

Kansen voor de Europese rivierkreeft *Astacus astacus* in Nederland



Kansen voor de Europese rivierkreeft *Astacus astacus* in Nederland

Onderzoek naar geschikte locaties voor (her)kolonisatie in sprengebeeksystemen op de zuidelijke Veluwe

F.J.J. Niewold

Alterra-rapport 851

Alterra, Wageningen, 2003

REFERAAT

F.J.J. Niewold, 2003. *Kansen voor de Europese rivierkreeft *Astacus astacus* in Nederland; Onderzoek naar geschikte locaties voor (her)kolonisatie in sprengebeeksystemen op de zuidelijke Veluwe*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 851. 44 blz. .9 fig.; 3 tab.; .20 ref.

In mei-juni 2003 is onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor (her)kolonisatie van de Europese rivierkreeft, *Astacus astacus*, in sprengebeeksystemen op de zuidelijke Veluwe. Volgens de meest kritische habitateisen waren de meeste van de onderzochte vijvers direct of na eenvoudige aanpassingen geschikt als leefgebied. De noodzaak tot risicospreiding bleek uit de grote mate van toegankelijkheid van deze vijvers met kans op inbreng van uitheemse rivierkreeften en de kwetsbaarheid van de enige nog resterende populatie. Deze populatie lijkt genetisch verarmd en is te gering van omvang voor levering van voldoende aantallen voor de geplande (her)koloniaties. Aanbevolen wordt om autochtoon materiaal veilig te stellen door kweek o.a. in gecontroleerde en geïsoleerde kleinere vijvers. Bij het uitzetten van gemengde populaties van verschillende herkomst met een mogelijk grotere genetische variatie is genetisch onderzoek aan te raden.

Trefwoorden: *Astacus astacus*, Europese rivierkreeft, genetische variatie, habitateisen, (her)kolonisatie, risicospreiding, sprengebeeksystemen, zuidelijke Veluwe.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €13,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 851. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Vraagstelling en kader	13
1.3 Doel	14
2 Gebieden en werkwijze	15
2.1 Keuze van de beeksystemen	15
2.1.1 Isolatie en toegankelijkheid	15
2.1.2 Oorsprong en waterkwaliteit	15
2.1.3 Belangrijke habitateisen	16
2.2 Beoordeling geschiktheid	17
3 Resultaten	19
3.1 De afzonderlijke trajecten	19
3.1.1 Rhederoord	19
3.1.2 Beekhuizense Beek	19
3.1.3 Openluchtmuseum	20
3.1.4 Sint-Jansbeek	21
3.1.5 De Slijpbeek	22
3.1.6 Zuiderbeek	22
3.1.7 Hemelse Berg	23
3.1.8 Gielenbeek	23
3.1.9 Hemelsche Berg Beek	23
3.1.10 Hoge Oorsprong Beek	24
3.1.11 Seelbeek	24
3.1.12 Dunovijver 1	24
3.1.13 Dunovijvers 2	25
3.1.14 Warnsborn	25
3.1.15 Rozendaalse Beek	26
3.2 Waterkwaliteit	30
3.3 Discussie en conclusies	31
3.3.1 Watertemperaturen	31
3.3.2 Betreding	31
3.3.3 De mate van geschiktheid en mogelijke verbeteringen	32
3.3.4 Isolatie binnen beektrajecten	33
3.3.5 Conclusies	33
Foto's	35

4	Overwegingkader herintroducties	37
4.1	Richtlijnen en voorwaarden	37
4.2	Translocatie als beheermaatregel	38
4.3	Translocatie op de Veluwe	39
4.4	Conclusies en aanbevelingen	40
	Literatuur	43



Woord vooraf

In opdracht van het Gelders Landschap en op initiatief van de Projectgroep Rivierkreeft Veluwe is door Alterra onderzoek verricht naar de mogelijkheden en wenselijkheid van (her)kolonisatie van de Europese rivierkreeft *Astacus astacus* in de sprengebeken en –vijvers op de zuidelijke Veluwe (Dieren – Renkum). In dit rapport zijn de bevindingen van dit onderzoek, uitgevoerd in de periode mei-juni 2003, weergegeven.

Binnen de Projectgroep zorgden de medewerkers van de volgende instanties voor ondersteuning van het Actieplan Duurzaam Herstel Rivierkreeft Veluwe: Gelders Landschap (Wim Geraedts), Provincie Gelderland (Theo Dikker), Gemeente Arnhem (Christine Paris), Vereniging Natuurmonumenten (Frank van Belle) en Waterschap Rijn en IJssel (Martin Laarakker).

De gegevens over recente metingen van waterkwaliteitsparameters zijn welwillend ter beschikking gesteld door Bert Klutman en Hilda Weenink van het Waterschap Rijn en IJssel. De beheerders lieten de gekozen sprengebeken zien en verschaften nadere informatie over belangrijk geachte wetenswaardigheden: Ben Oosting (Gelders Landschap), Walter de Wit (Natuurmonumenten), Jeroen Glisseman (Gemeente Arnhem), Geert Klein Middellink (Openluchtmuseum), Martin Laarakker (Waterschap Rijn en IJssel) en Ad Schoutens (Waterschap Vallei en Eem).

Met de inzet en medewerking van al deze personen moet een duurzaam herstel van de sterk bedreigde *Astacus astacus* in ons land tot de mogelijkheden behoren.



