

WATERKWALITEIT, KANSSEN EN BEDREIGINGEN VOOR VISMIGRATIE IN DE MAAS

Harry Tolkamp, Zuiveringschap Limburg, afd. Waterkwaliteitsbeheer, Postbus 314, 6040 AH Roermond

Er wordt hard gewerkt in Limburg en Brabant aan het opheffen van de migratiebelemmerende obstakels voor de trekkende waterbewoners in de Maas en de zijbeken. Maar, is de waterkwaliteit al wel in orde? De zeer slechte waterkwaliteit in de zestiger en zeventiger jaren van de twintigste eeuw is sterk verbeterd in de laatste drie decennia. Door de sanering van de organische belastingen van het oppervlaktewater met rioolwaterzuiveringsinstallaties is de zuurstofhuishouding en ook de nutriëntenhuishouding met sprongen vooruit gegaan. Dit heeft duidelijk doorgewerkt in de verbetering van de aquatische levensgemeenschappen en is ook met name zichtbaar geworden in de terugkeer van vissen in de daarvoor soms (bijna) visloze rivieren. Is de huidige waterkwaliteit voldoende voor een duurzaam herstel van de levensgemeenschappen in de Maas en haar zijbeken of is er meer nodig?

ZUURSTOFHUISHOUDING

De kwaliteit van het water dat door de Limburgse beken stroomt is de laatste jaren flink verbeterd. Dat is vooral het gevolg van de bouw van rioolwaterzuiveringinstallaties (RWZI), de aanleg van rioleringen en de ver-

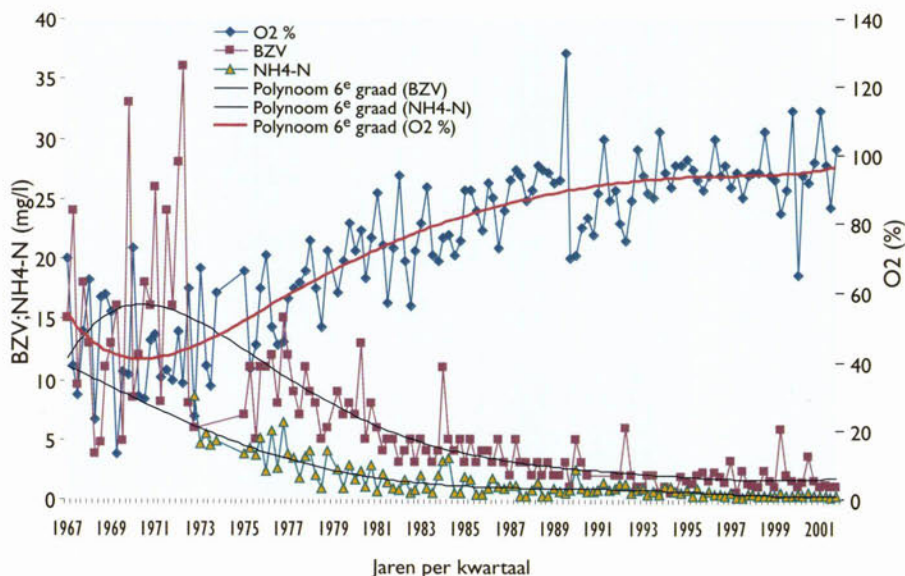
dere verbetering van de prestaties van deze zuiveringstechnische werken. En dan hebben we het niet alleen over Nederlands Limburg, maar vooral ook over het Duitse Nordrhein-Westfalen en het Belgische Vlaanderen en Wallonië. Wanneer we de ontwikkeling van de traditionele waterkwaliteitsparameters (de

zuurstofhuishouding en de nutriënten) volgen dan is in de laatste 35 jaar het verloop in vrijwel alle beken min of meer hetzelfde. Ter illustratie de Roer bij Roermond (figuur 1), die een soortgelijk beeld vertoont als de Swalm, de Niers of de Groote Molenbeek. Steeds is duidelijk dat door de afname van de directe lozingen van afvalwater de belasting van de beken met afbreekbare organische stoffen (het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) en het ammoniumgehalte) de zuurstofhuishouding verbeterde, zowel het gemiddelde als de extreme schommelingen. Hoe het met de belangrijkste beken in Limburg is gesteld is te vinden in het meerjarenrapport over de waterkwaliteit van de Limburgse oppervlaktewaters (internetpagina: www.zl.nl). Deze rapportage zal periodiek worden aangevuld met recente gegevens. Gegevens over de ontwikkeling van de kwaliteit van grensoverschrijdende beken uit Duitsland zijn onder andere te vinden op de internetsite van het Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (www.munlv.nrw.de/sites/fische).

In de Geul duurde de verbetering van de waterkwaliteit langer. De organische belasting van de Geul bleef tot 1997 toenemen door de aanleg van riolen naar een nog niet bestaande RWZI, wat goed te zien is aan het verloop van het ammoniumgehalte en het BZV (figuur 2). Minder goed is dat te zien aan het zuurstofgehalte, omdat door de snelle en turbulente stroming van de Geul, de beluchting erg goed is. Door het in 1997 gereedkomen en in gebruik nemen van de RWZI in Plombière is de eerder in dit tijdschrift geschetste negatieve trend (TOLKAMP, 1999) omgebogen.

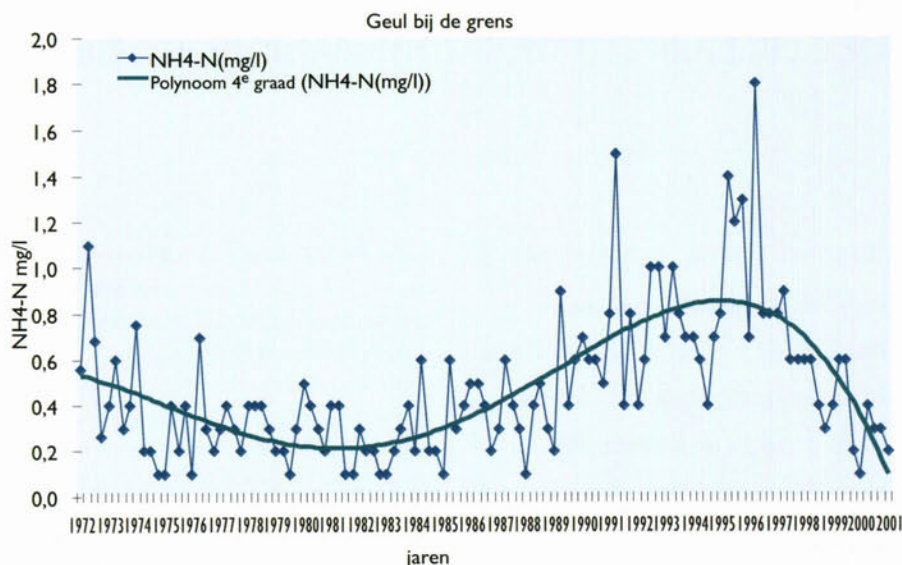
VISWATERKWALITEIT

De Limburgse stromende viswateren zijn getoetst aan de belangrijkste viswaternor-



FIGUUR 1

Ontwikkeling waterkwaliteit (O2%: zuurstofgehalte, BZV: biochemisch zuurstofverbruik en NH4-N: ammoniumgehalte) in de Roer bij Roermond van 1967 - 2001.



