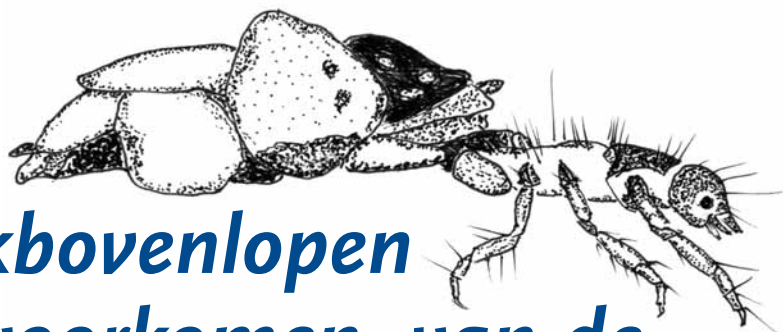


Martin van den Hoorn,
Tjeerd-Harm van den Hoek
& Rebi Nijboer



Afvoerpieken in beekbovenlopen en het voorkomen van de kokerjuffer *Agapetus fuscipes*

Van de meeste beken in Nederland is de natuurkwaliteit de afgelopen eeuw sterk achteruitgegaan. Eén van de oorzaken van deze achteruitgang is de sterk veranderde hydrologie van veel beekdalen. In dit artikel wordt het voorkomen van de in Nederland zeldzame kokerjuffer *Agapetus fuscipes*, een kwetsbaar beekorganisme dat in aantal afneemt, in verband gebracht met het optreden van afvoerpieken in beekbovenlopen.

De enorme toename van drainage en asfaltering in Nederland hebben geleid tot een versnelde afvoer van water naar beeksystemen en een verminderde grondwatervoeiding van deze systemen. Dit kan in droge perioden leiden tot verdroging en in natte perioden tot afvoerpieken. Wanneer een veranderend klimaat in Nederland resulteert in langere perioden zonder neerslag afgewisseld met perioden met een grote hoeveelheid neerslag in korte tijd zullen deze effecten nog verder worden versterkt. Kennis over de relatie tussen de afvoerdynamiek van een beek en de beekfauna is, ook in het kader van de Europese Kader-richtlijn Water, van groot belang voor optimaal beheer en behoud van beekecosystemen.

Afvoerpieken zijn vaak kortdurende, zeer hevige veranderingen in de afvoer en kunnen de milieuomstandigheden tijdelijk of langdurig veranderen. Gedurende een afvoerpiek neemt de stroomsnelheid toe en is er veel substraatbeweging. Beekorganismen hebben gedurende een afvoerpiek een grote kans om met het water te worden meegevoerd of onder een laag substraat te worden bedolven. Naast deze mechanische aspecten van een afvoerpiek kan ook de chemische samenstelling van het water sterk veranderen en is er vaak



Fig. 1 (boven). Larve van *A. fuscipes* (tekening: L.W.G. Higler).

Foto 1. Grindbed in de Oude Beek Noordtak; zowel larven als poppen van *A. fuscipes* zijn volledig afhankelijk van grindbedden (foto: M.W. van den Hoorn).

een invloed op de watertemperatuur. De meeste effecten duren niet veel langer dan de afvoerpiek zelf. De tijdens de afvoerpiek toegenomen substraatsdynamiek kan echter resulteren in een sterk veranderd substraatpatroon, een effect dat ook over een langere periode invloed op de beekfauna kan hebben.

De beekbewoner *Agapetus fuscipes* als indicator

De kokerjuffer *A. fuscipes* (kader 1) is een goede indicatorsoort voor stabiele hydrologische omstandigheden (Nijboer, 2004). De verschillende levensstadia van *A. fuscipes* zijn elk op een andere manier gevoelig voor verstoring door afvoerpieken. Eieren en poppen zijn voornamelijk gevoelig voor

langdurige bedekking met zand. Ook kleine larven zijn kwetsbaar omdat ze een grotere kans hebben om door de stroming te worden meegevoerd. Grotere larven kunnen zich daarentegen beter aan het substraat vasthouden, maar overleven vanwege hun grotere zuurstofverbruik een tijdelijke bedekking met zand minder gemakkelijk. Afvoerpieken zijn niet per definitie desastreus en hun mate van impact hangt mede af van tijdstip, hoogte en frequentie. Om meer inzicht te krijgen in het effect van afvoerpieken op de populatiegrootte van *A. fuscipes* is er in de periode 2002-2004 onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen afvoerregime, substraatstabiliteit en het voorkomen van *Agapetus fuscipes* (Nijboer et al., 2005).

