



John Lenssen, Bert Klutman, Rebi Nijboer & Ger Boedeltje

Veranderingen in macrofauna door schoner water in beken van Oost-Gelderland

De afgelopen decennia is de waterkwaliteit in de Nederlandse beken aanmerkelijk verbeterd. Maar heeft dat ook geleid tot meer beeknatuur?

Langdurige monitoring van macrofauna in Oost-Gelderland maakt het mogelijk daar meer over te zeggen.

Tot in de jaren 70 van de vorige eeuw gold het adagium dat een beek er alleen maar was om water zo snel mogelijk af te voeren. Om dit te bereiken zijn de beken regelmatig op de schop gegaan. In Oost-Gelderland (Achterhoek en Liemers) vonden de meest drastische ingrepen plaats in de vorige eeuw, tijdens de werkverschaffingsprojecten in de jaren 30 en de ruilverkavelingen vanaf de jaren 50 (Driessen et al., 2000). Deze projecten hadden toen ook al het predicaat 'beekherstel', maar leidden juist tot diepere, bredere en rechte beken met stuwen. Al die tijd stroomde ook afvalwater van landbouw, bebouwing en industrie rechtstreeks de beek in.

Sinds de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater in 1970 is het tij gekeerd: ongezuiverde lozingen op oppervlaktewater zijn nu nagenoeg uitgebannen (ter Veer et al., 2006). Ook de mestwetgeving en de ver-

wijdering van fosfaat uit wasmiddelen hebben het oppervlaktewater schoner gemaakt. Een trendanalyse van waterkwaliteit in Oost Gelderland (Baggelaar & van der Meulen, 2008) toonde aan dat zowel organische stoffen als nitraat en fosfaat significant zijn gedaald (fig. 1).

Omdat ecologische waarden van een beek maatschappelijk steeds belangrijker zijn geworden, zijn waterschappen deze ook gaan monitoren. Waterschappen hanteren daarbij macrofauna als graadmeter voor ecologische kwaliteit. Macrofauna omvat namelijk alle ongewervelde dieren die als larf en/of adult gebonden zijn aan oppervlaktewater. Juist door hun sterke afhankelijkheid van het waterbiotoop reageert macrofauna sterk op veranderingen in waterkwaliteit, structuur en stroming in de beek.

Waterbeheerders in Oost-Gelderland (eerst het Zuiveringsschap Oost-Gelderland en vervolgens Waterschap Rijn en IJssel)

monitoren al sinds 1987 macrofauna. Al die tijd is de macrofauna op dezelfde wijze bemonsterd en geanalyseerd. Hierdoor is het mogelijk trends te analyseren. Op basis van deze data worden veranderingen in macrofauna weergegeven, waardoor we duidelijk kunnen maken hoe verbeteringen in waterkwaliteit hebben uitgepakt in verschillende typen beken. Veranderingen als gevolg van (ecologisch) beekherstel komen in dit artikel niet aan de orde. Beekherstel, ofwel maatregelen om een beek natuurlijker te maken, wordt namelijk pas vrij recent, vanaf medio jaren 90 van de vorige eeuw, serieus uitgevoerd. Er zijn nu nog te weinig locaties met voldoende lange meetreeksen beschikbaar om algemene uitspraken te doen over de effectiviteit van beekherstel.

