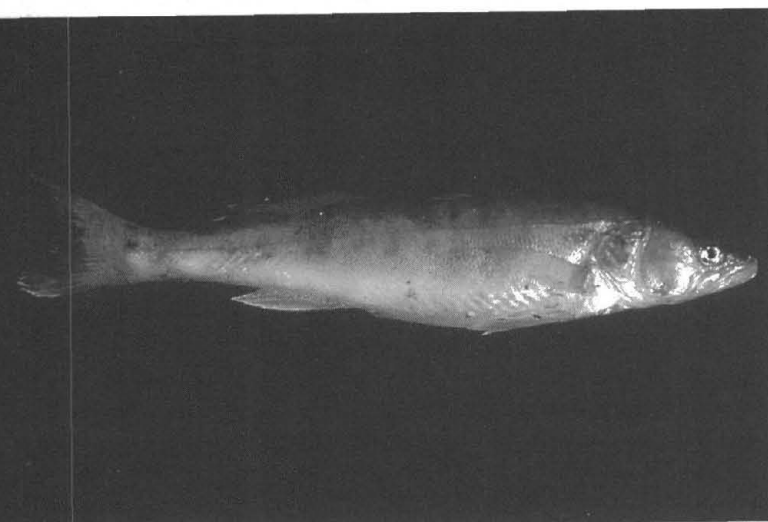


Foto 2. De Snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*), de enige economisch belangrijke vis-introductie.



Foto 3. De Amerikaanse gevlekte rivierkreeft (*Orconectes limosus*) is in plassen, kanalen en rivieren algemeen.

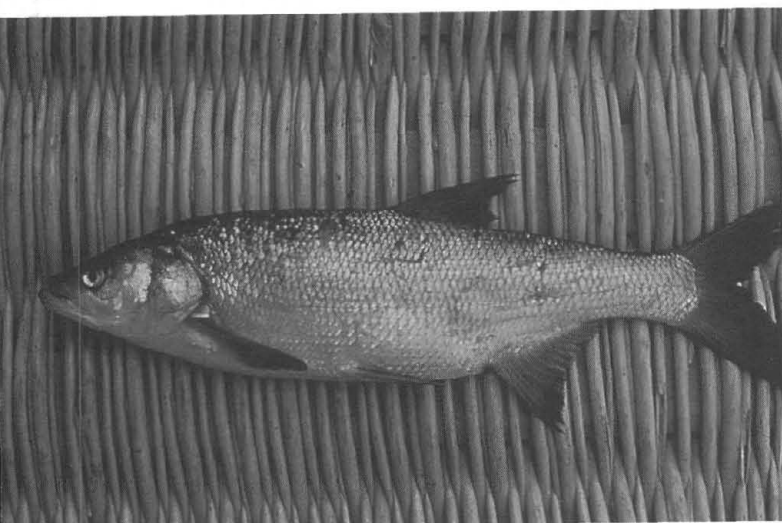


Foto 4. De Roofblei (*Aspius aspius*), sinds 1984 in Nederland, vertoont vanaf 1993 een toename.

1985). Ook verschillende aquarium- en vijveradventieven, waaronder *Egeria densa* en *Cabomba caroliniana*, zijn op deze wijze in onze zoete binnenwateren verzeild geraakt. Hetzelfde geldt voor de uitheemse waterschildpadden, waarvan de 5 cm lange jonge exemplaren leuke aquariumdieren zijn, maar die echter te groot (meer dan 30 cm) en te vraatzuchtig worden voor menig aquarium.

Een voorbeeld van een introductie via de sportvisserij is het uitzetten van de Roofblei (*Aspius aspius*) (foto 4). Deze soort werd in 1984 voor het eerst in ons

land gevangen en is sinds 1993 bezig een zichzelf in standhoudende populatie in de grote rivieren te vormen.

### Opheffen van migratiebarrières

Naast deze al dan niet opzettelijke introducties hebben uitheemse waterbewoners ook op eigen kracht, zij het wel met behulp van menselijke transportverbindingen in de vorm van een intensieve scheepvaart en kanalenstelsels, ons land weten te bereiken. Van diverse ongewervelde dieren, veelal brakwatersoorten, is bekend dat ze via ballastwater van zee-

## Immigratie



scheep van het ene werelddeel naar het andere getransporteerd zijn. Met het oppompen en lozen van ballastwater, dat voor de stabilisatie van schepen dient, zijn deze kleine organismen meegevoerd en verplaatst (Mills et al., 1994). Dit is tevens de reden waarom dergelijke exoten zich vooral in grote rivieren en daarmee verbonden havens, kanalen en meren bevinden (tabel 1). Zij hebben zich vanuit de havens in de estuaria stroomopwaarts naar het zoete water verspreid. De steeds intensievere scheepvaart naar en van de havens als ook op de rivieren garandeert een groot aantal kansen op vestiging en uitbreiding van nieuwkomers.