Fig. 2. Vindplaatsen van *A. fuscipes* vanaf 1980 en ligging van de onderzochte beken.

- 1 = Oude Beek Noord en Zuid
2 = Seelbeek
3 = Bunderbosbeek
4 = Strabekervloedgraaf en Platsbeek



Onderzoeksopzet

Om het effect van afvoerpieken op *A. fuscipes* te kunnen vaststellen is de belangrijkste vraag van dit onderzoek hoe vaak en hoeveel de afvoer de basisafvoer mag overschrijden. Hiertoe zijn twee beekreeksen van elk drie beken gekozen waarvan één reeks op de Veluwe en één in Zuid-Limburg (fig. 2). Beide reeksen bestaan uit een beek zonder *A. fuscipes*, een beek met een grote *A. fuscipes* populatie en een beek met een middelgrote *A. fuscipes* populatie (tabel 1). In alle beken is het habitat van *A. fuscipes* in de vorm van grindbedden die bestaan uit aaneengesloten pakketten met grindkorrels > 5 mm aanwezig. Om de afvoerdynamiek te bepalen is in de periode van januari 2002 tot en met februari 2004 elk kwartier de afvoer gemeten. Van maart 2002 tot mei 2003 zijn de beken elke twee weken bezocht. Om de stabiliteit van grindbedden in kaart te brengen zijn tijdens elk bezoek twee grindbedden gekarteerd. Daarnaast is de populatiegrootte gevolgd door van elk gekarteerd grindbed drie monsters te nemen. Vanaf juni 2003 zijn de beken nog vier maal bemonsterd om ook in deze periode globaal de grootte van de populatie te kunnen volgen. Om uitspraken te kunnen doen over de chemische en ecologische kwaliteit van de beken zijn gedurende het onderzoek regelmatig watermonsters geanalyseerd en is twee maal de macrofauna bemonsterd. De ecologische kwaliteit is bepaald met behulp van het in Europees verband ontwikkelde beoordelingssysteem AQEM/ASTERICS (Vlek et al., 2004).

Waterkwaliteit van de beken

Wateranalyses tonen aan dat de waterkwaliteit van alle beken goed is en dat er binnen de twee beekreeksen geen noemenswaardige verschillen in waterkwaliteit bestaan. Wel zijn er tussen de beide regio's duidelijke verschillen in pH, hardheid, EGV en enkele macro-ionen. Deze verschillen hebben te maken met de aanwezigheid van kalk in de ondergrond van de Limburgse beken.

Met uitzondering van de Platsbeek hebben alle onderzochte beken een goede tot hoge ecologische kwaliteit en worden er veel

zeldzame soorten in aangetroffen. De in de Platsbeek gevonden fauna duidt op de aanwezigheid van organische belasting. De Platsbeek is de enige onderzochte beek die nabij een stedelijke omgeving ligt en mogelijk vond er overstort van riool- of regenwater plaats.

Afvoerdynamiek van de beken

De afvoerpieken zijn ten aanzien van intensiteit ingedeeld in zes klassen (kader 2). De drie Limburgse beken waren in het eerste meetjaar duidelijk dynamischer dan in het tweede meetjaar (fig. 3 & 4). In beide meetjaren is de Bunderbosbeek hydrologisch het meest stabiel en heeft de Platsbeek de extreemste pieken. Ten opzichte van de Strabekervloedgraaf hebben zowel de Bunderbosbeek als de Platsbeek een stabielere basisafvoer (de Strabekervloedgraaf scoort duidelijk vaker buiten de klasse van 1-1.5*Q₅₀). Omdat de Platsbeek in de beide meetjaren de meest extreme pieken heeft, wordt deze beek beschouwd als de hydrologisch meest dynamische.