Samenvatting

In de periode mei-juni 2003 is onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor (her)kolonisatie van de Europese rivierkreeft, *Astacus astacus*, in de sprengbeken en -vijvers op de zuidelijke Veluwe (Dieren-Renkum). Voor een duurzaam voortbestaan van de Europese rivierkreeft in ons land zullen, naast het consolideren van de nog resterende populatie, nieuwe populaties moeten worden gesticht en de recent uitgestorven kolonies hersteld. Het doel is om binnen vijf jaar op de Veluwe te komen tot minstens vijf levensvatbare (meta)populaties van Nederlandse herkomst.

De keuze voor de onderzochte sprengsystemen is ingegeven door de grote mate van isolatie ter voorkoming van vestiging van Amerikaanse rivierkreeften (*Orconectes limosus*) en roofvissen, de te verwachten goede waterkwaliteit en het feit dat de laatste nog resterende populaties van de inheemse Europese rivierkreeft zich in deze waterenlange tijd konden handhaven.

Naast omvang, diepte, temperatuur en helderheid van de betreffende beektrajecten en -vijvers zijn omgevingsfactoren en de aanwezigheid van vissen, predatoren, water- en oeverplanten en schuilgelegenheden geïnventariseerd. Op basis van de meest kritische habitateisen en ervaringen met referentiepopulaties zijn de mate van geschiktheid en noodzakelijk geachte maatregelen beoordeeld.

De Molenvijvers in het Openluchtmuseum, de beide kleine vijvers van de Gielenbeek, de twee vijvers van de Seelbeek en de Duno 1 vijver bleken geschikt als leefgebied voor de Europese rivierkreeft. Hetzelfde geldt voor de voormalige kreeftenlocaties en enkele nieuwe, gerestaureerde trajecten langs de Rozendaalse Beek en eerder geschikt bevonden vijvers en trajecten binnen de landgoederen van Rozendaal en Warnsborn. In de overige beektrajecten zal eerst nog een aantal maatregelen moeten worden uitgevoerd, die uiteenlopen van controle en wegvangst van de aanwezige visfauna tot groot onderhoud van de sprengkoppen, uitbaggering van verlandde trajecten en verwijdering van blad en zand. Alleen de Slijpbeek (Mariëndaal), de kleine sprengvijvers op de Hoge Oorsprong (Oosterbeek) en de sprengvijver op de Hemelsche Berg (Oosterbeek) zijn voorlopig als ongeschikt beoordeeld vanwege de grote mate van betreding, de aanwezige visfauna en de geringe watertoevoer en omvang.

Naar verwachting zullen de geschikt bevonden vijvers kolonies rivierkreeften kunnen bevatten van acceptabele omvang in termen van duurzaamheid en effect op de omgeving.

De grote mate van toegankelijkheid van de onderzochte sprengbeeksystemen en de navenante risico's voor overbrenging van de kreeftenpest, onderstrepen de noodzaak van de spreiding van kreeftenpopulaties. Bovendien zijn de leefomstandigheden van de enige nog resterende populatie in de Schaatsvijver niet optimaal.

Herkolonisatie is momenteel in grote delen van het sterk versnipperde verspreidingsgebied van de inheemse Europese rivierkreeft zelfs een noodzakelijke beschermingmaatregel geworden om de soort in stand te houden. Er zijn voldoende potentieel geschikte wateren aanwezig om deze methode ook op de zuidelijke Veluwe toe te passen.

Het restbestand van de oorspronkelijke Nederlandse populatie zal door het voorkomen van enkele bottlenecks in het recente verleden genetisch zijn verarmd. Bovendien zal onder de huidige omstandigheden bij het gebruik van deze populatie als bronpopulatie de doelstelling van het project, namelijk vestiging van minstens vijf levensvatbare populaties binnen vijf jaar, niet worden gehaald.

Op korte termijn kan autochtoon materiaal worden veiliggesteld door kleinere, geïsoleerde en goed te controleren kweekvijvers te bevolken met kreeften uit de resterende populatie. Als alternatief kunnen kweekdieren worden ondergebracht bij erkende buitenlandse kwekerijen of kan een eenvoudige eigen kweek worden opgezet. De uiteindelijke (her)koloniseringsmaatregelen kunnen met de op deze manier verkregen kreeften worden uitgevoerd.

Het verdient aanbeveling om naast uitbreiding van de autochtone populatie, andere geschikt bevonden locaties te (her)bevolken met mengpopulaties van een grotere genetische variatie bijvoorbeeld afkomstig van Duitse kwekerijen. Indien mogelijk kan aan deze mengpopulaties nog autochtoon materiaal worden toegevoegd. Nader onderzoek naar de genetische variatie en de verschillen tussen de autochtone en de potentiële bronpopulaties is daarbij gewenst.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De gewone rivierkreeft *Astacus astacus* was tot de tweede helft van de 19de eeuw in Midden- en Noord-Europa een talrijke verschijning in beken, rivieren en meren. Het was een geliefde spijs voor de rijken, die de dieren hielden in speciale vijvers en slotgrachten rond kastelen. In ons land kon de soort worden aangetroffen in het stroomgebied van Maas, Rijn en IJssel en vooral in de beken en riviertjes die daarop uitkwamen (Schot & Verdonshot 1996; fig.1).