FIGUUR 2

Ontwikkeling waterkwaliteit (NH₄-N: ammoniumgehalte) in de Geul op de grens met Wallonië (Cottessen) van 1972 – 2001.

men voor karper- en zalmachtigen (tabel 1). Hier zien we dat nog niet op alle locaties het zuurstofgehalte in orde is, maar ook dat met name de vermesting met fosfaat op de meeste plaatsen tot normoverschrijding leidt. Vanwege de stroming (plankton (zwevende algen) groeien hier nauwelijks, ze stromen immers weg) zal dit in deze wateren niet direct tot verhoogde chlorofylgehalten leiden. Het geeft wel aan dat de beken een belangrijke bron van vermestende stoffen vormen voor de eutrofiëringsgevoelige wateren verder benedenstrooms, zoals de Maas.

In de stromende wateren in Limburg is sinds 1983 het gemiddeld zuurstofgehalte gestegen van 8,5 naar 9,5 mg/l; het gemiddeld BZV daalde van ruim 6 naar 2 mg/l, en het ammoniumgehalte liep terug van ongeveer 2,5 naar 0,5 mg N/l (de viswaternorm is 0,8 mg/l). Het totaal-fosfor gehalte nam af van

ruim 1,2 naar 0,35 mg P/l. In deze periode liep de gemiddelde zuurgraad (pH) op van 7,5 naar 8,0. Dit laatste wijst er op dat de verzuring van het oppervlaktewater lijkt te verminderen. Onderzoekingen door het RIVM laten zien dat de neerslag van verzurende stoffen sinds 1980 sterk is afgenomen. Zo is de emissie van zwaveldioxide tussen 1980 en 2001 met 80% afgenomen (CCDM, 2002). In veel beken waar de verbetering van de waterkwaliteit evident is, stijgt de laatste jaren de pH van ongeveer neutraal (circa 7) naar een licht alkalische waarde (richting de 8). Een wetenschappelijke analyse hiervan is nog niet beschikbaar, maar een vergelijking met oudere gegevens (van voor de grootschalige verontreiniging van de meeste beken) laat zien dat in het begin van de twintigste eeuw de pH van natuurlijke, kalkrijke beken eerder boven de 7,5 lag dan eronder (THIENEMANN, 1926; NIETZKE, 1937; MAAS, 1959).

Overigens is het fenomeen van een verslechtering van de waterkwaliteit tijdens de sanering van de lozingen ook geconstateerd in de Roer in 1984 toen er in dit stroomgebied in Duitsland en Limburg volop werd gewerkt aan de bouw van RWZI's (de RWZI Roermond is in 1986 in gebruik genomen). Dit effect was echter niet zozeer te zien aan de gangbare parameters (figuur 1), of het zouden de enkele pieken in die tijd moeten zijn, maar des te beter aan de samenstelling van de macrofauna levensgemeenschap, vertaald in het ecologisch profiel voor de Roer (figuur 3). Daarin zit een duidelijke dip in de midden tachtiger jaren. De meeste karakteristieken zakten van het hoogste of bijna hoogste niveau (klasse 5 of 4) tot het bijna laagste (klasse 2) niveau. Vanaf begin jaren negentig treedt weer herstel op en de verbetering heeft zich sindsdien voortgezet. In 2001 constateren we dat het ecologisch profiel voor vrijwel alle karakteristieken weer in de hoogste klasse zit. De Roer heeft zich fantastisch verbeterd, waaraan zeker ook de herinrichting van genormaliseerde trajecten in Duitsland een belangrijke bijdrage heeft geleverd. Het aantal soorten macrofauna is in de laatste tien jaren verdubbeld en we treffen weer gevoelige stromend water bewoners aan als de Mosselwants (*Aphelocheirus aestivalis*) (figuur 4) en de steenvlieg *Perloides microcephala* (figuur 5); allebei soorten die naast een zeer goede waterkwaliteit ook veeleisend zijn wat de stroming en de structuur van het systeem betreft. De Mosselwants wordt sinds kort ook weer aangetroffen in de Worm, Geul, Niers en Aa-beek.

Parallel aan de reactie van de macro-evertbraten (de met het blote oog zichtbare bodembewonende waterdieren en insectenlarven), vond een spectaculair herstel van de visstand in de Roer plaats. Een visstand die rond 1900 een zeer rijk en gevarieerd beeld vertoonde met stromend water soorten als Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), Zalm (*Salmo salar*), Forel (*Salmo trutta*), Barbeel (*Barbus barbus*), Alver (*Alburnus alburnus*), Kopvoorn (*Leuciscus cephalus*), Serpeling (*Leuciscus leu-*

TABEL 1
Resultaten viswateronderzoek in Limburgse stromende wateren in 2001.

Parameter	Norm voor Viswateren voor Zalmachtigen	Aantal locaties dat niet aan de norm voldoet	Norm voor Viswateren voor Karperachtigen	Aantal locaties dat niet aan de norm voldoet
Ammoniak	≤ 0,02 mgN/l	2	≤ 0,02 mgN/l	0
Ammonium	≤ 0,8 mgN/l bij T < 10°C: ≤ 0,4 mgN/l	1	≤ 0,8 mgN/l bij T < 10°C: ≤ 0,4 mgN/l	0
Nitriet	≤ 0,01 mgN/l	3	≤ 0,03 mgN/l	2
Fosfaat (alleen van toepassing bij verhoogde chlorofyl-a-gehalten)	≤ 0,02 mgP/l	6	≤ 0,02 mgP/l	9
Biochemisch zuurstofverbruik	≤ 6 mg O ₂ /l	1	≤ 10 mg O ₂ /l	0
Zuurstof	≥ 7 mg/l	0	≥ 6 mg/l	4
Zuurgraad	tussen 6,5 en 9,0	0	tussen 6,5 en 9,0	0
Koper	≤ 30	0	≤ 30	0
Zink	≤ 200	2	≤ 200	0
Zwevende stof	≤ 50 mg/l	3	≤ 50 mg/l	1
Aantal locaties		8		13

FIGUUR 3

Ecologisch profiel voor de Roer aan de grens bij Effeld van 1980 – 2001. In 1986 namen de directe lozingen op de Roer toe door riooltransportleidingen in aanleg omdat de RWZI's nog niet gereed waren. Het ecologisch profiel beschrijft in vijf klassen (van 1 t/m 5, blauw, groen, geel, oranje, rood) de reactie van de macrofauna op de karakteristieke voedselstrategie, substraat, trofie, saprobie en stroming.