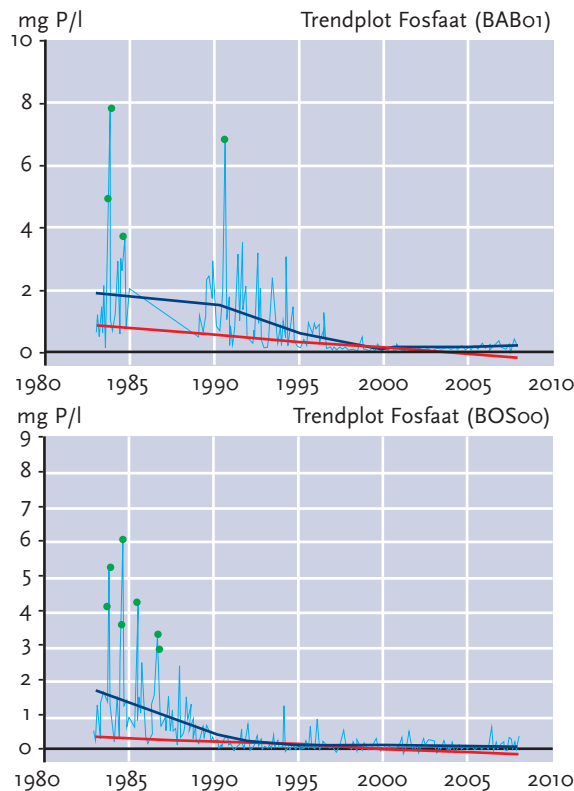
Analyse methode

Ten behoeve van de trendanalyse zijn 35 beektrajecten geselecteerd. Deze trajecten zijn tenminste één keer bemonsterd in elk van de tijdvakken 1987-1994, 1995-2001 en 2002-2009 en op deze trajecten heeft geen herinrichting plaatsgevonden. Deze selectie voorkomt dat de morfologische veran-

Foto 1. Het scherpe contrast tussen gereguleerde beken (linksboven Bolsbeek; linksonder Meibeek) en natuurlijke beken (rechtsboven Boven Slinge; rechtsonder Dambeek) (foto's: Ger Boedeltje).

Fig. 1. Illustratie van de verbeteringen in waterkwaliteit in Oost-Gelderland tussen 1983-2008 aan de hand van concentraties totaal-fosfaat, ofwel de som van het fosfaat dat gebonden is aan zwevend organisch stof en mineraal fosfaat. De trend is weergegeven voor de gereguleerde bovenloop van de Baakse Beek (BAB01; boven) en de natuurlijke bovenloop van de Boven Slinge (BOS00; onder). De trend is weergegeven met een lineaire functie ('trendlijn') en een niet lineaire methode die de best passende functie bepaald ('Lowess') (Uit: Baggelaar & van der Meulen, 2008).

— meetwaarden
• uitschieters
— Lowess
— trendlijn



Tabel 1. Typering en indicatorsoorten van de levensgemeenschappen die werden onderscheiden o.b.v. cluster analyse met TWINSPAN. In totaal zijn 257 monsters, verdeeld over 35 beektrajecten in de cluster analyse betrokken. Per beektraject zijn in verschillende jaren tussen 1987 en 2009 monsters verzameld. De onderscheiden levensgemeenschappen zijn getypeerd op basis van de habitatvoorkeuren van de indicatorsoorten. 'Regelmatige verstoring' dan wel 'stabiel milieu' heeft te maken met de frequentie van maaien van de beek. Voor ieder monster binnen een cluster is de saprobie index berekend volgens STOWA (1992): een lagere score duidt op meer soorten die beperkt zijn tot wateren met hoge zuurstofgehalten ofwel een lage organische belasting.

Levensgemeenschap	Indicatorsoorten			Saprobie (gemiddelde ± standaardfout)
1. Stilstaand water, regelmatig verstoord, hoge organische belasting	<i>Caenis horaria</i>	<i>Planorbarius corneus</i> , <i>Halophilus lineatocollis</i>	<i>Micropsectra</i> , <i>Halophilus lineatocollis</i>	27 ± 3.3
2. Stilstaand water, regelmatig verstoord, lage organische belasting	<i>Caenis horaria</i>	<i>Planorbarius corneus</i> , <i>Halophilus lineatocollis</i>	<i>Cloeon dipterum</i> , <i>Hygrotus versicolor</i> , <i>Gyrallus albus</i> , <i>Helobdella stagnalis</i>	15 ± 2.5
3. Stilstaand water, stabiel milieu, hoge organische belasting	<i>Caenis horaria</i>	<i>Mideopsis orbicularis</i> , <i>Piscicola geometra</i> , <i>Ischnura elegans</i> , <i>Gammarus roeseli</i>	<i>Corynoneura scutellata</i> agg., <i>Endochironomus albipennis</i> , <i>Ophidionais serpentina</i> , <i>Chironomus riparius</i> , <i>Parachironomus</i> gr. <i>arcuatus</i>	31 ± 3.3
4. Stilstaand water, stabiel milieu, lage organische belasting	<i>Caenis horaria</i>	<i>Mideopsis orbicularis</i> , <i>Piscicola geometra</i> , <i>Ischnura elegans</i> , <i>Gammarus roeseli</i>	<i>Gammarus roeseli</i>	18 ± 1.4
5. Stromend water, hoge organische belasting	<i>Nemoura cinerea</i>	<i>Gammarus pulex</i> , <i>Halesus radiatus/digitatus</i> , <i>Erpobdella octoculata</i>	<i>Paratendipes albimanus</i>	20 ± 3.8
6. Stromend water, lage organische belasting	<i>Nemoura cinerea</i>	<i>Gammarus pulex</i> , <i>Halesus radiatus/digitatus</i> , <i>Erpobdella octoculata</i>	<i>Amphinemura standfussi</i> , <i>Elodes minutes</i> , <i>Ephemera danica</i> , <i>Elmis aenea</i> , <i>Stictochironomus</i> , <i>Halesus radiatus/digitatus</i>	5 ± 0.7
7. Stromend water, hoge ijzergehalten	<i>Nemoura cinerea</i>		<i>Plectrocnemia conspersa</i>	19 ± 4.5