Vermoedelijk door import van Amerikaanse rivierkreeften brak rond 1860 een fatale schimmelziekte onder de Europese rivierkreeften uit. Deze dodelijke ziekte verspreide zich geleidelijk over Midden-Europa en later ook over Fennoscandiavië. Gelet op het instorten van het aanbod aan kreeften op de Nederlandse markten en de verspreiding in België, zal de ziekte omstreeks 1890 – 1900, of iets later, ook ons land hebben bereikt. De ziekte is hier echter nooit officieel aangetoond (o.a. geen meldingen van massale sterfte), maar na ca. 1900 is de soort nog slechts sporadisch op enkele plaatsen gesignaleerd.

Pas nadat de oorzaken van de steeds weer massaal optredende sterfte duidelijker werden, trad geleidelijk een licht herstel op, zoals zich dat ook rond 1950 in ons land voordeed. Mede door translocaties vanuit geïsoleerd voorkomende restbestanden (o.a. in de Duitse delen van de Achterhoekse beken) doken de rivierkreeften weer op in verscheidene beeksystemen van het stroomgebied van Maas en IJssel. Na 1950 ging het echter weer bergafwaarts. Waterbeheersactiviteiten in de vorm van de bouw van kunstwerken en normalisatie en kanalisatie van beken, waardoor zowel schuilplaatsen verdwenen als vispredatoren toenamen, en sterke waterverontreinigingen maakten het de kreeften moeilijk om in de meer natuurlijke wateren te overleven (Geelen 1978, Grotenhuis 1985 en 1988).

Ondertussen werden als gevolg van het inzakken van de markt, uitheemse soorten rivierkreeften in Europa ingevoerd. Vooral de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft *Orconectus limosus* breidde zich in Midden-Europa snel uit, terwijl de Amerikaanse rode moeraskreeft *Procambarus clarkii* zuidelijke delen van Europa massaal koloniseerde. Dit had desastreuze gevolgen voor de herstelmogelijkheden van vier van de vijf inheems Europese soorten. De voor Europese rivierkreeften onherroepelijk dodelijke schimmelziekte *Aphanomyces astaci*, wordt namelijk verspreid door de verschillende soorten geïntroduceerde Amerikaans rivierkreeften, die als drager niet direct aan de infectie sterven (Niewold 2002).

Rond 1970 of iets eerder verscheen de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft ook in ons land via de zuidelijke Maas en in het oosten via beken die hun oorsprong hebben in Duitsland. De soort koloniseerde in snel tempo vooral de grote rivieren en wateren en is momenteel in bijna alle grote rivieren en meren, maar ook in kleinere wateren te vinden (Geelen 1978, Timmermans et al. 2003, eigen waarnemingen).

Omstreeks 1985 waren er in ons land alleen nog in twee geïsoleerde sprengbeken met aangekoppelde vijvers vier kolonies van *Astacus astacus* aanwezig (Geelen 1978, Grotenhuis 1985 en 1988, Niewold & van der Molen 1998).

- 1) De Rozendaalse Beek: een kolonie in de vijvers en beek van Park Rozendaal, een kolonie in het beektraject bij de Ringallee op de grens van Rozendaal en Velp met zandvang, aangekoppelde, particuliere vijvers met parallel stroompje, en een kolonie verspreid in de beek te Velp (Boulevard) met vijvers;
- 2) De Schaatsvijver op het landgoed Warnsborn.

Sinds het uitbreken van de kreeftenpest wordt *Astacus astacus* nog wel in zijn gehele verspreidingsgebied aangetroffen maar zeer versnipperd, alleen in geïsoleerde wateren met betrekkelijk geringe aantallen, zoals bovenlopen van beken, plassen en vijvers. De soort wordt in veel landen mede in stand gehouden door geregelde herbevolking van geïsoleerde, nieuwe wateren en wateren met verloren gegane populaties. In Fennoscandinavië gebeurt dit overal op commerciële basis. In een aantal Oost-Europese landen, zoals Estland, Litouwen, Wit-Rusland, Tsjechië en een klein deel van Polen zijn nog populaties te vinden in hun natuurlijke leefgebieden. Ondanks groeiende aandacht voor herstelmogelijkheden, brokkelen ook daar de populaties voortdurend verder af. Het grootste gevaar komt van het opdringen van de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, die tevens de kreeftenpest met zich meebrengt (o.a. diverse publicaties in Keller et al. 1999 en Crayfish News 2001).

De grootste inheemse zoetwater macrovertebraat is nu sterk bedreigd en is volgens de Natuurbeschermingswet (nu Flora & Faunawet) in ons land een beschermde soort. Daarnaast staat de Europese rivierkreeft op de Europese rode lijst van de IUCN als “kwetsbaar” te boek. Bovendien wordt de soort voor de EU Habitatrictlijn als annex V en de Conventie van Bern als appendix III aangemerkt.



*Figuur 1. Vondsten van de rivierkreeft *Astacus astacus* tot ca. 1960 (overgenomen uit Verdonschot et al. 1996)*

1.2 Vraagstelling en kader

In ons land waren in 2000 nog drie kolonies aanwezig. Deze van elkaar gescheiden, oorspronkelijke populaties zijn kwetsbaar gebleken als gevolg van periodiek noodzakelijk geachte rigoureuze onderhoudswerkzaamheden, externe bedreigingen door het optreden van watervervuiling en het voorkomen van vispredatoren (Niewold & van der Molen 1998, Niewold 2000).