Ecologisch profiel (EBEOSWA) van de Roer bij Effeld/Steinkirchen Duitsland (OROER100)

	1980					1984					1988					1992					1996					2000				
Voedselstrategie	5	5	2	3	5	3	5	5	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	5	3	3	5								
Substraat	4	5	5	5	3	4	2	2	3	3	3	3	4	3	5	4	3	4	4	5	4	5	4	5						
Trofie	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5						
Saprobie	4	5	5	5	3	4	2	2	3	4	3	3	4	4	5	5	3	4	5	5	4	5	5	4	5					
Stroming	5	5	5	4	3	4	2	2	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	4	4								

NB alleen de herfst wordt gepresenteerd m.u.v. 1990 (maar een cijfer)

ciscus), Sneep (*Chondrostoma nasus*), Vlagzalm (*Thymallus thymallus*), Bermpje (*Barbatula barbatulus*) en Riviergrondel (*Gobio gobio*), met daarnaast nog een hele reeks in meer watertypen voorkomende soorten als Kwabaal (*Lota lota*), Blankvoorn (*Rutilus rutilus*), Brasem (*Abramis brama*), Kolblei (*Blicca bjoerkna*), Baars (*Perca fluviatilis*) en Snoek (*Esox lucius*). Daarnaast nog stagnerend water minnende soorten als Kroeskarp (*Carassius carassius*), Ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*) en Zeelt (*Tinca tinca*) (RIEMERSMA & VAN DER SPIEGEL, 1995). BELGERS & COX (1990) meldden dat er in 1980 nog maar acht vissoorten werden geregistreerd. Een beoogd laag aantal door de zware verontreiniging van de Roer in het verleden, waarvan velen zich nog de metershoge schuimbergen en de gitzwarte kleur zullen herinneren. Uit microscopische analyse van de Roerbodem door de auteur, begin tachtiger jaren, bleek dat er regelmatig kolengruis met de Roer werd meegevoerd.

In 1989 trof men in de Roer al weer 30 vissoorten aan, hetgeen zeker ook positief werd beïnvloed door de aanleg van de vistrap in de Hambeek in 1984 (BELGERS & COX, 1990). Uit een studie naar het herstel van de visfauna (VRIESE *et al.*, 1998), bleek dat er op dat moment in de Roer weer 14 reo-fiele soorten worden aangetroffen, 11 eurytope soorten en 4 limnofiele soorten. In totaal dus 29 soorten, waarbij de aantallen per soort echter nog te wensen overlieten. In de Limburgse vissenatlas (CROMBAGHS *et al.*, 2000) is zelfs al sprake van 33 soorten. De visstand, die hoort bij de Barbeelzone, is daarbij hard op weg om zich te herstellen met grotere aantallen van de stromend water soorten, en geringere aantallen van de eurytope soorten. Samen met de Grensmaas vormt de Roer voor Nederland daarmee een uniek biotoop.

en morfologie van diverse beken vormen daarmee de basis voor de terugkeer van de hier thuishorende levensgemeenschappen. De juiste verhouding tussen de natuurlijke input en afbraak van organisch materiaal (bladeren, takken) en de primaire productie door waterplanten en kiezelwieren kenmerkt de met name heterotrofe basis (de voedselproductie vindt niet in de beek zelf plaats maar er buiten) van de beeklevensgemeenschappen die, naarmate we verder benedenstrooms geraken, verschuift naar een meer autotrofe basis (het merendeel van het voedsel oftewel de algen en waterplanten wordt in de beek zelf geproduceerd). De veelheid van organismegroepen (op basis van de wijze van voedsel vergaren wordt binnen de macrofauna onderscheid gemaakt in 'knippers', 'verzamelaars', 'schrappers' en 'rovers', zie onder andere PAARLBERG & TOLKAMP, 1990) garandeert een diverse en robuuste samenstelling van deze levensgemeenschap, waarbij de vissen in het algemeen de top van de voedselketen vormen. Ook de vissen hebben een goede waterkwaliteit nodig en stellen eisen aan de structuur van het watersysteem, zowel

voor de benodigde paaiplaatsen en opgroei-habitats maar uiteraard ook om over het benodigde voedsel te kunnen beschikken. Dertig jaar geleden vormde de organische belasting en de zuurstofhouding het belangrijkste knelpunt voor de visgemeenschappen. Dat is nu grotendeels opgelost. Toch is in vele beken de macrofauna- en de visgemeenschap nog lang niet op orde, omdat de hydrologie en morfologie (de structuur) van de beken te wensen overlieten. Dat met name migratiebarrières een probleem vormen bleek ook al uit diverse studies die werden verricht naar de visstand van de Limburgse beken en de relatieve soortenarmoede van met name de bovenstroomse trajecten van de beken (QUAK & DE LAAK, 1990; VRIESE *et al.*, 1994).

Veel beektrajecten zijn nog niet in orde, zoals duidelijk naar voren kwam uit de inventarisatie van de morfologische toestand van ruim 400 km beek in het beheersgebied van het Waterschap Roer en Overmaas (WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS, 2000). Van de beken met een specifiek ecologische functie verkeert slechts 10% in min of meer



FIGUUR 4
De Mosseelwants
(*Aphelocheirus aestivalis*)
komt weer voor in de
Worm, Roer, Geul, Niers
en Aa-beek (foto: B. Pex).

HYDROMORFOLOGIE

De verbeterde omstandigheden zowel wat betreft de waterkwaliteit als de hydrologie



FIGUUR 5
De steenvlieg *Perlodes microcephala* is teruggekeerd in de Roer (foto: H. Tolkamp).

ongestoorde toestand en ruim 60 % in een sterk verstoorde toestand. Met name de hydromorfologie is van belang willen we in de sneller stromende Limburgse beken levensvatbare populaties zalmachtigen een kans bieden (SEMMEKROT, 1992), maar ook aan restanten van verontreinigingen uit het verleden (zware metalen en organische microverontreinigingen), die nog steeds in het systeem aanwezig zijn. Zo vormt in diverse beeksystemen de waterbodemonverontreiniging een serieus probleem voor de gezondheid van het ecosysteem, zoals cadmium en zink in de beken die de Kempen ontwateren, als de Dommel en de Tungelroysebeek.