deringen het effect van waterkwaliteitsverbetering vertroebelen. Het valt echter niet uit te sluiten dat herinrichting van bovenstroomse trajecten benedenstrooms de soortensamenstelling heeft beïnvloed. Soorten kunnen namelijk met de stroom zijn aangevoerd.

Met behulp van het programma TWINSPAN zijn de geselecteerde monsters verdeeld in clusters. Deze clusters zijn te beschouwen als afzonderlijke levensgemeenschappen, omdat de clustering plaatsvindt op basis van overeenkomsten en verschillen in soortensamenstelling. Het programma geeft bovendien aan welke soorten indicatief zijn voor zo'n levensgemeenschap; dit zijn de soorten die in het ene cluster wel altijd voorkomen en in het andere cluster juist ontbreken.

Vervolgens is per beektraject onderzocht of de levensgemeenschap is veranderd. Voor beektrajecten die meer dan vijf keer in de onderzoeksperiode bemonsterd zijn is met regressie analyse de relatie tussen tijd en aantal zeldzame soorten nader onderzocht (Nijboer & Verdonchot, 2001).

A horizontal number line with tick marks at 0, 3, 6, and 12 km. The labels 0, 3, 6, and 12 km are placed above the corresponding tick marks.



A photograph showing a damselfly nymph (larva) and its adult form on a green leaf. The nymph is brown and segmented, with long, thin legs and antennae. The adult damselfly is yellow and black, with large, transparent wings and long, thin legs. The nymph is positioned below the adult, and both are facing right. The background is a soft, out-of-focus green.

minnende soorten. De gemeenschappen van stilstaande wateren waren beperkt tot de gereguleerde beken. Deze beken liggen voornamelijk in het dekzandgebied en de voormalige rivierdalen van Rijn en IJssel (fig. 2). Van nature is hier minder verhang, bovendien zijn beken hier sterk gereguleerd: ten behoeve van de waterafvoer zijn profielen sterk verdiept en verbreed en daarnaast zijn veel stuwen aangebracht om in drogere tijden het water vast te houden.

Gemeenschappen met stromingsminnende soorten werden alleen aangetroffen in het oostelijk deel van het gebied. Hier zijn de beken min of meer natuurlijk, omdat grote ruilverkavelingen hier niet hebben plaatsgevonden (Driessen et al., 2000). Deze natuurlijke beken omvatten zowel relatief brede trajecten met een groot achterliggend stroomgebied (zoals grenstrajecten Berkel en Aastrang) als smalle bovenlopen (fig. 2).

Op 19 van de 21 gereguleerde beektrajecten was de gemeenschap tussen 1987-1994 en 2002-2009 veranderd van soorten met een hoge tolerantie tegen lage zuurstofgehaltes naar soorten die hier juist gevoelig voor zijn. Hier was dus een duidelijk

Levensgemeenschappen	Beektypen	Indicatorsoorten van stilstaande wateren Gereguleerd	Indicatorsoorten van stromende wateren		Indicatorsoorten van stromende, ijzerrijke beken Terrasrandbeken (i.c. Weyenburgse beek)
			Natuurlijk smal	Natuurlijk breed	
	Hout (%)	0.0 ^a ± 0.0	8.3 ^b ± 1.2	3.0 ^b ± 1.2	0.0
	Stroomsnelheid bij basisafvoer (cm/s)	4 ^b ± 1	10 ^a ± 1	5 ^b ± 2	4
	Stroomsnelheid bij piekafvoer (cm/s)	52 ^a ± 5	70 ^a ± 20	117 ^a ± 7	55
	Planten (%)	46.8 ^c ± 2.0	5.7 ^a ± 2.6	29.0 ^b ± 5.6	15.0
	Slibdikte (cm)	11.0 ^b ± 1.3	0.7 ^a ± 0.6	0.1 ^a ± 0.1	5.0
	Breedte (m)	10.7 ^b ± 1.1	3.3 ^a ± 0.7	15.2 ^b ± 3.1	1.0
	Ijzervlokken (%)	0.4 ^a ± 0.4	1.7 ^a ± 1.7	0.0 ^a ± 0.0	15.0
	EGV (mS/m)	66 ^a ± 2	53 ^a ± 4	66 ^a ± 1	44
	NH ₄ (mg N/l)	0.26 ^a ± 0.03	0.23 ^a ± 0.04	0.21 ^a ± 0.04	2.66
	O ₂ (mg/l)	9.0 ^a ± 0.2	10.1 ^a ± 0.5	10.6 ^a ± 0.1	9.7