### Succesfactoren

Niet alle introducties en immigraties van uitheemse soorten zijn even succesvol. Hierbij zijn meerdere factoren van belang waar onder het treffen van een geschikt biotoop, de adaptatie aan het klimaat en frequentie van binnenkomen en de hoeveelheid individuen die daarbij betrokken is. Hoe frequenter de introducties en hoe meer individuen het betreft, hoe groter de kans op vestiging, op overleven en het opbouwen van een populatie, waaruit verdere verspreiding kan plaatsvinden. Het klimaat is hierbij een selecterende factor. Vele van origine tropische soorten kunnen zich alleen handhaven in koelwatercircuits, zoals de Guppy en slakken als *Melanoides tuberculatus* en *Helisoma nigricans*. Sommige van deze soorten kunnen zich een aantal jaren handhaven om dan weer te verdwijnen tot de volgende introductie, zoals de Vlotvaren (*Salvinia natans*). Mogelijk behoren hiertoe ook andere waterplanten die in hun verspreiding tot nu toe zeer beperkt zijn gebleven (*Egeria densa*, *Ludwigia uruguayensis*, *Myriophyllum aquaticum*). Dit geldt ook voor de Brulkikker (*Rana catesbeiana*). Waterschildpadden worden regelmatig gesignaleerd maar kunnen zich in ons klimaat niet voortplanten. Deze dieren worden massaal gekweekt, ingevoerd en verhandeld. Veel van deze dieren worden vervolgens in de natuur gedumpt. Meldingen betreffen dus 'ontsnapte' huisdieren die zich wel jarenlang kunnen handhaven. De veelvuldige melding van bijvoorbeeld de Roodwangschildpad (*Trachemys scripta elegans*) reflecteert de enorme aantallen die vanuit de Verenigde Staten naar Europa worden verhandeld, naar schatting sinds 1982 zo'n twee miljoen per jaar. Ofschoon de soort tot op



Latijnse naam	Nederlandse naam	Herkomst	R
<b>MOSSEN</b>			
<i>Octodicerus fontanum</i> *	Ondergedoken vedermos	Z-Europa	++
<b>VARENS</b>			
<i>Azolla caroliniana</i> *	Kleine kroosvaren	N-Amerika	-
<i>Azolla filiculoides</i> **	Grote kroosvaren	N-Amerika	-
<i>Salvinia natans</i>	Vlotvaren	Z-Europa	-
<b>ZAADPLANTEN</b>			
<i>Cabomba caroliniana</i>		Z-Amerika	++
<i>Crassula helmsii</i>		W-Australië	-
<i>Egeria densa</i>		/N-Zeeland	-
<i>Elodea canadensis</i> *	Brede waterpest	Z-Amerika	-
<i>Elodea nuttallii</i> **	Smalle waterpest	N-Amerika	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Grote waternavel	N/Z-Amerika	+
<i>Lemna minuscula</i>	Dwergkroos	N-Amerika	-
<i>Ludwigia uruguayensis</i>		Tropen	-
<i>Myriophyllum aquaticum</i>		Z-Amerika	-
<i>Pistia stratiotes</i>	Mosselplantje	Tropen	-
<i>Vallisneria spiralis</i>	Vallisneria	Z-Europa	++

Tabel 2. Uitheemse waterplanten in de Nederlandse zoete watersystemen (voor betekenis symbolen: zie tabel 1).

heden niet tot voortplanting kan komen, bestaat er de mogelijkheid dat wanneer zulke grote aantallen geïntroduceerd worden wellicht individuen meekomen die hiertoe genetisch wel in staat zijn.

Van een aantal soorten is de vestiging zo recent dat nog niet voorspeld kan worden of deze soorten tot de blijvers in onze flora en fauna zullen behoren. Een groot aantal soorten exoten – vooral ongewervelden – kan zich handhaven en is vaak zeer succesvol in de grote en stromende wateren zoals plassen, rivieren en beken. Deze soorten zijn vorstgevoelig hetgeen de reden is dat deze soorten geen kleinere stilstaande wateren, zoals sloten, bevolken.

Vaak wordt bij invasies de tien procentregel genoemd, d.w.z. dat van alle introducties slechts ongeveer 10% zich kan handhaven, 10% daarvan bouwt een populatie op enz. (Williamson, 1996). Beschouwen wij de soortenlijst op deze wijze dan blijken de gewervelde dieren en de waterplanten zich goed aan deze 10% regel te houden. Van de gewervelde dieren is 9,5% (twee soorten) zeer succesvol, van de waterplanten 13,3% (twee soorten). Bij de ongewervelde dieren lijkt maar liefst 38,9% (14 soorten) onder deze noemer te vallen. Dit percentage zeer succesvolle exoten van de totale lijst van planten en dieren bedraagt 25,0% (18 soorten).