Een met Limburg vergelijkbaar beeld geven de Veluwe beken, waarbij de Seelbeek het meest stabiele systeem is en de Oude Beek Zuidtak het meest dynamische. Ook op de Veluwe zijn de beken in het eerste nattere meetjaar dynamischer.

Substraaddynamiek

Over het algemeen geldt dat de grindbedden langs de oevers weinig stabiel zijn, omdat deze sterk worden beïnvloed door waterstandswisselingen. Deze zones vallen bij een ietwat lagere waterstand droog of er vindt door de afgenomen stroomsnelheid afzetting van andere substraten, zoals zand en detritus, plaats. De invloed van de afvoer op de dynamiek van de grindbedden hangt sterk af van de geomorfologie van de beek en de grootte van de grindkorrels. De grindbedden in de Bunderbosbeek bestaan bijvoorbeeld voornamelijk uit los op het zand liggende grindkorrels en keien, terwijl de grindbedden uit de Strabekervloedgraaf veel meer uit aaneengesloten grindpakketten bestaan. Dit, gecombineerd met een groter verval en een meer V-vormig profiel van de Bunderbosbeek, maakt de grindbedden in de Bunderbosbeek veel gevoeliger voor hydrologische veranderingen dan de grindbedden van de Strabekervloedgraaf. Figuur 5 geeft de gekarteerde grindbedden van de Strabekervloedgraaf en de Bunderbosbeek weer. Van elke

Kader 1.

Agapetus fuscipes, een bewoner van natuurlijke beekbovenlopen

De kokerjuffer *Agapetus fuscipes* CURTIS (fig. 1) komt in Nederland alleen voor in gebieden met natuurlijke, stromende wateren. De soort is in de laatste decennia in verspreiding afgenomen. In figuur 2 is de verspreiding sinds 1980 weergegeven. De soort is indicatief voor ongestoorde omstandigheden, die in Nederland alleen te vinden zijn in beekbovenlopen in natuurgebieden. De soort is zeer gevoelig voor organische vervuiling en kan onder gunstige omstandigheden hoge abundanties bereiken (Nijboer, 2004). Dit, gecombineerd met het gegeven dat *A. fuscipes* in het veld gemakkelijk te vinden en te herken-

nen is, maakt het een zeer geschikt organisme voor studies naar menselijke beïnvloeding. De larven van *A. fuscipes* komen voor op harde, over het algemeen stenige, substraten waar ze leven van detritus en algen. De larven bouwen een huisje van zandkorrels dat bescherming biedt tegen predatie en er voor zorgt dat het dier minder snel wegspoelt bij hogere stroomsnelheden. De larven hebben waarschijnlijk acht stadia (Castro, 1975) en voor elk stadium wordt er een nieuw huisje gemaakt. De soort heeft één generatie per jaar, maar kan mogelijk in meerdere leeftijdsklassen optreden (Iversen, 1976). De poppen bevinden zich vaak vlak bij de oever waar de stroomsnelheid lager is (Wag-

ner, 1987) en zijn meestal te vinden op stenen vlak onder het wateroppervlak (Nielsen, 1942). Een dalend waterniveau kan ertoe leiden dat poppen boven water komen en uitdrogen. Adulten leven waarschijnlijk slechts enkele dagen (Castro, 1975), zijn voornamelijk dagactief (Crichton, 1974) en leven onder kruidige vegetatie op de beekoever (Nielsen, 1942). Ze vliegen niet veel verder dan 500 m en voornamelijk langs de beek (Novák, 1981). De vrouwtjes zetten hun eieren onder water op stenen af. Tijdens het verblijf onder water bevinden de vrouwtjes zich in een soort luchtbel. De eieren worden afgezet in een gelatinieuze substantie en worden beschermd tegen predatie door ze af te dekken met een steentje (Anderson, 1974).