effect van verbeterde waterkwaliteit op de macrofauna. In 16 van deze trajecten ging de verandering ook gepaard met het verdwijnen van de Posthorenslak (*Planorbis corneus*) en de keversoort Gestrekte watertreder (*Haliplus lineatocollis*), ofwel een verandering van regelmatige verstoring naar stabiel milieu (van groep 2 naar groep 4 in tabel 1). Deze soorten duiden op instabiele milieus: de Posthorenslak kan zowel op land als in het water leven en de Gestrekte watertreder is een goede vlieger. De achteruitgang van deze soorten is waarschijnlijk een gevolg van minder vaak maaien van de watergangen. Op veel plaatsen gebeurt dat nog maar eens per jaar, terwijl watergangen vroeger vaker gemaaid werden.

In de natuurlijke beken waren drie gemeenschappen te onderscheiden: twee met respectievelijk hoge en lage tolerantie tegen zuurstofdalingen en een gemeenschap die beperkt was tot de ijzerrijke terrasrandbeken (fig. 2). In 4 van de 10 onderzochte natuurlijke beektrajecten was in de periode 1987-1994 al sprake van een gemeenschap van soorten met hoge zuurstofbehoefte, in vier andere trajecten (Dambeek, Osink Bemerbeek, Ratumse beek en Stuwbeek) veranderde de gemeenschap van soorten met een relatief lage gevoeligheid naar soorten met een hoge gevoeligheid voor lage zuurstofgehalten. Op twee trajecten bleef de gemeenschap gedomineerd door soorten met een hoge tolerantie tegen lage zuurstofgehalten.

Van de ijzerrijke beken werden vier trajecten geanalyseerd. Sinds 1987-1992 was geen van deze vier trajecten merkbaar van soortensamenstelling veranderd, waarschijnlijk omdat de constant hoge ijzerconcentratie de grootste beperking vormt. Het milieu is hier alleen geschikt voor een aantal specialisten, zoals de waterkever *Hydroporus gyllenhalii*, de naakte kokerjuffer *Plectrocnemia conspersa* en de kriebelmuggen *Simulium noelleri* en *S. cryophilum*.

Tabel 2. Abiotische kenmerken (gemiddelde ± standaardfout van het gemiddelde) van gereguleerde, natuurlijke en ijzerrijke beken. De waarden zijn gebaseerd op een ruimtelijke analyse van 47 monsters uit de periode 2005-2009 (zie Nijboer & Boedeltje, 2010 voor nadere details). Met uitzondering van stroomsnelheid bij piekafvoer zijn alleen milieuvariabelen weergegeven die een significante relatie hadden met de soortensamenstelling. Indien de gemiddelden in dezelfde rij verschillende letters hebben, is sprake van een significant verschil (Turkey-test; $P < 0.05$). Voor terrasrandbeken was maar één monster beschikbaar (Weyenburgse beek). Hout, planten en ijzervlokken zijn visueel geschat als percentage bedekking van het bemonsterde oppervlak.

Veranderingen in zeldzame soorten?

Naast de veranderingen in gemeenschappen is ook onderzocht of het aantal zeldzame soorten in de loop van de tijd is toegenomen. Voor ieder beektraject en tijdstip is vastgesteld hoeveel van de aangetroffen soorten 'vrij zeldzaam' of zeldzamer zijn volgens Nijboer & Verdonschot (2001). Eerder onderzoek toonde aan dat classificatie op basis van zeldzaamheid een goede indruk geeft van natuurlijkheid van wateren en chemische kwaliteit (Nijboer & Verdonschot, 2001). Met behulp van regressie-analyse is per beek getoetst of er sprake was van een significante toe- of afname. Een significante toename was alleen zichtbaar in natuurlijke beken (een binnenlands traject van Osink Bemerbeek, Stuwbeek, Sniijdersveerbeek en Vennevertlosebeek). Daarbij geldt echter wel de kanttekening dat 22 van de 35 beektrajecten niet frequent genoeg zijn bemonsterd om

betrouwbare regressie-analyses uit te voeren.