Onder de uitheemse zoetwaterbewoners zijn de ongewervelde dieren over het algemeen het meest succesvol (fig. 1) hetgeen mede te danken is aan hun geringe grootte, waardoor ze gemakkelijk met schepen mee kunnen liften. Bij de ongewervelde dieren zijn vooral kreeftachtigen (vlokkreeftjes, rivierkreeften, krabben, garnalen en pissebedden) en schelpdieren (slakken en mossels) en bij de vissen vooral de karperachtigen goed vertegenwoordigd onder de immigranten. Bij de ondergedoken waterplanten zijn er vier soorten uit één familie (Hydrocharitaceae of Waterkaardefamilie) afkomstig. Onder de immigranten komen ook verscheidene soortenparen voor, zoals o.a. bij de geslachten *Corbicula*, *Dikerogammarus*, *Ameiurus*, *Azolla* en *Elodea* (tabellen 1-2).

Men kan zich afvragen of deze soortenparen iets gemeen hebben wat hen geschikt maakt als immigrant. Verschillende van deze exoten blijken bijvoorbeeld bijzonder goed aangepast te zijn aan pioniersituaties en wisselende milieumomstandigheden. Dit komt doordat het

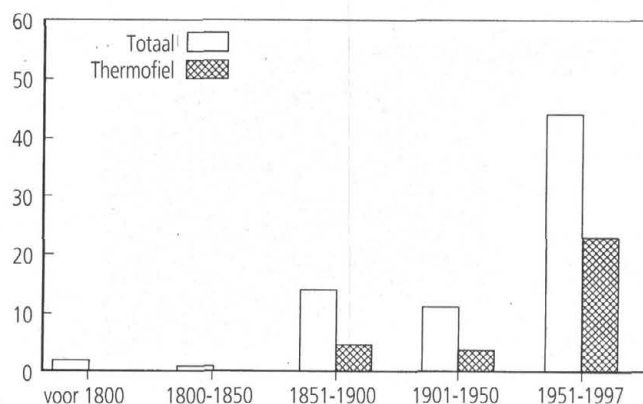


Fig. 2. Nieuwe in Nederland gemelde uitheemse zoetwater-soorten per tijdvak.

1800-1900  
regulatie grote rivieren, aanleg diverse grote kanalen in Europa, verbinding gescheiden rivierstelsels, eerste gemotoriseerde scheepvaart

1932-1936  
vorming IJsselmeer door afsluiting en verzoeting Zuiderzee

1900-1950  
geleidelijke achteruitgang waterkwaliteit, verdere toename scheepvaart

1950-1970  
dieptepunt waterkwaliteit, verdere toename scheepvaart, beginnende verzuring, thermische verontreiniging door elektriciteitscentrales

1986  
grootschalige gifgolf in Rijn door Sandoz-ramp,

1992  
verbinding Rijn-Donau via Main-Donau kanaal

1970-1997  
gedeeltelijke verbetering waterkwaliteit, vermesting, verdere toename scheepvaart, verdere verzuring, afsluiting zeearmen waardoor verdere verzoeting en reductie getijdewerking.

Tabel 3. Overzicht van de belangrijkste milieuveranderingen in de Nederlandse watersystemen gedurende de laatste twee eeuwen.

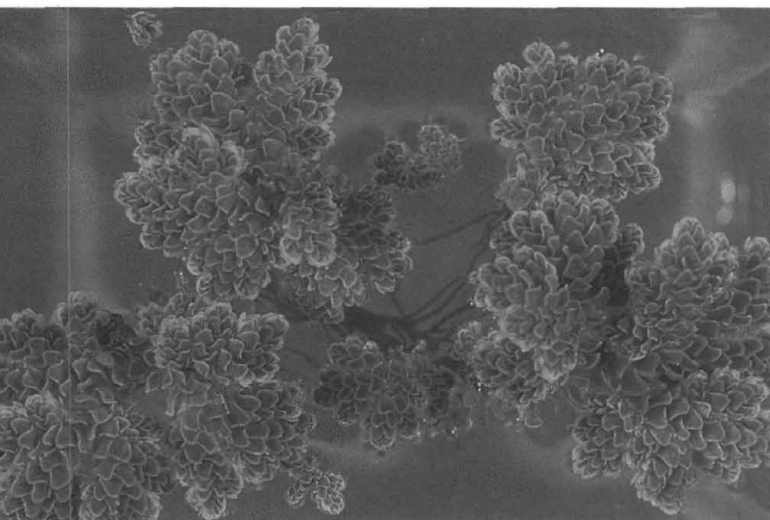


Foto 5. De Grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*) is een succesvolle oppervlaktebedekker van sloten. Het succes wordt bepaald door de Kroosvaren zelf maar ook door zijn symbiotische blauwwier (*Anabaena azollae*).