MICROVERONTREINIGINGEN

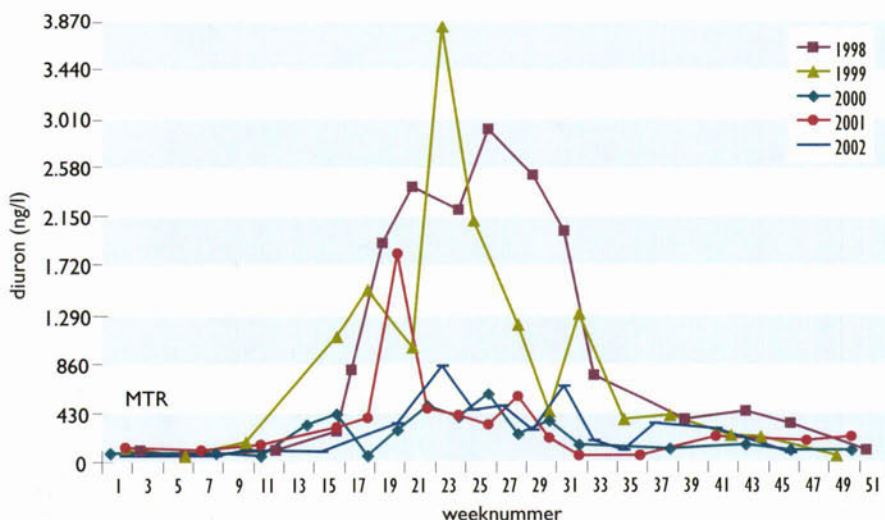
In het stroomgebied van de Roer heeft in het verleden een zware belasting met Polychloorbifenyyl-verbindingen (PCB's) plaatsgevonden vanuit de kolenmijnen. PCB's werden daar gebruikt in de hydraulische systemen

(de stempels en stutten, de schraapmachines) en de gemorste olie werd met het bronneringswater weggepompt naar de (zijbeken van de) Roer. Ruim twintig jaar geleden werd het gebruik van PCB-houdende olie verboden en vervangen door een aanvankelijk veilig gewaand alternatief (Ugilec, gechloteerde benzyl-tolueen verbindingen), dat naderhand een net zo groot probleem bleek te veroorzaken (LEONARDS & DE VOOGT, 1989). Dit heeft gelukkig maar even geduurd en daarna werden de lozingen van bronneringswater consequent via bezinkinrichtingen geleid waarmee de schadelijke stoffen werden verwijderd (SCHILLER & TOLKAMP, 1988). Inmiddels zijn al deze kolenmijnen in het stroomgebied van de Roer gesloten, waarmee de bron van PCB's en Ugilec in principe is opgedroogd. Dit heeft ertoe geleid dat de gehalten aan PCB's in Aal (*Anguilla anguilla*) uit de Roer (dat jaarlijks door het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek (RIVO) wordt onderzocht) de laatste jaren aanzienlijk zijn gedaald en inmiddels (sedert 1999) met 25 µg/kg voor

de PCB component CB 52 ruim voldoen aan de consumptienorm van 200 µg/kg (PIETERS *et al.*, 2002.). Daarmee is de Roer-Aal thans van een betere kwaliteit dan de Aal in de Maas bij Eijsden. De eerste had jarenlang de twijfelachtige reputatie de slechtste te zijn met de hoogste PCB-gehalten.

Zware metalen en organische microverontreinigingen in de Maas en zijbeken van Brabant en Limburg overschrijden nog regelmatig de grenswaarden (het maximaal toelaatbaar risico niveau: MTR). Dit houdt tevens in dat de streefwaarde (het verwaarloosbaar risico niveau: VR) nog verder weg ligt en dat er nog belangrijke inspanningen nodig zullen zijn om de belasting van het milieu met deze stoffen terug te dringen. Steeds vaker wordt de toelating van bestrijdingsmiddelen ingetrokken of sterk beperkt. Zo heeft het verbod op het gebruik van endosulfan in 1988 geleid tot een sterke vermindering van het aantal vissterftes in de Limburgse beken. Helaas komt illegaal gebruik en lozing van deze stof nog steeds voor, omdat deze bestrijdingsmiddelen in de ons omringende landen nog steeds verkrijgbaar zijn. Dit blijkt met name uit de aanhouding van "smokkelaars" die met deze middelen de grens overgaan. Vissterfte en 'kiepende' vis in de beken en het vervolgens aantreffen van "vers" endosulfan wijzen erop dat endosulfan nog ieder jaar illegaal gebruikt wordt.

De situatie is vergelijkbaar voor diuron. Diuron was tot juni 1999 toegelaten als onkruidbestrijdingsmiddel en werd veelvuldig toegepast door beheerders van verharde terreinen. Met het afspoelende regenwater kwam deze stof, die slecht afbreekbaar is, direct en via het rioolwater in het oppervlaktewater. Diuron wordt ook niet afgebroken in de RWZI en hecht zich slecht aan het zuiveringsslib. Hierdoor komt deze stof via het gezuiverde afvalwater (effluent) weer in de beken en zet zijn giftige werking op met name de flora voort. Het verbod van diuron heeft sedert 2000 een positief effect gehad op het gehalte in de beken, zoals in de Geleenbeek (figuur 6). In deze figuur is echter ook te zien dat er in 2001 een flinke piek en diverse overschrijdingen van het MTR voorkwamen. Vermoedelijk hebben gebrui-



FIGUUR 6
Ontwikkeling van het diuron-gehalte in de Geleenbeek van 1998 – 2002.



FIGUUR 7

Zuurstofgebrek kan leiden tot massale vissterfte (foto: H. Tolkamp).

kers oude voorraden opgemaakt ondanks het verbod. Ook in 2002 was dit het geval. Dit kan - net zoals voor endosulfan - betekenen dat er (illegaal) in het buitenland bestrijdingsmiddelen met diuron als werkzame stof worden aangeschaft en in Limburg toegepast. Door het diuron-verbod in Nederland neemt het relatieve aandeel van de vracht die via de Maas Nederland binnenkomt sterk toe. Samen met de Niers, de Roer, de Geul en de Jeker bedroeg de aanvoer van diuron uit het buitenland in 2000 ruim 85%. In internationale besprekingen dringt Nederland dan ook voortdurend aan op een verbod van diuron, hetgeen inmiddels ook tot positieve reactie en acties in Duitsland en Vlaanderen geleid heeft. Zo heeft het Vlaamse parlement een initiatiefwet aangenomen om vanaf 2004 te komen tot een verbod op het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen door Vlaamse overheden. Dit betekent voor de visgemeenschap dat er goede hoop is op een verbetering van de kwaliteit van het Maaswater en die van de zijwateren in België in de nabije toekomst.