Na veiligstelling en verbetering van de leefgebieden van de aanwezige kernpopulaties is binnen de “Overleggroep Rivierkreeft” begin 2001 besloten om geschikt geachte, geïsoleerde wateren te (her)bevolken door middel van translocatie. Dit zou bijdragen aan de noodzakelijk geachte risicospreiding voor de soort. Toen in 2001 vermoedelijk als gevolg van de kreeftenpest, de zich herstellende kolonies langs de Rozendaalse Beek uitstierven, werd de noodzaak voor de geplande risicospreiding nog eens onderstreept (Niewold 2002).

Met de daadwerkelijke translocatie van kreeften vanuit de nog bestaande bronpopulatie te Warnsborn naar de voormalige en geschikt bevonden

kreeftenvijvers op de landgoederen van Rozendaal en Warnsborn is in 2001 al gestart (Niewold 2002 en 2003).

Kleine, geïsoleerde populaties worden vooral door demografische en in mindere mate door genetische stochasticiteit in hun voortbestaan bedreigd. In voorbereiding op de herintroductie is een modelmatige haalbaarheidsstudie, die kritische vestigingsfactoren onderzoekt, naar de draagkracht en minimale omvang van een levensvatbare populatie uitgevoerd. De activiteiten zijn inmiddels ondergebracht in het "Actieplan voor een duurzaam herstel van de Rivierkreeft op de Veluwe", als onderdeel van het provinciale project "Veluwe 2010", waarvan Het Gelders Landschap de trekker is. Naast de al gestarte activiteiten zal het actieplan een overzicht moeten geven van de mogelijkheid als leefgebied, actueel en potentieel, voor de Europese rivierkreeft van in eerste instantie de sterk geïsoleerde sprengbeken en -vijvers op de Zuidelijke Veluwe. Tevens zal de wenselijkheid en mogelijkheid per beektraject voor een eventuele (her)introductie van de rivierkreeft worden onderzocht. Daarnaast zal in dit onderzoek per gebiedsdeel ook aangegeven worden, welke verbeteringen en voorzieningen tot een meer geschikt leefgebied voor kreeften kunnen leiden.

1.3 Doel

Gestreefd wordt om, naast het consolideren van de nog resterende populatie, nieuwe populaties te ontwikkelen en de recent uitgestorven populaties te herstellen door (her)kolonisatie. Hiertoe zal een actieplan worden opgesteld. Het doel is om binnen vijf jaar op de Veluwe te komen tot minstens vijf levensvatbare (meta)populaties van Nederlandse herkomst.



2 Gebieden en werkwijze

2.1 Keuze van de beeksystemen

2.1.1 Isolatie en toegankelijkheid

De belangrijkste reden voor de keuze van de sprengbeeksystemen op de Zuid- en Oost-Veluwe is het persistente voorkomen van de rivierkreeft juist in twee van deze systemen. Dit heeft te maken met de sterke isolatie van deze natuurlijke en semi-natuurlijke wateren door de aanwezigheid van vele kunstwerken en molens en later door de aanleg van parken. Vele stuwen, cascaden, opgeleide beektrajecten, goten en watervallen markeren nu het beekverloop als gevolg van de grote hoogteverschillen. De wateren zijn daardoor onbereikbaar voor roofvissen en de Amerikaanse rivierkreeften.

Een nadeel van deze sprengbeken en -vijvers is de algemene toegankelijkheid voor recreanten, met dikwijls langs het water openbare paden. Deze vrije toegankelijkheid was ook één van de redenen om aan risicospreiding te doen. Alleen het Park Rozendaal en het Openluchtmuseum zijn beperkt toegankelijk. De oevers worden tevens betreden door honden (uitlaten), spelende kinderen en hengelaars. Vooral bij deze laatste activiteit bestaat het risico van overbrenging van de kreeftenpest (Niewold 2002).

2.1.2 Oorsprong en waterkwaliteit

De onderzochte beeksystemen hebben hun oorsprong in natuurlijke kwelzones gelegen op de rand van de stuwwal Doorwerth-Arnhem-Dieren van het Veluwe massief. In de Middeleeuwen zijn aanvullend sprengen gegraven om ten behoeve van aandrijving van molens het waterdebiet op te voeren. Later werden deze beken opgenomen in landgoederen en zijn ter verfraaiing kunstwerken en vijvers aangelegd. Het water afkomstig uit de sprengen en bronnen komt van watervoerende pakketten gelegen boven verschillende slecht doorlatende lagen op geringe diepte: zogenaamde schijngrondwaterpakketten. (Schot & Verdonschot 1996). Het is nog onduidelijk hoe lang dit water in deze pakketten verblijft alvorens de sprengen te bereiken.

Daarnaast stroomt neerslagwater direct in de beeksystemen, vooral vanaf wegen, paden en aangrenzende vijvers. In een aantal beken (o.a. Seelbeek) wordt dit zoveel mogelijk voorkomen, maar bij grote neerslaghoeveelheden kunnen de langere beken enigszins in waterniveau stijgen. Dit is vooral het geval in de Rozendaalse Beek, die door de bebouwde kom stroomt met afwatering vanaf huizen (dakgoten) en tuinen. Bij het bereiken van de meer open gelegen vlakke gronden richting uiterwaarden komt tevens water van de aangrenzende landbouwgronden het systeem binnen. Parallel op de grens van steile en vlakke gronden loopt overal een vrij drukke weg met rioleringsysteem en op veel plaatsen nog een aan de beek gekoppelde overstort.