rastercel (10*10 cm) is bepaald hoe vaak in de opnameperiode de betreffende rastercel uit grind bestond. In de figuur is te zien dat de Strabekervloedgraaf, ondanks zijn instabilere hydrologie, stabielere grindbedden heeft dan de Bunderbosbeek. Dit verschijnsel treedt ook op in de Veluwe beken. De hydrologisch stabiele Seelbeek bevat net als de Bunderbosbeek veel minder compacte grindbanken en geringe wijzigingen in de afvoer leiden hier sneller tot een verandering in het substraatpatroon dan bij de hydrologisch minder stabiele Noordtak van de Oude Beek. Er is echter niet alleen een verschil in dynamiek tussen de grindbedden van de verschillende beken, ook per beek bestaan er duidelijke verschillen in dynamiek tussen de twee gekarteerde grindbedden (fig. 5). Er kon binnen de grindbedden geen verband worden aangetoond tussen het aantal *A. fuscipes* en de stabiliteit van de grindbedden (fig. 6). Stabielere delen van de grindbedden bevatten niet meer *A. fuscipes* dan instabilere delen. De soort blijkt mobiel genoeg om binnen het grindbed te migreren naar voor hem op dat moment gunstigere omstandigheden.

Fig. 3. Aantal overschrijdingen van de basisafvoer (Q₅₀) voor de beken in Limburg in 2002.

■ Bunderbosbeek
■ Strabekervloedgraaf
□ Platsbeek

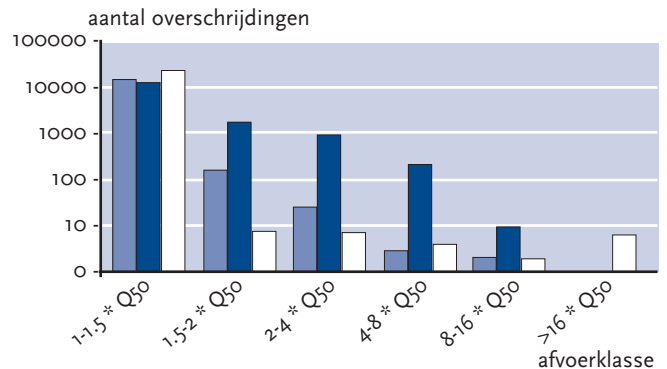


Fig. 4. Aantal overschrijdingen van de basisafvoer (Q₅₀) voor de beken in Limburg in 2003.

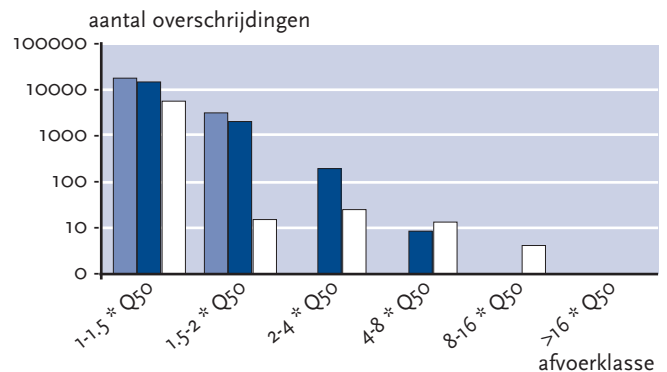


Foto 2. De Oude Beek Noordtak met op de voorgrond een grindbed (foto: M.W. van den Hoorn).



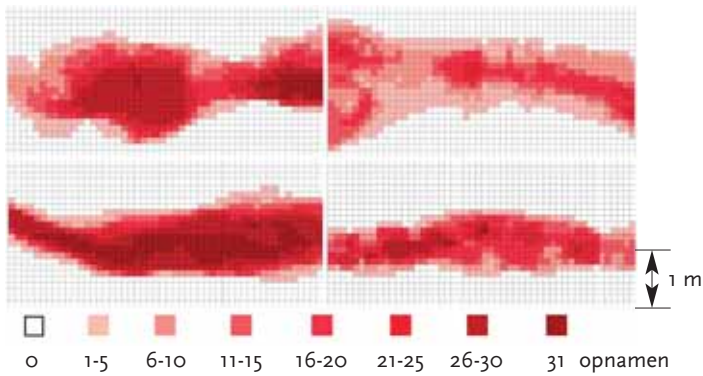


Fig. 5. Frequentie waarmee grind aangetroffen werd in de rastercellen van twee grindbedden in de Strabekervloedgraaf (links) en de Bunderbosbeek (rechts).