INCIDENTELE LOZINGEN EN DIFFUSE BRONNEN

Sedert de sanering van de puntbronnen vindt de verontreiniging van het oppervlaktewater vooral plaats door incidentele lozingen en calamiteiten, door de werking van de noodoverlaten van de rioleringen (overstorten) of door de zogenoemde diffuse bronnen. Door (incidentele) pieklozingen kunnen levensgemeenschappen in één klap soms jaren teruggezet worden en het kan jaren duren voor ze zich weer herstellen. Met name vissen zijn erg gevoelig voor de

gevolgen van overstorten en de vaak daarop volgende zuurstofloze periode (figuur 7). De hersteltijd voor groepen organismen neemt toe met de gevoeligheid voor verontreinigingen. Dit betekent dat het herstel van levensgemeenschappen met eendagsvlieg-nymfen, kokerjufferlarven en steenvlieg-nymfen minimaal een jaar vergt en daarbij ook nog afhankelijk is van overlevende populaties in het stroomgebied (STUIJFZAND, 1999).

De belangrijkste bedreiging van de waterkwaliteit wordt nu gevormd door de diffuse bronnen: de vele op zich bekende kleine en vaak ongrijpbare lozingen zoals het uitrengen van de verontreinigde atmosfeer, het uitloggen van bouwmaterialen, en het af- en uitspoelen van bemeste akkers en weilanden. In de meeste stroomgebieden in Limburg is de landbouw de belangrijkste bron van stoffen als fosfor, stikstof, atrazine en lindaan (tussen 90 en 100 %), terwijl zware metalen vooral afkomstig zijn uit riooloverstorten (5–20 % voor zink, nikkel, cadmium en koper) en kwel (voor nikkel en zink soms wel voor bijna 75 %) en slechts voor circa 20 % uit de landbouw. De bijdrage van de kwellend grondwater is opvallend in met name Noord- en Midden-Limburg. Kwelwater raakt belast met zware metalen door de oxidatie van pyriet en ijzeroer door infiltrerend nitraat of door verdroging in de zomer (TAUW, 2000).

Maar ook het via de riolering weggooien van milieuvreemde stoffen, oplosmiddelen, verf, medicijnen, bestrijdingsmiddelen vormt een belangrijke bron (PROVINCIE LIMBURG, 2003). Veel van die giftige stoffen worden door een biologische zuivering niet afgebroken en kunnen alleen mechanisch worden verwijderd via speciale filtertechnieken, zoals de inzet van actieve koolfiltratie in de

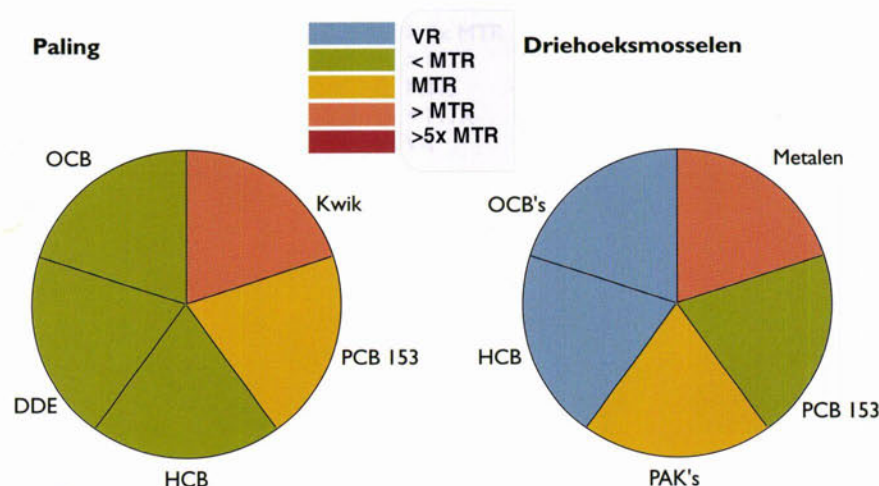
drinkwaterbereiding. Dit geldt vooral voor (afbraakproducten van) geneesmiddelen, die via het gezuiverde rioolwater in het milieu komen en daar een doorwerking kunnen hebben op de planten en dieren. Veel van deze stoffen hebben een hormoonverstorende werking, hetgeen zelfs tot vrouwelijking van mannelijke Brasems kan leiden (SCHRAP & VETHAAK, 2002).

Naar verwachting zullen er bij de implementatie van Europese Kaderrichtlijn Water in nationale wet- en regelgeving (omstreeks 2005) voor het oppervlaktewater en voor het grondwater strengere normen gaan gelden, hetgeen zal doorwerken in strengere normen voor effluent van RWZI's.

BIOASSAYS

Toch gaat het de laatste jaren beter wat betreft de belasting van het oppervlaktewater met microverontreinigingen. In Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en in Aal overschrijden van de stofgroepen OCB's, HCB, PAK, PCB nummer 153 en metalen slechts de metalen in de mosselen en kwik in Aal het MTR (figuur 8).

Anderzijds komen met name incidenteel zeer slechte situaties nog steeds voor, vooral door calamiteiten en ongezuiverde lozingen in nog niet gesaneerde gebieden. Zo bleek uit experimenten dat larven noch poppen van twee kokerjuffersoorten *Hydropsyche siltalai* en *Hydropsyche angustipennis* in het Maaswater (in het jaar 1996) konden overleven omdat de kwaliteit voor diverse parameters de alarmwaarden overschreed, terwijl in Rijnwater 50 % bleek te overleven. In het Rijnwater werden geen piekconcentraties voor deze stoffen gevonden (STUIJFZAND, 1999). Voor de bewaking van de kwa-



FIGUUR 8

Bioaccumulatie van diverse prioritaire stoffen in Aal (*Anguilla anguilla*) en Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) bij Eijsden, getoetst aan het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR), respectievelijk Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR) (naar MAAS, 2002), waarbij de mate van overschrijding van het MTR is weergegeven.
OCB= organochloorbestrijdingsmiddel; PCB 153 = Polychloorbifenyl, congeener 153; HCB= hexachloorbenzeen; DDE = dichloordifenyldichloorethyleen; PAK = polycyclische aromatische koolwaterstoffen).

liteit van het oppervlaktewater lijkt het daarom zeer zinvol om meer en meer in te zetten op de signalen die we kunnen krijgen uit de levensgemeenschappen enerzijds en uit biologische monitoring anderzijds. Door het gebruik van gevoelige organismen als watervlooien en forellen in on-line bewakingsystemen ('bio-assays') kan vroegtijdig worden gereageerd op acute verontreinigingen en ingegrepen worden wanneer het bewaakte water gebruikt zou worden om drinkwater te bereiden of visvijvers te vullen. Hiervan wordt door de Waterleidingmaatschappij Limburg en het Waterwinbedrijf Brabantse Biesbosch reeds gebruik gemaakt. Door het toetsen van bioaccumulatie in organismen als Driehoeksmosselen en muggenlarven, kan de chronische belasting van het oppervlaktewater gevolgd worden. Een watervlooiëntest naast de meer gangbare analyses van de fysisch-chemische en biologische kwaliteitsparameters kan extra informatie opleveren met betrekking tot de stofgroepen die verantwoordelijk zijn voor de eventuele giftigheid van het milieu. Dit kwam onder andere naar voren in het stroomgebied van de Rijnbeek in 2001, waarbij bleek dat het najlende effect van de verontreiniging met zware metalen in plaats van de veronderstelde organische microverontreiniging verantwoordelijk was voor de arme levensgemeenschap van de macrofauna (VAN MULLEKOM *et al.*, 2003).