Bovendien komt het gootwater hier soms rechtstreeks in de beek (o.a. Slijpbeek-Amsterdamse weg). In het vlakke traject zijn in de afvoerende beken en sloten ook weinig barrières naar de Rijn en IJssel, waardoor het gevaar van bewoning door de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft aanwezig is. Deze rivierkreeft is in talrijke uiterwaarden en ook in beken in Arnhem al gesignaleerd. Om deze redenen is alleen het beeksysteem gelegen boven deze wegen (Zutphense straatweg, Amsterdamse weg, Benedendorpsweg en Fonteinallee) bij dit onderzoek in beschouwing genomen.

2.1.3 Belangrijke habitateisen

Rivierkreeften blijken lang niet zo gevoelig te zijn voor de trofiegraad van water als aanvankelijk wel werd gedacht. Ook eutrofe wateren worden bevolkt (o.a. Bohl et al. 2001). Het is nog onduidelijk in hoeverre milieuverontreinigende stoffen een negatief effect hebben. Plotseling sterke verontreiniging met bijvoorbeeld afvalstoffen, meststoffen of gifstoffen kan echter catastrofaal zijn, mede door een tekort aan zuurstof (Schot & Verdonschot 1996). De meer recente gegevens over de waterkwaliteit van de verschillende sprengbeken zijn ter beschikking gesteld door de Waterschappen.

De watertemperatuur is een belangrijke parameter, vooral in relatie tot de diepte van het water. Dit geldt vooral voor de sprengbeken en -vijvers die over het algemeen geen grote diepgang hebben (maximaal 1.0-1.5 m). In de winter mag de waterkolom niet tot en met de bodem bevroren en in de zomermaanden is de groei van eieren en jonge kreeften afhankelijk van een bepaalde temperatuursom en de heersende temperatuur. In principe zullen de sprengbeken met vijvers door de voortdurende aanvoer van relatief warm kwelwater en veel blad en slib op de bodem niet zo snel tot en met de bodem bevroren. De kritische zomertemperatuur ligt ongeveer beneden 12 °C. Ook bij plotseling sterke temperatuurschommelingen en temperaturen boven 24 °C krijgen de kreeften het moeilijk vanwege versnelde stofwisseling, zuurstofgebrek en vervellingsproblemen (Schot & Verdonschot 1996, Bohl et al. 2001).

Door de constante aanvoer van koel kwelwater en beschaduwde ligging in bossen zullen de zomertemperaturen niet snel te hoog oplopen. Alleen de sprengkoppen en kleine vijvers, die vlak na de sprengen zijn gelegen blijven te koel. Daarnaast kan het water van grote open, ondiepe vijvers ver van sprengen gelegen zomers flink opwarmen.

De belangrijkste parameter bij het voorkomen van rivierkreeften is de wisselwerking tussen de aanwezigheid van veilige schuilplaatsen en roofvissen. Kreeften zijn nachtactief en overdag zoeken zij schuilplaatsen op in eigen gegraven holletjes in de bodem van oevers (klei en leem), tussen stenen en boomwortels, onder en achter andere harde substraten zoals dood hout en beschoeiingen en tussen water- en oeverplanten. Rivierkreeften worden door een groot aantal andere dieren gegeten (Schot & Verdonschot 1996). De belangrijkste belagers zijn de roofvissen, waaronder naast snoek en baars (jonge kreeften), paling de belangrijkste is. Daarnaast komen ook nog bruine rat, muskusrat en reiger als predator in beeld. Bij aanwezigheid van



vele goede schuilgelegenheden worden meer roofvijanden getolereerd en andersom. Omdat palingen in de meeste schuilplaatsen kunnen binnendringen, kan het voorkomen van deze roofvis voor kreeften desastreus zijn, zoals in Park Rozendaal en de Rozendaalse Beek recent kon worden waargenomen (Niewold & van der Molen 1998).

De voedselsituatie lijkt minder kritisch. Kreeften zijn alleseters en eten voornamelijk algen. Daarnaast kunnen ze ook leven van dode (blad) en levende plantendelen en van kleine dierlijke waterorganismen (Bohl et al. 2001).

2.2 Beoordeling geschiktheid

Tijdens veldbezoeken in de periode mei-juni 2003 zijn de door barrières, zoals watervallen, cascaden, valputjes en stenen goten, gescheiden beektrajecten met vijvers afzonderlijk beoordeeld. Omdat de kreeften vooral voorkwamen in de aangekoppelde vijvers, maar niet uitsluitend, lag het accent op beoordeling van deze wateren. Tevens zijn de mogelijkheden tot verbetering aangegeven.