veelal r-strategen zijn, dat wil zeggen dat hun overlevingsstrategie vooral op de voortplanting gericht is (Van den Brink, 1995). R-strategen hebben veelal een korte levensduur, hebben veel nakomelingen per generatie en produceren vaak meerdere generaties per jaar. Overigens is het bezitten van een r-strategie geen garantie voor een succesvolle invasie. Bij waterplanten en een aantal ongewervelde dieren (Tijgerplatworm (*Dugesia tigrina*), Jenkin's waterhorentje (*Potamopyrgus antipodarum*)) komt ongeslachtelijke voortplanting voor. Hierdoor is slechts één individu voldoende om een geheel nieuwe populatie te stichten. Dit werd reeds in 1859 treffend geïllustreerd door een Utrechtse hoogleraar die een aantal stengelfragmenten van de uit Canada afkomstige Brede waterpest (*Elodea canadensis*) in de Utrechtse wateren wierp. Twee jaar later was een totaal verstopte watergangensysteem het gevolg. Dat het hier om ongeslachtelijke vermenigvuldiging gaat, blijkt uit het feit dat van deze soort alleen vrouwelijke exemplaren in ons land voorkomen. Dit laatste geldt ook voor de Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*). In Japan, waar recent een invasie van deze laatstgenoemde soort is waargenomen, zijn overigens uitsluitend mannelijke exemplaren aangetroffen.

### Veranderende watersystemen: kansen voor nieuwkomers

Vooral de laatste twee eeuwen hebben er aanzienlijke veranderingen plaatsgevonden in de Nederlandse watersystemen

Foto 6. De Kaspische slijkgarnaal (*Corophium curvispinum*) verandert voedselketens in de Rijn. Boven: wijfje met korte antennen. Onder: opgerold mannetje met lange antennen.



(tabel 3). Hierdoor zijn er veel inheemse soorten verdwenen of in aantal achteruitgegaan. Daardoor zijn diverse niches onbezet geraakt of gewijzigd, hetgeen kansen biedt aan uitheemse soorten (Van den Brink et al., 1990, 1993; Den Hartog et al., 1989, 1992). Dat deze kansen inderdaad benut worden, blijkt uit de sterke toename van het aantal exoten dat per vijftig jaar over de afgelopen tweehonderd jaar zich vestigt (fig. 2). Zo zijn bijvoorbeeld in diverse kalkarme wateren, zoals vennen en veenplassen, door de verzuring de inheemse vissoorten nagenoeg verdwenen. Deze niche is opgevuld door de Amerikaanse hondsvij ( *Umbra pygmaea* ) die zich als enige vissoort in ons land in (zeer) zure wateren kan voortplanten. In sloten zijn het vooral de uitheemse macrofyten, zoals de Grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*) (foto 5), die zich vestigen, doordat zij profiteren van de sterke eutrofiëring.

De grootste milieuveranderingen hebben zich echter in onze grote rivieren voltrokken. Hier zijn de meeste oorspronkelijke soorten verdwenen door rivieraanpassingen en door watervervuiling (Van den Brink et al., 1990, 1996). Door zoutlozingen en de hiermee gepaard gaande voortschrijdende stijging van het zoutgehalte van de Rijn hebben verscheidene brakwaterorganismen hun areaal stroomopwaarts tot in Duitsland uitge-

## Immigratie



breid (Van den Brink et al., 1990; Den Hartog et al., 1989). Grootschalige giflozingen, zoals de Endosulfan-vervuiling in 1969 en meer recent de vervuiling ten gevolge van de brand bij Sandoz in 1986, hebben grote delen van de Rijn vrijgemaakt van zijn bewoners. Hierdoor hebben uitheemse soorten zoals de Kaspische slijkgarnaal (foto 6) en de beide Aziatische korfmosselen zich explosief kunnen vermeerderden (Den Hartog et al., 1992). De recente Rijn-Main-Donau verbinding heeft er toe bijgedragen dat soorten als de polychaete worm *Hypania invalida* en de vlokreeften *Dikerogammarus villosus* en *D. haemobaphes* zich vanuit het stroomgebied van de Donau naar dat van de Rijn verspreid hebben. Bovendien heeft de gestegen watertemperatuur van de grote rivieren en kanalen geleid tot een toename van warmteminnende exoten in deze waterlopen en de daarmee in verbinding staande plassen (fig. 2) (Van den Brink et al., 1990). Waarschijnlijk zal hun aantal verder toenemen gedurende de komende eeuw, gezien de verwachtingen dat de temperatuur in onze streken verder zal stijgen.

### Economische gevolgen van invasies

De introductie van de Brede waterpest in Nederland heeft door het dichtgroeien van de waterlopen tot een ware plaag

# De Levende Natuur



Foto 7. Schade aan de visserij door Wolhandkrabben (*Eriocheir sinensis*).