BEEKHERSTEL

Wanneer de waterkwaliteit verbetert en de bronnen van verontreiniging zijn weggenomen herstelt de levensgemeenschap zich in de goede richting, zoals na het staken van de lozing door Budelco (nu Pasminco Budel

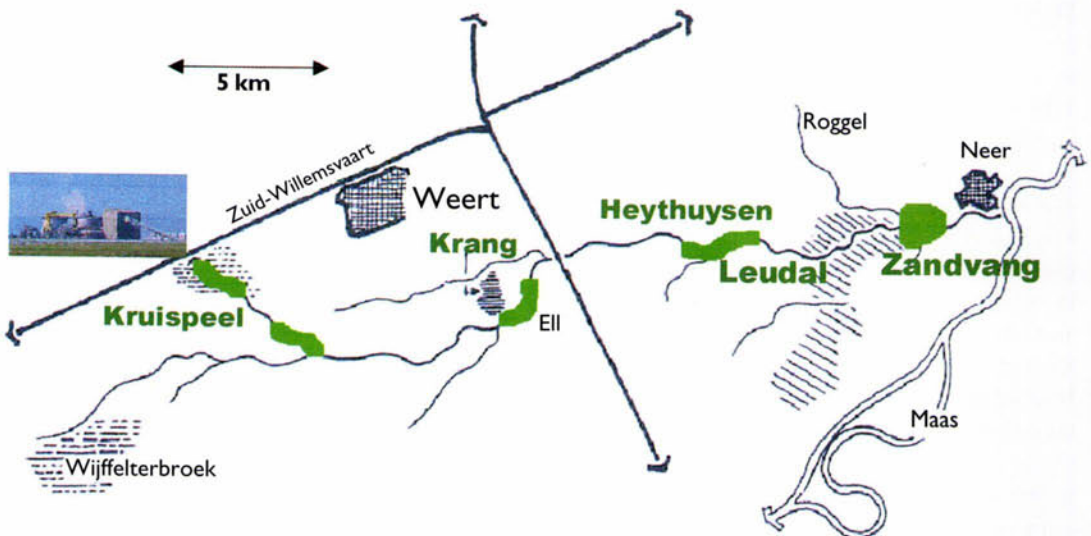
Zink) in Budel op de bovenloop van de Tengelroysebeek. Eind zeventiger jaren waren de gehalten aan zink en cadmium hier torenhoog, in de tachtiger jaren was dit een stuk lager, maar nog steeds een factor vijf à zes hoger dan op dit moment (zink zat op ruim 5.000 µg/l; cadmium op circa 50 µg/l) (TOLKAMP, 1998). Wanneer we bedenken dat vlokreeften (*Gammariden*) bij die concentraties geen calcium kunnen inbouwen in hun pantsertjes omdat het benodigde enzym liever een zwaar metaal inbouwt dan calcium, dan begrijpen we ook waarom tot begin jaren negentig in de Tengelroysebeek geen vlokreeften voorkwamen, terwijl ze wel in alle zijbeken zaten. Sinds het midden van de jaren negentig wordt door deze zinkindustrie een geavanceerd zuiveringssysteem gebruikt, een schonere ertssoort uit Australië gehaald en is er een hydrologisch beheersysteem opgezet, waardoor er geen met metalen belast grondwater meer wegstroomt. Hierdoor zijn de concentraties van zink en cadmium drastisch gedaald tot ruim onder de kritische waarde waarbij vlokreeften werden vergiftigd. Sedertdien zijn er weer drie soorten vlokreeften aangetroffen, namelijk de Riviervlokreeft (*Gammarus roeselii*), de Gewone Vlokreeft (*Gammarus pulex*) en de Getijgerde Vlokreeft (*Gammarus tigrinus*) (TOLKAMP, 1998). Vlokreeften komen vaak in zeer grote aantallen voor tot zo'n 10 à 30 % van de totale macrofauna levensgemeenschap in stromend water (TOLKAMP, 1980). Ze zijn een van de belangrijkste detritusetters in beken en vormen daarmee een sleutelement in de efficiënte bladafbraak in natuurlijke beeksystemen en staan aan de basis van de voedselketen in laaglandbeken. Vlokreeften vormen een belangrijke voedselbron voor vis, ondanks het feit dat veel vissoorten er niet specifiek op foe-

rageren (HYNES, 1970). Beekvissen eten naast insectenlarven en -nymfen en volwassen (vliegende) insecten vooral vlokreeften (*Gammariden*) (BREHM & MEIJERING, 1990). Het stoppen van de lozing op de bovenloop van de Tengelroysebeek was tevens een signaal de verontreinigde waterbodem te saneren. Daartoe is een ambitieus programma opgezet, waarbij de sanering wordt gecombineerd met de herinrichting van de genormaliseerde beektrajecten. Daarvan is inmiddels circa zeven km gereed (figuur 9). Er is een beheerplan in voorbereiding waardoor in de komende tien jaar de overige 24 km wordt gesaneerd en heringericht. Binnen dit programma worden ook alle migratiebarrières aangepakt en passeerbaar gemaakt door middel van 'bypasses' of vistrappen, bij voorkeur met zo natuurlijke mogelijke oplossingen. Ruimtegebrek, omdat onvoldoende gronden kunnen worden verworven, vormt hiervoor een belangrijke beperking. Het realiseren van dit herstelprogramma gebeurt binnen het project Actief Bodembeheer de Kempen, waarin ook de sanering van de landbodem (onder andere de zinkassenwegen en volkstuinten) wordt aangepakt.