Op grond van de beschreven habitateisen, leefomstandigheden en ervaring, waarbij de wateren waar in 1985 nog kreeften voorkwamen als referenties dienden, zijn de volgende parameters geïnventariseerd (zie Niewold & van der Molen 1998):

- Watertoevoer en -afvoer (kans op verdroging)
- Onderhoud en beheer
- Omgeving (o.a. schaduw, open)
- Toegankelijkheid en betreding oevers
- Omvang van door kunstwerken gescheiden eenheden
- Aanwezige kunstwerken (barrières)
- Visfauna, aanwezigheid gewervelden en predatoren
- Water- en oeverplanten
- Helderheid water, waterdiepte en stroomsnelheid
- Watertemperatuur
- Aanwezige beschoeiingen
- Mogelijkheden voor schuilplaatsen zoals: steile oevers, bewortelde oevers en harde substraten
- Bodemgesteldheid (blad- en sliblaag)

De belangrijkste parameters zijn uiteindelijk beoordeeld in de categorieën goed-matig-slecht en in tabelvorm weergegeven. Bij deze beoordeling is aanvankelijk getoetst aan het ideale plaatje van een speciale kreeftenvijver, zoals beschreven in Bohl et al. (2001). In de praktijk bleek echter al spoedig dat dit te hoog gegrepen was. De Schaatsvijver te Warnsborn met de nog resterende kreeftenkolonie, leek een betere referentie.

Indien een aanzienlijk deel (de helft) van de oeverlengte bestaat uit geschikte steile, onderspoelde of bewortelde oevers, bijna de helft van de bodem bedekt is door waterplanten, slechts hier en daar sprake is van blad of sliblaag, er geen betrede oevers zijn en slechts weinig “onschuldige” vissen (zoals stekelbaars en blankvoorn) aanwezig zijn, dan is dit als goed (+) beoordeeld. Wanneer slechts enkele geschikte

oeverplekken, veel ondoordringbare beschoeiingen, geen of slechts enkele water- of oeverplanten, een dikke blad/sliblaag over bijna de gehele bodem, karpers en snoeken en duidelijk sporen van betreding aanwezig zijn, dan is dit als slecht (-) beoordeeld. Het eindoordeel over een bepaald traject hangt samen met de beoordeling van de meest kritische factoren en hun onderlinge compensatie: watertemperatuur, schuilplaatsen, visfauna, predatoren, blad- en sliblaag en daadwerkelijke betreding van de oevers.

Aanvullende informatie over het beheer, watertoevoer, betreding en het voorkomen van verschillende diersoorten is door de beheerders verstrekt.



3 Resultaten

3.1 De afzonderlijke trajecten

De bevindingen zijn samengevat per gebiedseenheid in de tabellen 1 en 2.

3.1.1 Rhederoord

Dit korte sprengsysteem van ca. 350 m lengte voert weinig water en er is geen afvoer. Het water zijgt vermoedelijk bij de laatste vijvers de bodem in. Het systeem ligt te midden van de weide met hoog opgaande boompartijen voor het kasteel Rhederoord. Natuurmonumenten beheert dit terrein.

De kleine spreng met korte beek loopt naar de eerste vijver, die aan de weide grenst. Daar is een pomp die grondwater oppompt, waarmee door de beheerder geregeld het water in deze vijver wordt aangevuld. De vijver voert af via een klein, traag stromend beekje met enkele kleine stuwschotten. Dit beekje stroomt over ca. 75 m door de weide en daarna door een hoogopgaand bos. De weide wordt extensief begraasd door runderen, die toegang hebben tot een groot deel van de vijver en een oever van de beek. Deze oevers worden behoorlijk ingetrapt. Door de weide loopt een wandelpad dat vooral door hondenbezitters wordt gebruikt.

Dit eerste traject lijkt geschikt voor kreeften, mits de oevers worden vrijgesteld van begrazing. Tevens is de bladlaag/sliblaag wel erg dik en deze zal moeten worden verwijderd.

Het volgende traject voert weinig water en bestaat uit twee vijvers met verbindend stroompje en cascaden van grote stenen. Het is gelegen in een afgesloten boompartij en is minder geschikt voor kreeften.

3.1.2 Beekhuizense Beek

De Beekhuizense Beek is tot aan de Zutphense straatweg ruim 2 km lang en bijna geheel in het bos gelegen. De vrij snel stromende beek loopt tot aan de eerste oude molenplaats in een diep en hier en daar vrij breed, oud erosiedal. Natuurmonumenten is de eigenaar en voert tevens het beheer uit, dat bestaat uit het jaarlijks verwijderen van blad, vooral uit de sprengkoppen.

De hoog gelegen gekromde spreng voert water naar een eerste sprengvijver. Vanaf deze vijver loopt de traag stromende, enkele cm's diepe, nog kleine beek door een meer open gelegen lange zandvangvijver, die behoorlijk is verzand. Na een hoge waterval stroomt de dan meer opgeleide beek met smalle bedding en dieper water via een kort beektraject met veel ruigtekruiden op de oever in de Hotelvijver. Hier ligt op een soort kade een voormalig restaurant, dat nu is bewoond. Het water wordt

aangevuld uit een brongebied, wat duidelijk te zien is aan de afvoerende beek, die breder is en sneller stroomt. In de vijver bevindt zich een paartje tamme ganzen.

Het volgende traject stroomt door een kwelzone (greppels) met sprengkoppen. De kwelbeek komt uit in een grote vijver, samen met een deel van de beek. De rest van de beek loopt langs deze vijver en komt weer samen met de uit de vijver afvoerende beek.