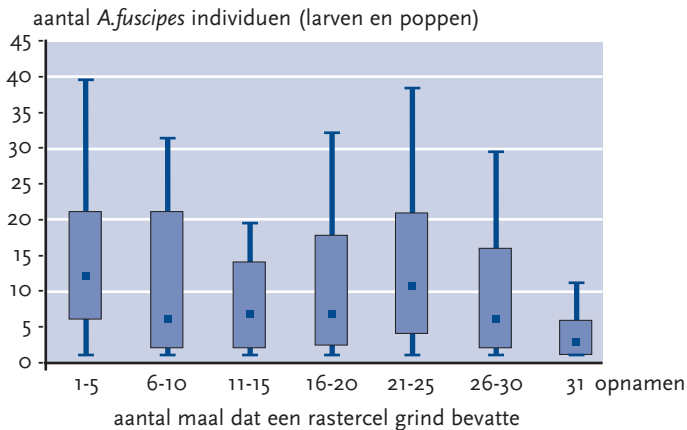


Fig. 6. Aantal *A. fuscipes* individuen uitgezet tegen het aantal maal dat de rastercel grind bevatte. Weergegeven zijn de 10-, 25-, 50-, 75- en 90-percentiel.

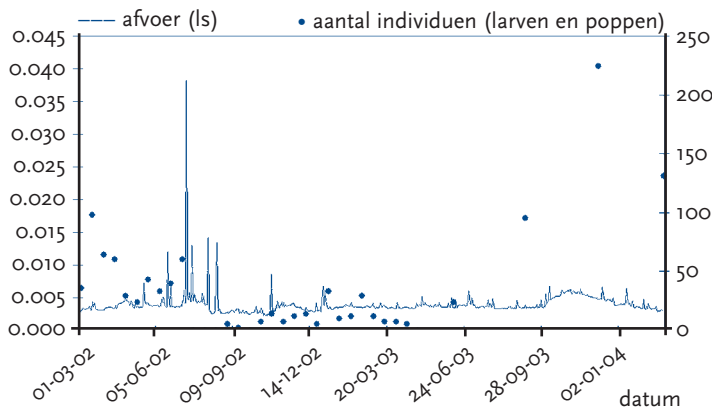


Fig. 7. Afvoerpatroon en populatiegrootte van *A. fuscipes* in de Bunderbosbeek.

Tabel 1. De karakteristieken van de onderzochte beken.

beek	regio	<i>Agapetus</i> -populatie	verval (%)	gemiddelde afvoer (l/s)
Bunderbosbeek	Limburg	groot	10	3,6
Strabekervloedgraaf	Limburg	intermediar	3	3,9
Platsbeek	Limburg	geen	3	7,3
Seelbeek	Veluwe	groot	2,5	4,0
Oude Beek Noordtak	Veluwe	intermediar	0,6	14,8
Oude Beek Zuidtak	Veluwe	geen	0,6	6,0

De relatie tussen afvoerdynamiek en populatiedichtheid

De beken waarin vaker hogere afvoerpieken optreden hebben een kleinere *A. fuscipes* populatie of de soort ontbreekt daarin. In 2003, het drogere en hydrologisch stabielere meetjaar, zijn de populaties, waarschijnlijk door het minder optreden van afvoerpieken, in de meeste beken groter dan in het eerste jaar. Dat afvoerpieken tot een sterke reductie van de populatie kunnen leiden kan geïllustreerd worden aan de hand