Foto 8. Jonge Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) toont een fraai zigzagpatroon op de schelp. Ze zijn vaak in de vegetatie te vinden.

geleid. Als men nu de verspreiding van deze soort in ons land bekijkt, dan is van een plaag geen sprake meer. Het lijkt erop dat sommige succesvolle exoten kort na hun komst een ware populatie-explosie doormaken om enige jaren later weer in aantal af te nemen. Zo'n afname kan bijvoorbeeld veroorzaakt zijn, doordat predatoren of parasieten de nieuwe prooi hebben ontdekt of door een proces van zelfregulatie. Dit verschijnsel 'opkomen, blinken en verzinken' is inderdaad bij diverse exoten vastgesteld, hoewel ook bij inheemse soorten met een pionierkarakter en bij inheemse rekolonisatoren. Het 'verzinken' betekent echter meestal niet een totaal verdwijnen van de nieuwkomer. Bovendien kan na een tijdelijke achteruitgang van de soort een nieuwe populatie-explosie volgen. Dit verschijnsel is bijvoorbeeld geconstateerd bij de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*). Zoals de naam al aangeeft komt deze krab oorspronkelijk uit China. In 1912 werd de Wolhandkrab voor het eerst in Europa waargenomen en in 1929 voor het eerst binnen onze landsgrenzen. Reeds in 1931 werd deze soort massaal in de Friese en Groningse binnenwateren aangetroffen. Hier veroorzaakten de krabben een ware plaag bij beroepsvissers, doordat ze de

netten en de hierin gevangen vis beschadigden (foto 7). De overlast was zo groot dat van regeringswege een commissie ter bestrijding van de Wolhandkrab werd ingesteld. Deze commissie werd in 1939 weer opgeheven, nadat gebleken was dat bestrijding onmogelijk was. Men sprak de hoop uit dat de populatie vanzelf wel weer kleiner zou worden en zich op een laag stabiel niveau zou instellen, zoals bij de Waterpest het geval was. Dit bleek echter voor de Wolhandkrab niet op te gaan. De eerste overlast die tot 1940 duurde werd opgevolgd door plagen in 1942, 1949, 1953-1954, 1971-1972, 1977-1978 en in 1981-1985 (Adema, 1991). Ook in 1996-1997 zijn er flinke toenames in vangsten van Wolhandkrabben geconstateerd en ook voor dit jaar wordt weer een nieuwe plaag verwacht (W.G. Cazemier & H. Adema, persoonlijke mededeling).

Een ander populatieverloop vertoonde de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) (foto 8). Zijn verspreidingsgebied was aanvankelijk beperkt tot het zogeheten Ponto-Caspische gebied, het gebied rondom de Kaspische en de Zwarte Zee (fig. 3). In 1826 werd deze mossel voor het eerst in ons land aangetroffen vermoedelijk aangevoerd met bal-

lastwater via de houthandel overzee met de Baltische staten. Aan het eind van de 19-de eeuw vormde de soort een probleem in pijpleidingen waarmee water vanuit de Rijn en Maas werd opgepompt ten behoeve van de drinkwaterproductie. De vestiging van mosselen in deze leidingen leidde tot verstopping en tot smaakbederf van het drinkwater. Later bleken ook de koelwaterinlaatpijpen van elektriciteitscentrales een geschikt substraat te vormen voor de Driehoeksmosselen. Er was hier eveneens sprake van verstopping van koelwatercircuits en condensoren door aangroei van mosselen. Toen de waterkwaliteit van de grote rivieren aan het eind van de zestiger jaren sterk verslechterde verdween hiermee de Driehoeksmossel om zich vervolgens gedurende de verbetering hiervan vanaf de eind zeventiger jaren weer te herstellen. Na de invasie van de Kaspische slijkgar-naal (*Corophium curvispinum*) gedurende de negentiger jaren daalde de populatie-omvang van de Driehoeksmossel opnieuw door de grotere concurrentiekracht van deze slijkgar-naal, die met behulp van hun modderkokerjes de stenen voorzien van een dikke laag slib, waardoor de Driehoeksmosselen zich niet kunnen vestigen of onder de modder verstikt raken. Hierdoor verdween tevens de overlast van de Driehoeksmossel bij de inlaatpijpen van centrales die koelwater uit de Rijn benutten (Van der Velde et al., 1994).

## Ecologische rol

Naast de overlast en economische gevolgen die een aantal invasieve soorten heb-





ben veroorzaakt, oefenen succesvolle exoten ook een grote ecologische invloed uit. Er kunnen zich geheel nieuwe interacties tussen soorten voordoen. Zo heeft de Tijgervlokreeft (*Gammarus tigrinus*) diverse inheemse soorten zoetwater- en brakwatervlokreeften sterk in hun oorspronkelijke verspreidingsgebied teruggedrongen (Pinkster et al., 1992). De van oorsprong in benedenlopen van grote rivieren algemeen voorkomende zoetwatervlokreeft *Gammarus pulex* is in de Rijn en Maas door de Tijgervlokreeft weggeconcentreerd (Van den Brink, 1990). *Gammarus pulex* kan zich in het rivierengebied nog uitsluitend handhaven in uiterwaardplassen die niet of nauwelijks overstroomd worden. Ook de invasie van