Na een voormalige molenplaats met hoge waterval voert de beek door particuliere tuinen, waaraan enkele kleine vijvertjes zijn gekoppeld. Er is voor de volgende molenplaats met hoge waterval nog een hoog, open en opgeleid beektraject.

De Beekhuizense Beek is door Verdonschot et al. (1996) uitvoerig onderzocht. Zij hebben veel gegevens over allerlei kenmerken, waaronder flora en fauna verzameld. Op grond hiervan geven zij in principe een positief oordeel over een mogelijke introductie van de rivierkreeft. Het zijn vooral de twee grote vijvers, die hierbij van betekenis kunnen zijn, maar ook delen van de beek lijken bewoonbaar voor rivierkreeften. In 1980 is de grote vijver opgeschoond, waarbij een grote hoeveelheid vis is aangetroffen (brasem, grote paling, snoek, karper en zeelt). Alleen de brasems zijn teruggezet. In de hotelvijver zijn zeker blankvoorns aanwezig. Het visbestand in de vijvers moet eerst nog eens nader worden onderzocht en eventueel weggevangen, terwijl in de hotelvijver de beide ganzen beter kunnen worden verwijderd. Tussen beide vijvers liggen in het verbindende beektraject van ca. 600 m geen barrières, die een uitwisseling zou belemmeren.

3.1.3 Openluchtmuseum

Het onderhoud van de sprengen en andere wateren wordt in eigen beheer uitgevoerd, terwijl de gronden in erfpacht van de gemeente Arnhem zijn. Bij dit onderhoud wordt nu en dan blad verwijderd.

De twee sprengen in het Openluchtmuseum voeren de laatste jaren, na een opknappbeurt in de jaren tachtig van de vorige eeuw, steeds minder water. De nieuw bekleide afvoersloot in de grote wei voert als gevolg daarvan nauwelijks water. Het is aan te raden om de sprengen weer op te schonen, waardoor mogelijk ook de watervoering verbetert. De zomertemperatuur van de beide vijvers zal mogelijk voor kreeften aan de koele kant zijn.

De beide Molenvijvers met de watermolen er tussen, lijken geschikt voor kreeften. Het water wordt in de bovenste vijver kunstmatig met een pomp op peil gehouden, maar er is ook een kleine moerasachtige kwelzone. Vooral de onderste vijver bevat veel blad, dat opgeschoond kan worden. De afvoer van water wordt geregeld via een lange buis naar de grote Recreatievijver.

Het slotensysteem rond de boerderijen lijkt eveneens geschikt. De bodem bestaat uit een kunststof bekleding afgedekt met zand en stenen en het water wordt nu en dan met pompwater (brandslang) op peil gehouden. De sloten zijn sterk begroeid met water- en oeverplanten, terwijl er veel vis (waarschijnlijk blankvoorn) en amfibieën in



leven. De visfauna zal nog eens nader moeten worden onderzocht. Voor lekkages in de bodem moet worden opgepast.

Door de beperkte toegankelijkheid is betreding van oevers niet aan de orde en is er nauwelijks gevaar voor introductie van vreemde organismen.

3.1.4 Sint-Jansbeek

Dit sprengbeekstelsel van de parken Zijpendaal en Sonsbeek te Arnhem van bijna 2 km lengte is als zodanig nauwelijks te herkennen door de vele aangekoppelde grote vijvers. Enkele jaren geleden heeft het geheel een vrij drastische opknappbeurt ondergaan, waarbij sprengkoppen zijn geschoond, vijvers zijn gebaggerd en opnieuw beschoeid (o.a. structuurmatten) en vis is verwijderd. De beek en vijvers worden gevoed door verschillende sprengen en moerasachtige kwelzones, aangevuld met regenwater dat vanaf paden via gootjes in de vijvers belandt. Het park en de oeverzones zijn bijna overal toegankelijk en op een aantal plaatsen is betreding van oevers populair als het gaat om honden te laten zwemmen en het waterwild te voeren. De vijvers zijn verbonden met elkaar door kunstwerken (watervallen, cascaden, goten, een weg, etc.) en valputjes met brede duikers.

Overal is waterwild aanwezig, zoals meerkoet, waterhoen, wilde eend en mandarijn eend, maar vooral in de grote vijvers stroomafwaarts van de Parkweg wordt de wilde fauna aangevuld met ganzen, zwanen en soepeenden in vrij grote getale. Deze vogels broeden er vooral op de beide vrij grote eilanden in de grootste vijvers. Het water wordt bevolkt door veel grote karpers, snoeken en blankvoorns en zelfs een roodwangschildpad. In de kleinere geïsoleerde vijvers leven driedoornstekelbaarzen.

In principe lijken er overal mogelijkheden voor kreeften, maar de visfauna en grote aantallen watervogels zijn beperkende factoren. Daarnaast bestaat in een dergelijk groot park het risico dat de mensen allerlei diersoorten aanslepen, zoals vissen, schildpadden en mogelijk kreeften.