Vanwege internationale afspraken zijn de grensoverschrijdende beken wel met hoge frequentie bemonsterd. Deze grenstrajecten verschillen in morfologie. Sommige zijn sterk gereguleerd, andere hebben juist een natuurlijk karakter. De regressie-analyse maakte duidelijk dat alleen in de natuurlijke beken (Aastrang, Berkel, Boven Slinge en Osink Bemerbeek) het aantal zeldzame soorten significant is toegenomen sinds 1987 (fig. 3). In smalle natuurlijke beken hebben onder andere de haft *Ephemera danica* en de steenvlieg *Amphinemura standfussi* zich sterk uitgebreid. De Beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) en Rivierbodemwants (*Aphelocheirus aestivalis*) zijn sterk in aantal toegenomen in de brede natuurlijke beken, zoals de grenstrajecten van Aastrang en Berkel. Ander verspreidingsonderzoek bevestigt dit



Foto 3. Kevers van het geslacht *Haliplus*, zoals deze *Haliplus fluviatilis*, zijn kenmerkend voor gereguleerde beken (foto: Bert Klutman).

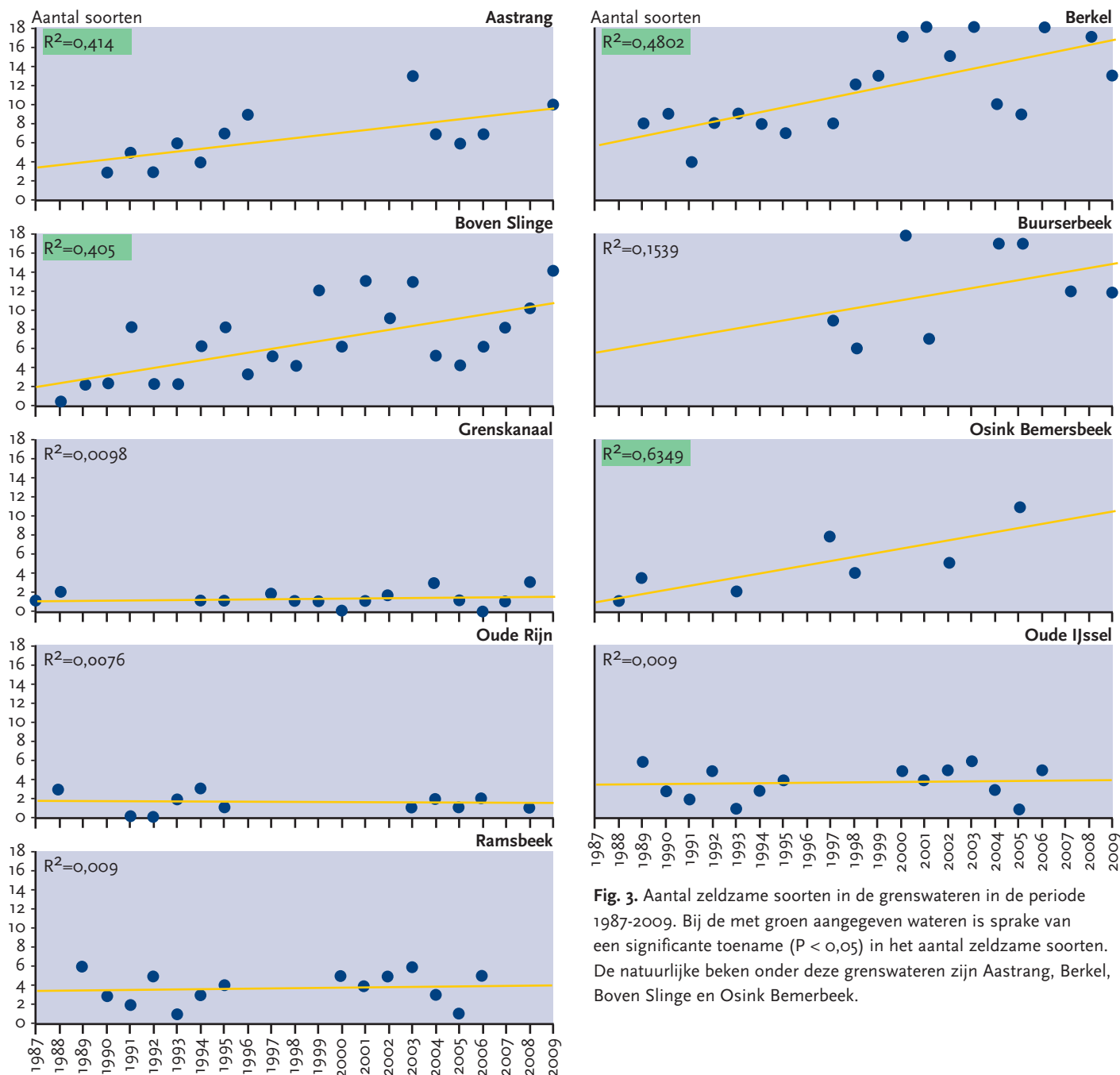


Fig. 3. Aantal zeldzame soorten in de grenswateren in de periode 1987-2009. Bij de met groen aangegeven wateren is sprake van een significante toename ($P < 0,05$) in het aantal zeldzame soorten. De natuurlijke beken onder deze grenswateren zijn Aastrang, Berkel, Boven Slinge en Osink Bemersbeek.

beeld. Schut & de Vos (in prep.) melden bijvoorbeeld een sterke toename van adulte Bosbeekjuffers (*Calopteryx virgo*) langs de Winterswijkse beken. In de geregleerde beken is geen significante verandering opgetreden. Met uitzondering van het Grenskanaal is in alle wateren een significante verbetering van de waterkwaliteit vastgesteld gedurende dezelfde periode. Van Osink Bemersbeek en Ramsbeek waren onvoldoende meetgegevens beschikbaar voor een trendanalyse van waterkwaliteit (Baggelaar & van der Meulen, 2008).

Discussie en conclusies

Sinds 1987 zijn de concentraties nutriënten en organische stof in de beken van Oost-Gelderland sterk gedaald (Baggelaar & van der Meulen, 2008). Deze verbetering van