de Kaspische slijkgarnaal in de grote rivieren heeft tot soortverschuivingen geleid. Zo is niet alleen de Driehoeksmossel plaatselijk teruggedrongen, maar eveneens tal van oorspronkelijke rivierbewoners, die juist aan een herstelproces begonnen waren door de sterk verbeterde waterkwaliteit van de Rijn (Van den Brink et al., 1993). Bovendien is vastgesteld dat de recente invasies van de Kaspische slijkgarnaal en van de vlokreeft *Dikerogammarus villosus* tot complete verschuivingen in voedselwebrelaties in de Rijn hebben geleid (Kelleher et al., in druk). In feite betekent de komst van uitheemse soorten een sterke nivellering van de biodiversiteit, omdat slechts enkele soorten een steeds grotere verspreiding krijgen ten

koste van de meer kwetsbare soorten die een steeds kleinere verspreiding vertonen. Deze nivellering manifesteert zich niet alleen in ons land maar in feite over de gehele wereld. Het is opvallend dat de in ons land meest succesvolle exotische soorten over grote delen van de wereld steeds verder verspreid raken, zoals de Driehoeksmossel (fig. 3) (Mills et al., 1994; Kinzelbach, 1995; Hengeveld & Van den Brink, dit nummer).

### Omgaan met exoten: bestrijding of niet?

Een vaak gestelde vraag is of uitheemse invasieve soorten nu eigenlijk wel bestreden dienen te worden en in hoeverre ze eigenlijk wel bestreden kunnen worden. De bestrijding van watergebonden invasieve soorten in Nederland is uitsluitend gericht op soorten die duidelijk negatieve economische consequenties met zich meebrachten. Zo wordt het dichtgroeien van de koelwaterinlaatpijpen van centrales door Driehoeksmosselen bestreden door een tijdelijke chlorering van het water tijdens de broedval. De komst van de Slijkgarnaal heeft hier in een aantal gevallen een einde aan gemaakt. De bestrijding van de Wolhandkrab daarentegen is in ons land weinig succesvol geweest. Men heeft getracht deze soort bij ons uit te roeien met behulp van DDT, door mid-

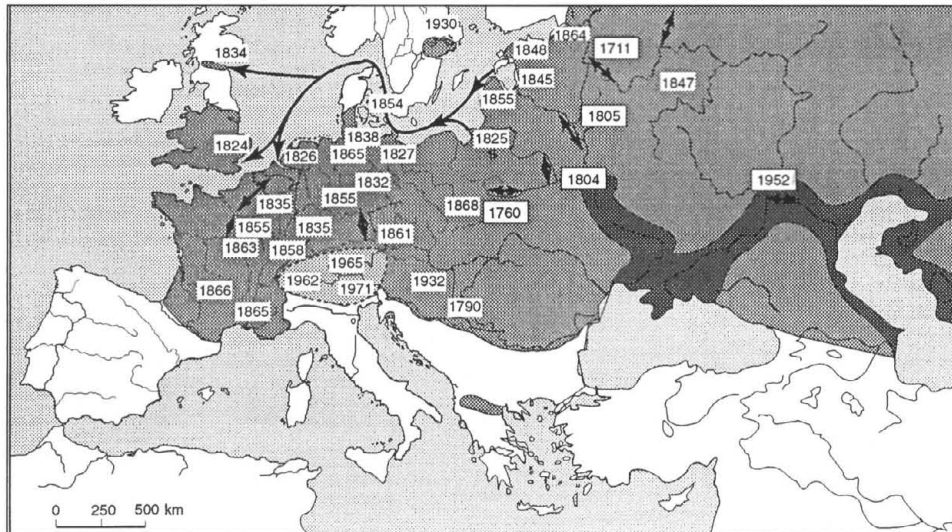
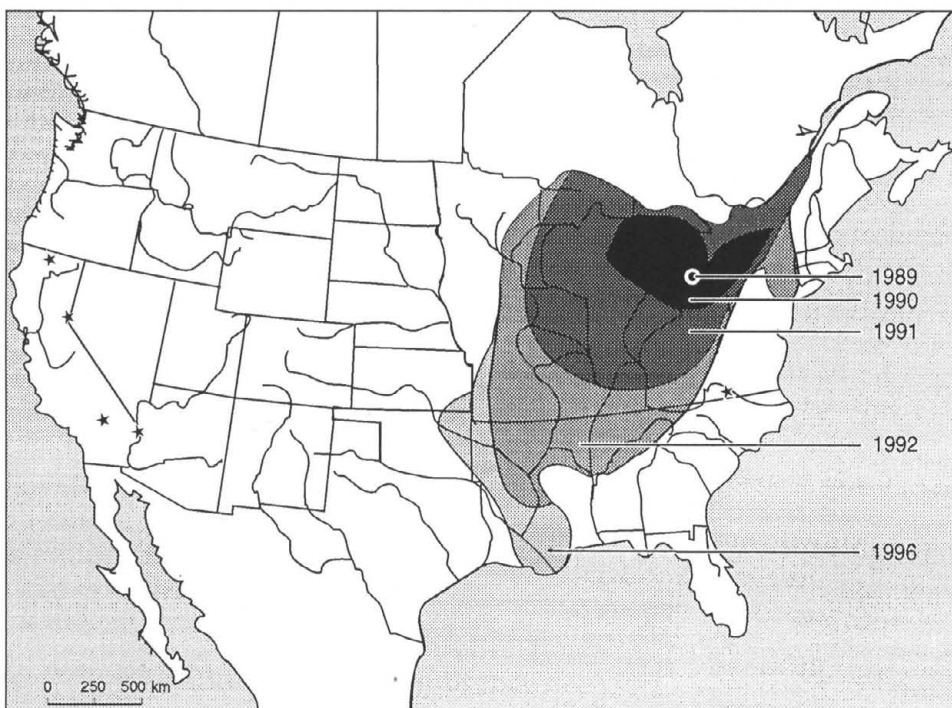