van de populatie in de Bunderbosbeek (fig. 7). In deze, over het algemeen hydrologisch heel stabiele beek, is in de zomer van 2002 een extreme afvoerpiek opgetreden die de populatie van *A. fuscipes* flink gedecimeerd heeft. Na deze afvoerpiek is de gehele populatie gedurende een lange tijd klein gebleven en pas na een jaar weer hersteld. Het effect van de afvoerpiek op de *A. fuscipes* populatie lijkt voornamelijk gedurende de afvoerpiek zelf plaats te vinden. Waarschijnlijk spoelen de dieren van

het grindbed af en/of raken begraven onder een laag zand. Verder blijkt het effect van afvoerpieken sterk afhankelijk te zijn van het stadium waarin de meeste exemplaren van de populatie verkeren. Tijdens de extreme afvoerpiek in de Bunderbosbeek bestond een groot deel van de populatie uit poppen en was dus extra kwetsbaar voor bedekking met zand en plotselinge droogval als gevolg van een veranderde beekmorfologie. In de Strabekervloedgraaf trad in dezelfde periode ook een grote afvoerpiek op. Deze had echter weinig invloed op de uiteindelijke populatiedichtheid, omdat een groot deel van de populatie van de Strabekervloedgraaf in het adulte stadium verkeerde. Eiafzetting kort na de piek is waarschijnlijk de reden dat deze piek weinig invloed had op de uiteindelijke populatiedichtheid. Een tweede piek heeft echter wel gezorgd voor een blijvende daling van de populatiedichtheid, dit waarschijnlijk door de kwetsbaarheid van de jonge larven.

Discussie en aanbevelingen voor beleid en beheer

Vooruit uit de afvoerpiek die is opgetreden in de Bunderbosbeek blijkt duidelijk dat afvoerpieken een sterk effect kunnen hebben op de populatiegrootte van *A. fuscipes*. Ook uit de onderlinge vergelijking van de zes onderzochte beken komt dat de hydrologie een belangrijke factor is. De grootste *A. fuscipes* populaties worden gevonden in de Seelbeek en de Bunderbosbeek; deze zijn de hydrologisch meest stabiele systemen. In de hydrologisch meest dynamische systemen, de Oude Beek Zuidtak en de Platsbeek, ontbreekt deze soort. De waterkwaliteit van de onderzochte beken was onderling vergelijkbaar, alleen de mogelijke aanwezigheid van organische belasting van de Platsbeek kan een extra reden zijn voor de afwezigheid van deze soort in deze beek.

De populatiegrootte wordt meer beïnvloed door de fysieke kracht van afvoerpieken dan door de verandering van het habitat. Grindbedden zijn echter stevige structuren die bestand zijn tegen hogere stroomsnelheden dan andere habitats zoals zand, detritus- of bladpakketten. Organismen die aan deze habitats gebonden zijn kunnen, zeker wanneer ze een meerjarige cyclus hebben, mogelijk nog gevoeliger voor afvoerpieken zijn dan grindorganismen. Stabiele grindbedden bevatten geen andere aantallen *A. fuscipes* dan instabiele grindbedden en de beken met de grootste

Foto 3. De Strabekervloedgraaf in Limburg (foto: P.F.M. Verdonschot).



A. fuscipes populaties hebben niet de meest stabiele grindbedden, maar wel de meest stabiele afvoer.

Herstel van *A. fuscipes* populaties na decimering door afvoerpieken vindt grotendeels plaats door rekolonisatie vanuit restpopulaties of door individuen die weer stroomopwaarts migreren.

Wanneer pieken in de zomer optreden is rekolonisatie door eiafzetting van adulten mogelijk. Omdat vooral de jonge larven kwetsbaar zijn, is een langdurige hydrologisch stabiele situatie na de eiafzetting een vereiste. Vanwege de beperkte actieradius van de adulten is een snelle rekolonisatie vanuit naburige populaties vrijwel uitgesloten.