EXOTEN VERSTOREN DE VOEDSELKETEN

Het herstel van watersystemen is niet een zaak die wordt ingegeven door het bewustzijn dat we verantwoordelijk zijn voor onze fouten uit het verleden. Dat waren namelijk in die tijdgeest geen foute maar juist goede beslissingen. Inmiddels zijn de inzichten gewijzigd en hebben we veel meer kennis van de werking van watersystemen. Wanneer we onze watersystemen terug willen brengen in een min of meer oorspronkelijke

FIGUUR 9
Overzicht van
stroomgebied van de
Tungelroysebeek met de
eerste vier deelprojecten
(Kruispeel, Krang,
Heythuysen-Leudal,
Zandvang) waar in 2001
waterbodemsanering is
gecombineerd met
beekherstel over in totaal
zeven km lengte.



staat, en dat is een opdracht die de waterbeheerders tot hun kerntaak rekenen, dan is tempo en voortvarendheid geboden. De oorspronkelijke levensgemeenschappen moeten zich herstellen vanuit restpopulaties die nog binnen het stroomgebied of in aangrenzende stroomgebieden voorkomen. Een belangrijke bedreiging hiervoor vormen echter de uitheemse soorten die Nederland en ook Limburg binnendringen via de grote rivieren, de zogenaamde exoten (Bij DE VAATE *et al.*, 2002). In de Maas bij Borgharen komen momenteel nog maar een paar exotische macrofaunasoorten voor, maar in de Rijn bij Lobith, de IJssel bij Kampen en de Maas bij Grave bestond de levensgemeenschap in 2001 al voor 85 % uit deze uitheemse soorten (REESE & GREIJ DANUS, 2002). Dit zijn veelal soorten die een grotere tolerantie voor verontreiniging hebben dan de inheemse soorten. Naarmate de milieukwaliteit verbetert kan het aquatisch systeem worden gekoloniseerd door de oorspronkelijke soortengroepen. Hoe eerder het systeem van de Maas in goede conditie is, des te beter de kansen voor de inheemse levensgemeenschappen zullen zijn. Wanneer snel vermeerderende populaties van uitheemse kreeftachtigen (*Crustacea*) een "leeg" habitat aantreffen, zou de vestiging van oorspronkelijke soorten moeilijker kunnen zijn dan bij het 'verdedigen' van een reeds bezet territorium. Mogelijk ontstaan hierdoor eenzijdige levensgemeenschappen met enkele dominante soorten die de omgeving naar hun hand zetten waardoor er voor andere soorten geen of weinig ruimte overblijft, zoals de volledige bedekking van hard substraat in de IJssel door de Kaspische slijkgarnaal (*Corophium curvispinum*) (SWARTE, 2000).

Omdat de meeste exoten in Nederland worden aangevoerd via de Rijn en uit Oost-Europa afkomstig zijn, komt de bedreiging van het Maasstroomgebied vooral van benedenstrooms (Bij DE VAATE *et al.*, 2002). Hoe eerder het Maasstroomgebied sterke, gezonde en niet verstoorte autochtone levensgemeenschappen een kans biedt middels een goede water- en habitatkwaliteit, des te beter kan dit systeem de concurrentie met oprukkende uitheemse soorten aan (REESE & GREIJ DANUS, 2002). Door deze veranderingen in de samenstelling van de macrofauna zou de hierop prederende vispopulaties in samenstelling kunnen wijzigen. Nader onderzoek hiernaar is dringend noodzakelijk.

VISMIGRATIE

Uit het voorafgaande mag duidelijk geworden zijn dat op dit moment vismigratie in de Maas en haar zijbeken in Brabant en Limburg nauwelijks meer beperkt wordt door de waterkwaliteit. Het zijn vooral de fysieke barrières, het ontbreken van geschikt habitat (paaien, opgroeien, foerageren) en suboptimaal werkende vistrappen die voor migrerende vissen een probleem vormen. Daarbij moet ook worden gedacht aan de toenemende belangstelling voor waterkrachtcentrales die zonder goed werkende viswerings- en visgeleidingssystemen zowel de stroomopwaartse als de stroomafwaartse migratie ernstig kunnen belemmeren.

Een bedreiging van de natuurlijke vispopulaties van het Maasstroomgebied wordt mogelijk gevormd door de sterke opkomst van exotische macrofauna-soorten uit het stroomgebied van met name de Donau en de Rijn. De verschuiving in de soortensamen-

stelling van de macro-evertebraten naar (over het algemeen) meer tolerante soorten zou wel eens van veel grotere invloed op het (achterblijven) van het herstel van vispopulaties kunnen zijn dan zaken als de fysisch-chemische waterkwaliteit. Deze soorten zijn minder veeleisend wat betreft substraatsamenstelling, verstoringen van de waterkwaliteit en trofische verhoudingen. Dat wordt 'mooi' geïllustreerd door de invasie van de Amerikaanse Rivierkreeft (*Orconectes limosus*), die na het verdwijnen van de inheemse Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*) door de kreeftenpest medio de vorige eeuw, nu in veel grotere aantallen en op veel meer plaatsen wordt aangetroffen omdat hij minder aan stroming en goede waterkwaliteit is gebonden.

Tot nu toe zijn er nog niet veel exotische vissoorten in grote aantallen in het Maassysteem aangetroffen, hoewel er de laatste jaren toch steeds meer exotische soorten worden gevonden, zoals de Blauwneus (*Vimba vimba*), de Blauwband (*Pseudorasbora parva*) en de Zonnebaars (*Lepomis gibbosus*). Zowel bewust uitzetten, met name van Amerikaanse soorten als de Zonnebaars en de Amerikaanse Hondsvij (*Umbra pygmaea*) door 'liefhebbers', als de intrek via het Rijn-Main-Donau kanaal vormen hierbij de belangrijkste verspreidingsmechanismen (CROMBAGHS *et al.*, 2000).

Door dergelijke verschuivingen in samenstelling en abundantie van de macro-evertebraten, die een belangrijke voedselbron vormen voor veel vissoorten, is het niet ondenkbaar dat ook de vispopulatie zich aanpast aan de nieuwe omstandigheden en dat ook hier verarming optreedt. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

SUMMARY

WATER QUALITY, OPPORTUNITIES AND HAZARDS FOR FISH MIGRATION IN THE RIVER MEUSE

The water quality of the River Meuse and its tributaries has improved considerably over the last 30 years as a result of the building of sewerage systems and sewage treatment plants. Reduction of organic pollution levels has improved the oxygen balance and reduced nutrient loads in the running water systems. This has facilitated the return of more sensitive aquatic communities, including fish, in previously fishless rivers.

In the last five years, however, the improvement of the water quality in general and the quality of the aquatic communities in particular, has been stagnating. Several studies in the tributaries of the river Meuse show that micropollutants (heavy metals and synthetic organic substances) in particular are hampering further community development. This is partly due to historic pollution stored in river sediments and floodplains, but mainly to present-day discharges of these substances in effluents of sewage treatment plants. On top of this, the rehabilitation of the aquatic communities is affected by the large number of Ponto-Caspian exotic species that have been colonising the Dutch rivers since the creation of artificial waterways between the basins of the Meuse, Rhine and Danube. In the ensuing competition the natural, sensitive population of the Meuse system is being endangered by the more ubiquitous species from other European river systems and even from overseas.