Fig. 3. Uitbreiding van het areaal van de Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) met jaartallen van verschijning.

Boven: De uitbreiding naar West-Europa. Let op dat de Driehoeksmossel twee routes heeft gevolgd nl. via ballastwater van schepen naar Nederland en Engeland en via door kanalen met elkaar verbonden riviersystemen. Kanaalverbindingen zijn aangegeven met dubbele pijlen.

Onder: De uitbreiding in de Verenigde Staten. Driehoeksmosselen aangetroffen op boten op trailers zijn aangegeven met een sterretje. De soort is vermoedelijk rechtstreeks uit het Zwarte Zeegebied in 1985/86 via ballastwater van schepen in de Verenigde Staten terechtgekomen.



del van elektrische schermen in trekroutes en door het wegvangen van dieren tijdens de trek naar zee. De bestrijding van deze soort is ook moeilijker dan die van de Driehoeksmossel, omdat de krabben zich voortplanten op volle zee. Dit betekent dat een effectieve bestrijding gericht op het meest kwetsbare (larvale) stadium, in de praktijk niet uitvoerbaar is. Daarnaast staat het gegeven dat de populatieomvang (en daarmee de overlast) van verschillende exoten na verloop van tijd weer minder wordt en zich op een laag niveau stabiliseert.

Maar betekent dit nu dat bestrijding geheel niet nodig is? Ten tijde van het eerste ecologisch herstel van de Rijn was de komst van exoten een gunstig teken: er zat immers weer leven in de rivier! Anderzijds zijn er nu aanwijzingen dat een verdergaand ecologisch herstel van de Rijn in termen van soortenrijkdom gefrustreerd wordt door de aanhoudende dominantie van de Kaspische slijkgarnaal. In feite geldt voor het exoten-probleem: voorkomen is beter dan genezen. Eenmaal gevestigd betekent meestal dat ze niet meer totaal uit te roeien zijn. Vanuit deze visie is in Noord-Amerika een wet aangenomen die vooral op preventieve maatregelen gericht is. Zo is onder andere het schoonspoelen van ballasttanks van zeeschepen op volle zee wettelijk verplicht. Op deze wijze worden zoetwaterorganismen, die in ballasttanks terecht zijn gekomen, gedood. Daarnaast is de handel verboden in soorten die elders reeds plagen hebben veroorzaakt, zoals bijvoorbeeld de Wolhandkrab. Bij de laatste soort heeft ook meegespeeld dat deze tussengastheer kan zijn voor diverse soorten leverbotten (parasitaire platwormen die o.a. in de lever van de mens en vee kunnen voorkomen). Tenslotte kan onder preventieve maatregelen ook voorlichting genoemd worden: publieke bewustwording van mogelijke effecten van introducties. Het blijft immers voorsnog onvoorspelbaar wat de ecologische en economische gevolgen zijn van het uitzetten van nieuwe soorten in watersystemen, ofschoon van een aantal soorten de gevolgen nu duidelijk zijn.

## Literatuur

**Adema, J.P.H.M., 1989.** De verspreiding van rivierkreeften in Nederland. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey - Nederland 19: 3-10.

**Adema, J.P.H.M., 1991.** De krabben van Nederland en België. Uitg. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.

**Brink, F.W.B. van den, 1990.** Typologie en waarderung van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters. Publikaties en rapporten van het project Ecologisch Herstel Rijn 25: 1-157.

**Brink, F.W.B. van den, 1995.** Biodiversity as affected by invader species. *Econieuws* 26: 17-18.

**Brink, F.W.B. van den & G. van der Velde, 1986.** Observations on the population dynamics and distribution of the White Prawn *Palaemon longirostris* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea, Decapoda, Natantia) in The Netherlands, with special reference to its occurrence in the major rivers. *Archiv für Hydrobiologie* 107(4): 465-495.