waterkwaliteit ging gepaard met veranderingen in soortensamenstelling van macrofauna. In de meeste beken domineren nu soorten met een relatief lage tolerantie tegen lage zuurstofgehalten, terwijl eerder vooral soorten met een hoge tolerantie voor lage zuurstofgehalten voorkwamen. Deze trend was in bijna alle onderzochte beken zichtbaar, met uitzondering van de terrasrandbeken met hoge ijzergehalten. Toch verschilde het per type beek welke soorten profiteerden van de verbeterde waterkwaliteit. In natuurlijke beken verschenen meer zeldzame soorten, terwijl in de geregleerde beken (fig. 2) zelfs algemene stromingsminnende soorten, zoals de haft *Baetis vernus* en de Vlokreef (*Gammarus pulex*), niet meer terugkwamen. In plaats daarvan was *Gammarus roeseli* kenmerkend voor schone, geregleerde beken.

De geringe stroming bij basisafvoer is waarschijnlijk nog een belangrijk knelpunt voor stromingsminnende soorten in geregleerde beken. Bij piekafvoeren zijn stroomsnelheden van geregleerde en natuurlijke beken nagenoeg gelijk (tabel 2). Maar bij lage afvoeren gaat de verbreding en verdieping van het beekprofiel opspelen, omdat het water dan nagenoeg stil staat. Daarnaast lijkt ook dood hout belangrijk voor stromingsminnende soorten. Het belang daarvan is echter niet los van stroomsnelheid vast te stellen, omdat juist de natuurlijke beken in Oost-Gelderland vaak door bos lopen en heel extensief geschoond worden. In de geregleerde beken wordt hout stelselmatig verwijderd. Ecologische doelstellingen voor beken zijn vaak gericht op zoveel mogelijk stromingsminnende soorten. Sinds de implementa-



Foto 4. Adult van de gewone haft (*Ephemera vulgata*). Hoewel deze soort niet als indicator naar boven kwam in de clusteranalyse (tabel 1) is het één van de soorten die duidelijk hebben geprofiteerd van de waterkwaliteitsverbeteringen in de gereguleerde beken; de nauwverwante *Ephemera danica* is juist sterk vooruit gegaan in de natuurlijke beken (foto: Douwe Schut).

tie van de Europese Kader Richtlijn Water (KRW) in 2000 zijn deze doelstellingen bovendien niet meer vrijblijvend. De KRW verplicht beheerders om uiterlijk in 2027 ecologische doelstellingen te realiseren, al mogen beheerders zelf die doelstellingen formuleren.