De belangrijkste beheersmatige onderzoeksvraag was hoe vaak en hoeveel de afvoer de basisafvoer mag overschrijden. In het droge tweede meetjaar vonden in de hydrologisch stabiele Bunderbosbeek en Seelbeek geen overschrijdingen van meer dan twee keer de basisafvoer plaats. In het nattere eerste meetjaar kwamen in deze beide beken, afgezien van de extreme piek in de Bunderbosbeek, alleen overschrijdingen tot vier keer de basisafvoer voor. Hiervan bleken de effecten op *A. fuscipes* niet groot te zijn.

Afvoerpieken groter dan vier keer de basis-

afvoer doen de populatiegrootte van *A. fuscipes* zeker afnemen. In de Strabekervloedgraaf is de *A. fuscipes*-populatie klein, ondanks het feit dat de grindbedden heel stabiel zijn. In deze beek treden vaak afvoerpieken op van meer dan vier keer de basis-afvoer, ook nog in het tweede drogere meetjaar. Ook in de Noordtak van de Oude Beek treden in het eerste meetjaar regelmatig

pieken op van meer dan viermaal de basisafvoer. Als de afvoerpieken groter zijn dan acht keer de basisafvoer neemt de populatiedichtheid zeer sterk af. Dergelijke pieken moeten dan ook worden voorkomen.

Het afvoerpatroon van de Bunderbosbeek laat zien dat ook in natuurlijke systemen er incidenteel grote afvoerpieken plaats vinden. Deze incidentele grote afvoerpieken hebben een sterk effect op de populatiegrootte van *A. fuscipes*. Onduidelijk is echter hoe vaak in natuurlijke systemen dergelijk grote afvoerpieken plaatsvinden. Er zijn uit Nederland geen langjarige afvoergegevens van natuurlijke hydrologisch ongestoorde bovenlopen voorhanden. Uit eigen waarnemingen uit Twente, de Veluwe en Limburg blijkt dat grote afvoerpieken in dergelijke systemen eigenlijk alleen plaatsvinden tijdens zeer heftige lokale zomerbuien en waarschijnlijk van nature slechts om de

paar jaar. Wanneer de huidige tendens van het steeds vaker optreden van zeer heftige zomerbuien zich zal doorzetten is dan ook een verdere achteruitgang van *A. fuscipes* te verwachten en gezien zijn betekenis als indicatorsoort ook een verdere verarming van beekecosystemen.

Ook in het licht van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is meer aandacht voor hydrologie noodzakelijk. Om de door de KRW gewenste goede ecologische toestand te behalen moeten de voor dit type beken karakteristieke macrofaunasoorten aanwezig zijn. Een deel van deze soorten zal door het optreden van onnatuurlijke afvoerpieken als gevolg van ingrepen in de natuurlijke hydrologie (drainage, asfaltering, kanalisatie e.d.) al reeds zijn verdwenen of een marginaal bestaan leiden.

Literatuur

Anderson, N.H., 1974. The eggs and ovoposition behaviour of *Agapetus fuscipes* CURTIS (Trich., Glossosomatidae). Entomologist's Mon. Mag. 109: 129-131.

Castro, L.B., 1975. Ökologie und Produktionsbiologie von *Agapetus fuscipes* Cur. Im Breitenbach 1971. Arch. Hydrobiol. Suppl. 45: 305-375.

Crichton, M.I., 1974. The interpretation of light trap catches of Trichoptera from the Rothansted Insect Survey. Proceedings of the First International Symposium on Trichoptera, Lunz am See (Austria), September 16-20: 147-158.

Iversen, T.M., 1976. Life cycle and growth of Trichoptera in a Danish spring. Arch. Hydro-biol. 78 (4): 482-493.

Nielsen, A., 1942. Über die entwicklung und Biologie der Trichopteran mit besonderer Berücksichtigung der Quelltrichopteran Himmerlands. Arch. Hydrobiol. Suppl. 17: 255-631.

Nijboer, R.C., 2004. The ecological requirements of *Agapetus fuscipes* CURTIS (Glossosomatidae), a characteristic species in unimpacted streams. Limnologica 34(3): 213-223.