**Brink, F.W.B. van den, G. van der Velde & W.G.**

**Cazemier, 1990.** The faunistic composition of the freshwater section of the river Rhine in The Netherlands: present state and changes since 1900. In: R. Kinzelbach and G. Friedrich (Eds.) *Biologie des Rheins*. *Limnologie aktuell* 1: 191-216.

**Brink, F.W.B. van den, G. van der Velde & A. bij de Vaate, 1993.** Ecological aspects, explosive range extension and impact of a mass invader, *Corophium curvispinum* Sars, 1895 (Crustacea: Amphipoda), in the Lower Rhine (The Netherlands). *Oecologia* 93: 224-232.

**Brink, F.W.B. van den, G. van der Velde, A.D.**

**Buijse & A.G. Klink, 1996.** Biodiversity in the lower Rhine and Meuse river-floodplains: its significance for ecological river management. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30: 129-149.

**Groot, S.J. de, 1985.** Introductions of non-indigenous fish species for release and culture in The Netherlands. *Aquaculture* 46: 237-257.

**Hartog, C. den, F.W.B. van den Brink & G. van der Velde, 1989.** Brackish-water invaders in the River Rhine. A bioindication for increased salinity level over the years. *Naturwissenschaften* 76: 80-81.

**Hartog, C. den, F.W.B. van den Brink & G. van der Velde, 1992.** Why was the invasion of the Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula* species so successful? *Journal of Natural History* 26: 1121-1129.

**Kinzelbach, R., 1995.** Neozoans in European waters. Exemplifying the worldwide process of invasion and species mixing. *Experientia* 51: 526-538.

**Mills, E.L., J.H. Leach, J.T. Carlton, C.L. Secor, 1994.** Exotic species and the integrity of the Great Lakes. *Bioscience* 44: 666-676.

**Pinkster, S., M. Scheepmaker, D. Platvoet & N.**

**Broodbakker, 1992.** Drastic changes in the amphipod fauna (Crustacea) of Dutch inland waters during the last 25 years. *Bijdragen tot de Dierkunde* 61: 193-204.

**Velde, G. van der, B.G.P. Paffen, F.W.B. van den Brink, A. bij de Vaate & H.A. Jenner, 1994.** Decline of Zebra mussel populations in the Rhine: competition between two mass invaders (*Dreissena polymorpha* and *Corophium curvispinum*). *Naturwissenschaften* 81: 32-34.

**Williamson, M., 1996.** Biological invasions. Chapman & Hall, London.

## Summary

### Invaders in Dutch inland waters: enrichment or disturbance?

An overview is presented of the origin, success factors and impact of aquatic macrophytes, invertebrates, fish, amphibians and reptiles which have invaded Dutch inland fresh-waters over the last two hundred years. Most of the invaders are of European, North-American and East-Asian origin. Exotic aquatic macrophytes have been introduced mainly via the aquarium trade. Most exotic fish species have been introduced, either for consumption, angling or ornamental purposes. Deliberate introductions of foreign invertebrate species have been very few. Most of these have actively invaded Dutch inland waters via shipping routes, aided by canal connections between formerly isolated watersystems and by the increased shipping traffic. Up to now, only a few cases are known in which the introduction or immigration of invader species has caused noticeable economic problems. However, the ecological consequences have probably been much greater. Although the immigration and introduction of invaders can be seen as an increase in the total number of species inhabiting the inland waters, the consequences of the faunal exchanges in the case of very successful invaders is a total impoverishment in biodiversity. Because of their greater competitive power and enormous range extension, only a few tolerant species take the place of a lot of delicate and more vulnerable species. The magnitude of this, however, still forms a major knowledge gap. More attention should be paid to invader species in relation to their success, their impact on entire ecosystems (competition, role in food webs, role in matter transport and recycling) and their management in order to protect or restore the biodiversity of our water systems.

## Dankwoord

Hans Adema (NNM), Emiel Brouwer (KUN) en Henk Strijbosch (KUN) danken wij voor aanvullende informatie. Door een opgelegd maximum aantal verwijzingen kunnen niet alle bronnen genoemd worden. Barry Kelleher corrigeerde de summary. Wobbe Cazemier (RIVO) (foto 4,7), Ferd Oyen (foto 1), René Gorissen (foto 3,8) en H.J.M. Spruijt afdeling Fotografie van de KUN (foto 2,5,6) leverden foto's. De afdeling Grafische vormgeving van de KUN verzorgde de figuren.

Dr. F.W.B. van den Brink  
Bureau Oppervlaktewater  
Provincie Limburg  
Postbus 5700  
6202 MA Maastricht

Prof. Dr. G. van der Velde  
Laboratorium voor Aquatische Oecologie  
Katholieke Universiteit Nijmegen  
Postbus 9010  
6500 GL Nijmegen