Wanneer de beek blijft stromen bij lage afvoeren, is verbetering van waterkwaliteit de belangrijkste sleutel tot succesvol beekherstel. Dat blijkt duidelijk uit de toename van veel zeldzame soorten in de natuurlijke beken rondom Winterswijk. (Nijboer & Boedeltje, 2010, Schut & de Vos, in prep.). In sterk gereguleerde beken is verbetering van de waterkwaliteit echter onvoldoende om stromingsminnende soorten terug te krijgen. Verhoging van stroomsnelheid, ofwel versmalling van het beekprofiel en vergroting van structuurvariatie (o.a. in de vorm van dood hout) zijn hier de belangrijkste sleutels tot succesvol beekherstel. Waar dat niet mogelijk is, kan de waterbeheerder beter genoeg nemen met soorten van schone vijvers en plassen en geen ambities koesteren voor echte beeksoorten.

Literatuur

- Baggelaar, P.K. & E.C.J. van der Meulen, 2008.** Statistische analyse waterkwaliteit in beheersgebied waterschap Rijn en IJssel. Icastat in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Driessen, A.M.A.J., G.P. van de Ven & H.J. Wasser, 2000.** Gij beken eeuwigvloeiend. Water in de streek van Rijn en IJssel. In samenwerking met Waterschap Rijn en IJssel. Stichting Matrijs, Utrecht.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (red.), 2001.** Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. WEW-Thema-nummer 19, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer/Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R. & G. Boedeltje, 2010.** Evaluatie van 23 jaar macrofauna-monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel. In opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Schut, D. & M. de Vos (in prep.).** Bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*) in de omgeving van Winterswijk. Heeft een zeldzame beeksoort geprofiteerd van herstelmaatregelen?
- STOWA, 1992.** Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor stromende wateren op basis van macrofauna. Rapportnr. 92-07.
- Veer, T. ter, R. Huwaë & K. Baas, 2006.** 25 Jaar Statistiek: zuivering van afvalwater in vogelvlucht. Centraal Bureau voor de Statistiek.

Summary

Changes in stream macro-invertebrate communities due to water quality improvements

The last decades have shown a tremendous decrease of organic and nutrient load in streams in The Netherlands. During the last 23 years, macro invertebrates have been monitored in a consistent manner in most of the streams in the Dutch region Oost-Gelderland. The data allow us to assess the effect of improved water quality on macro invertebrate communities during the last 23 years. This effect strongly depends on the stream type. In highly regulated streams, i.e. canalized, enlarged in profile and barraged, we noticed a shift from species with high tolerance against low oxygen concentrations in the water towards species with a slightly higher oxygen demand. However, the resulting community was still dominated by limnophilic species. Different shifts were noticed in unregulated streams, where stream velocities tend to be higher and morphological variation offers a wide variety of substrates. Here we noticed a clear shift towards species with high oxygen demand. Moreover, the number of rare species (indicative of undisturbed stream environments) also significantly increased in unregulated waters, whereas no increase occurred in regulated waters. These results clearly demonstrate the interaction between water quality and stream morphology and hydrology. Improvement of water quality is not sufficient if stream hydrology and morphology is not restored. On the other hand, natural stream communities are highly susceptible for changes in water quality.

Dankwoord

Wij zijn Annemarie Kramer-Hoenderboom en Matthijs de Vos erg dankbaar voor hun ondersteuning bij de analyses en het vervaardigen van de illustraties.

Dr. J.P.M. Lenssen & A.G.M. Klutman
Waterschap Rijn en IJssel
Postbus 148, 7000 AC Doetinchem
j.lenssen@wrij.nl

Dr. R.C. Nijboer
Rebi Nijboer Aquatische ecologie & Waterbeheer
Stettinstraat 2, 8017 KT Zwolle

Dr. G. Boedeltje
Bureau Daslook
Korte Voren 8, 7241 HR Lochem

Het rapport waarop dit artikel is gebaseerd (Nijboer & Boedeltje, 2010) is te downloaden via de website van beide auteurs: www.bureaudaslook.nl en www.rebinijboer.com.