Kader 2. Hydrologische dynamiek

Om de mate van hydrologische dynamiek van beken te beoordelen zijn de afvoerpieken ingedeeld in klassen die de afwijking ten opzichte van de basisafvoer beschrijven. In dit onderzoek is de mediane afvoer (Q50) beschouwd als de basisafvoer. De volgende klassen zijn gekozen: 1-1.5 * Q50, 1.5-2 * Q50, 2-4 * Q50, 4-8 * Q50, 8-16 * Q50 en >16 * Q50. De mate waarin de gemeten afvoer wordt verdeeld over de klassen geeft een maat voor de hydrologische dynamiek van de beek. Als voorbeeld is in de figuren 3 en 4 de verdeling over deze klassen weergegeven voor de beken in Limburg. De in dit artikel gehanteerde klassengrenzen zijn gebaseerd op kwartierwaarnemingen van de afvoer en kunnen daarom niet worden toegepast op datasets die een ruimer waarnemingsinterval hebben of bestaan uit een gemiddelde van een langere periode (bijvoorbeeld daggemiddelden).

Nijboer, R.C., M.W. van den Hoorn, Tj.H. van den Hoek, R. Wiggers & P.F.M. Verdonshot, 2005. Keylinks: Ecologische processen in sloten en beken II. De relatie tussen afvoerdynamiek, temperatuur en de populatiegroei van *Agapetus fuscipes*. Alterra, Wageningen. Alterrapport 1069.

Novák, K., 1981. Trichoptera distribution pattern differences found by sweeping, beating and light traps at three southern Bohemian sites. Proc. third Internat. Symp. Trichoptera: 281-284.

Vlek, H.E., P.F.M. Verdonshot & R.C. Nijboer, 2004. Towards a multimetric index for the assessment of Dutch streams using benthic macroinvertebrates. Hydrobiologia 516: 173-189.

Wagner, R.H., 1987. Effects of an artificially silted stream bottom on species composition and biomass of Trichoptera in Breitenbach. Proceedings of the Fifth International Symposium on Trichoptera, Lyon, France, 21-26 July 1986: 349-352.

Summary

Discharge peaks and the presence of the caddis fly *Agapetus fuscipes*

The natural hydrological conditions of many areas are changed in the past century. Changed hydrology leads to non permanent situations in streams, often in combination with excessive high peaks of discharge in rainy periods. We investigated the relation between discharge dynamics, substrate stability and population size of the caddis fly *Agapetus fuscipes* CURTIS in six different streams during a period of two years. Discharge was measured every fifteen minutes. During a period of one and a half year the changes of gravel beds were followed. Small discharge peaks of more than twice the median discharge seemed not to occur under natural conditions in common years. Regular occurrence of discharge peaks of more than four times the base flow affected the population size negatively. The effect depended on the stage in the life cycle of the organisms. Discharge peaks of more than eight times the base flow strongly affected the population size and should therefore be avoided.

M.W. van den Hoorn
Alterra Centrum Ecosystemen
Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Martin.vandehoorn@wur.nl

Ing. T.H. van den Hoek
Alterra Centrum Ecosystemen
Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tjeerd-Harm.vandehoek@wur.nl

Dr. R.C. Nijboer
Waterschap Veluwe
Postbus 4142, 7320 AC Apeldoorn
Nijboer.R@Veluwe.nl



buro bakker adviesburo voor ecologie bv



natuurlijke partners

- Mens en Natuur**
Visie- en planvorming
Inrichting, ontwikkeling, beheer
Procesbegeleiding, voorlichting
- Plant en Dier**
Onderzoek flora en fauna
advies natuurwetgeving
- Landschapsecologie**
Vegetatiekarteringen
Monitoring en evaluatie
Ecologisch onderzoek
Effectenonderzoek
- GIS**
GIS-projecten
digitaliseren

www.burobakker.nl



• Ecologisch ONDERZOEK
• Gebieds- en natuur ONTWIKKELING
• Bos- en natuur BEHEER



Staro
Bos- en natuurbeheer

Bel ons voor een vrijblijvend kennismakingsgesprek.

Watermolen 29 • 5421 LJ Gemert
T (0492) 450 161 • F (0492) 450 162
info@starobeheer.nl • www.starobeheer.nl