Although measures to clean up point sources of pollution can still contribute considerably to a further improvement of the water quality, it will be necessary to focus on reducing the discharge of heavy metals and poisonous remains of pesticides and their degradation products. Greater effort must be invested in the reduction of non-point sources of pollution. Future water quality measurements will probably also include bio-assays, besides measuring the

various substances individually and monitoring benthic macro-invertebrate and diatom communities *in situ*.

The ongoing rehabilitation of the fish populations in the Meuse is significantly supported by fish passages. The overall water quality does not prevent the recovery of fish populations, but incidental peak discharges of pollutants lead to fish kills. The fish passages will benefit more from further improvement of the water and sediment quality of the migration routes, spawning, nursing, living and foraging habitats and protection from incidental pollution.

LITERATUUR

- BELGERS, T. & T. COX, 1990. De visstand in de Roer: terug van weggeweest. Info, uitgave Federatie van Sporthengelaars Midden Limburg 21: 44-50.
- BREHM, J. & M.P.D. MEIJERING, 1990. Fließgewässerkunde. Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- CCDM, 2002. Emissie-monitor, Jaarcijfers 2000 en ramingen 2001. Rapportage reeks Milieu Monitor. Coördinatiecommissie Doelgroepmonitoring, Den Haag.
- CROMBAGHS, B.H.J.M., R.W. AKKERMANS, R.E.M.B. GUBBELS & G. HOOGWERF, 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- HYNES, H.B.N., 1970. Ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool.
- LEONARDS, P. & P. DE VOOGT, 1989. Literatuurstudie gechlorideerde benzytoluenen (ugilecs). Instituut voor Milieuvraagstukken, Amsterdam.
- MAAS, F.M., 1959. Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Mededeling Landbouwhogeschool Wageningen 59 (12).
- MAAS, H., 2002. Monitoring bioaccumulatie houdt vinger aan de pols. Trends in water 7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag/Lelystad.
- MULLEKOM, M. VAN, F. KROES, M. BOUTE & A. RAGAS, 2003. Waterkwaliteitsonderzoek volgens de TRIADE-benadering. H₂O 36(1): 15-18.
- NIETZKE, G., 1937. Die Kossau. Hydrobiologisch-faunistische Untersuchungen an schleswig-holsteinischen Fließgewässern. Archiv für Hydrobiologie 32: 1-74.
- PAARLBERG, A. & H.H. TOLKAMP, 1990. Macrofauna van de Zuid-Limburgse beken. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg XXXVIII (1). Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht: 69-79.
- PIETERS, H., S.P.J. VAN LEEUWEN & J. DE BOER, 2002. Verontreinigingen in aal en snoekbaars: monitorprogramma ten behoeve van de Nederlandse sportvisserij 2001. RIVO-rapport nr. CO47/02. RIVO, Lelystad.
- PROVINCIE LIMBURG, 2003. Gemeenschappelijk actieprogramma diffuse bronnen Limburg 2003-2006. Samen werken voor schoon Limburgs water. Provincie Limburg, Maastricht.
- QUACK, J. & G.A.J. DE LAAK, 1990. Inventarisatie visstand in Limburgse beken, voorjaar 1990. OVB-Onderzoeksrapport 1990-4. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- REESE, B. & M. GREJIDANUS, 2002. Uitheemse macrofauna: succesvolle stoorzenders? Trends in water 7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag/Lelystad.
- RIEMERSMA, A. & A. VAN DER SPIEGEL, 1995. Visstandbeheerplan Roer 1995-2000. Roerstreekcommissie van de Federatie van Sporthengelaars Midden-Limburg, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- SCHRAP, M. & D. VETHAAK, 2002. Hormoonontregeling boven water. Trends in water 6. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag/Lelystad.
- SCHILLER, W. & H.H. TOLKAMP, 1988. Abschlussbericht zu den PCB-Untersuchungen der deutsch-niederländischen Grenzgewässer im Bereich der Provinz Limburg. Rapport voor de permanente Duits-Nederlandse grenswatercommissie, oktober 1988. Zuiveringschap Limburg, Roermond.
- SEMMEKROT, S., 1992. Analyse van het ecologisch potentieel van beken in Nederland voor salmoniden. OVB-Onderzoeksrapport 1992-1. Organisatie voor Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- STUIJFZAND, S.C., 1999. Variables determining the response of invertebrate species to toxicants. A case study on the River Meuse. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- SWARTE, M., 2000. Rijn-Main-Donau kanaal laat nieuwe immigrant door. Trends in water 1. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag/Lelystad.
- TAUW, 2000. Inventarisatie verontreinigingsbronnen 7 beken in Limburg. Rapport project no. 3782913. Zuiveringschap Limburg, Roermond.
- THIENEMANN, A., 1926. Hydrobiologische Untersuchungen an den kalten Quellen und Bächen der Halbinsel Fasmund auf Rügen. Archiv für Hydrobiologie 17: 221-336.
- TOLKAMP, H.H., 1980. Organism-substrate relationships in lowland streams. Thesis. Agricultural University, Wageningen.
- TOLKAMP, H.H., 1998. Ontwikkeling van de waterkwaliteit van de beken in het stroomgebied van de Tungelroysebeek-Leubeek. Rondom het Leudal 92: 277-290.
- TOLKAMP, H.H., 1999. Waterkwaliteitsverbetering en natuurontwikkelingssuccessen. Natuurhistorisch Maandblad 88: 126-132.
- VAATE, A. BIP DE, K. JAZDZEWSKI, H.A.M. KETELAARS, S. GOLLASCH & G. VAN DER VELDE, 2002. Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59: 1159-1174.
- VRIESE, T.F., G.A.J. DE LAAK & S.A.W. JANSEN, 1994. Analyse van de visfauna in de Limburgse beken. OVB-Onderzoeksrapport 1994-3. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- VRIESE, T.F., G.A.J. DE LAAK, S.A.W. JANSEN, J.C.J. DE HOOG & J.C.A. MERX, 1998. Herstel visfauna Limburgse beken, fase II. OVB-onderzoeksrapport 1998-02. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS, 2000. Morfologische beoordeling van de Zuid-Limburgse beken. Beheersgebied Waterschap Roer en Overmaas 2000. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.
- ZUIVERINGSCHAP LIMBURG, 2001. Meerjarenrapport Waterkwaliteit Limburgse Oppervlaktewateren 1992-1998. Zuiveringschap Limburg, Roermond.