Het meest geschikt lijken de beide Spiegelvijvers met aangekoppelde sloot en sprengbeek met moeras in park Zijpendaal. Deze vijvers zijn wat rustiger gelegen met minder waterwild. Hoewel de onderste vijver bijna geheel met houten planken is beschoeid, kunnen de kreeften er op veel plaatsen onder of tussen kruipen. Er zijn enkele velden met sterrekroos aanwezig. De hierin uitmondende en behoorlijk watervoerende sprengbeek, die door een elzenbroekbos en moeras loopt, biedt eveneens mogelijkheden. De zomertemperatuur is hier aan de koele kant. De bovenste vijver heeft goede mogelijkheden voor schuilplaatsen. Voor beide vijvers, gescheiden door een 25 m breed open pad met gazon, geldt dat de vispopulaties in beginsel zullen moeten worden weggevangen (veel karper en snoek). De onderste vijver is in het begin aan het verlanden en daar zullen periodiek delen van moeten worden uitgebaggerd. Dit laatste geldt ook voor de kleine zandvangvijver in de aangekoppelde sprengbeek.

Mogelijkheden zijn er ook nog in de Kasteelvijver van Zijpendaal en de Koude Vijvers van Sonsbeek. De Kasteelvijver dient bij de uitmonding van de sprengbeek

periodiek in etappes te worden uitgebaggerd, terwijl hier ook de visfauna zal moeten worden beperkt. De Koude Vijvers verslibben met blad en dienen opgeschoond te worden, terwijl de druk bezochte zwemplaats voor honden risico's oplevert.

3.1.5 De Slijpbeek

Deze sprengbeek met een lengte tot de Amsterdamse weg van ca. 1 km, is gelegen op het landgoed Mariëndaal in Oosterbeek op de grens met Arnhem. Het park met beek en vijvers wordt druk bezocht voor het uitlaten van honden. De sprengkop voert via een smalle beek water aan naar een eerste, vrij diepe en koele vijver. De oever van een deel van deze vijver is opgetrokken uit gemetselde stenen en vormt er een kade. Hier laten veel hondenbezitters hun dieren zwemmen. In een volgend beektraject met een kwelzone komt vlak voor de duiker onder de spoorbaan via een valputje een snel stromend zijbeekje uit. Dit 30-50 cm brede en 5-18 cm diepe stroompje loopt 150 m stroomopwaarts in een smalle, steile bedding door bos. In dit deel van het stroompje lijken geschikte schuilplaatsen voor kreeften aanwezig. Er komt hier een kunststofpijp in het stroompje uit, waarschijnlijk afkomstig van een putje in de vloer van een open chemicaliënopslag van het laboratorium, dat gevestigd is in het Huis van Mariëndaal.

Na het spoor loopt de beek door een tweetal vijvers tot de duiker met rooster en valput onder de Amsterdamse weg. De eerste vijver is geheel beschoeid met houten planken, maar kreeften zouden er onder kunnen kruipen. De tweede vijver met het volgende beektraject (2 m breed) is meer geschikt. Een oever grenst aan een drassig grasland met kwel. Hier zijn 's zomers echter dikwijls kinderen aan het spelen. Vanwege de recreatieve drukte langs dit beektraject ligt hier in eerste instantie geen prioriteit voor uitzetting van kreeften.

3.1.6 Zuiderbeek

Dit vrij korte beektraject van ca. 250 m tot Benedendorpsweg, ontspringt in een afgerasterde moerassige vallei van 1/3 ha gelegen temidden van villa's en wegen in Oosterbeek. De vijver met kleine spreng is alleen overdag toegankelijk en het omringende terrein wordt beheerd door het IVN Renkum, als een soort heemtuin. De vijver lijkt geschikt als kreeftenvijver, maar dan zal de aanwezige dikke sliblaag kleinschalig verwijderd dienen te worden. Hier werd een bruine rat gezien, maar er waren verder geen sporen van een talrijke kolonie.

Het smalle ca. 50-75 cm brede beekje stroomt vervolgens met valputjes langs een straat en door een aantal tuinen met aangekoppelde vijvers. De beek mondt uit met een watervalletje in een grotere tweede vijver op het eind langs de Benedendorpsweg. In deze vrij ondiepe vijver, die ook deels verlandt door de groei van veel oeverplanten, zoals gele lis, lisdodde en liesgras, wordt nu en dan gevist. In elk geval is een school blankvoorn aanwezig, terwijl langs de oevers betreding is te zien (honden zwemmen?). De vijver is potentieel geschikt, maar is wel erg toegankelijk en zal opgeschoond dienen te worden. Mogelijk dat het gazon rondom kan worden



verkleind, waardoor oevers kunnen verruigen met opslag van hout. Vervolgens stroomt het water in een stenen goot naar de duiker met valputjes onder de weg. Een smalle betonnen goot voert het beekje naar de beek in de Rosandapolder in de uiterwaarden.

3.1.7 Hemelse Berg

Hier ligt boven de Gielenbeek een aparte sprengkop met grote vijver. De sprengkop staat droog en de vijver voert nauwelijks water af in een goot en valletje naar een moerasje. Vermoedelijk is het waterpeil afhankelijk van een kleine hoeveelheid kwelwater.

Het water in de vijver is zeer troebel door de aanwezigheid van veel grote goudkarpers. De hele vijver is beschoeid met houten planken. Een klein eilandje is beschoeid met oude paaltjes. Er zijn speciale wateropgangen gemaakt voor bootjes. Vermoedelijk wordt er door kinderen in het water gespeeld en wordt er gevist. De vijver is in zijn huidige hoedanigheid ongeschikt voor kreeften.

3.1.8 Gielenbeek

Dit korte beektraject van ca. 250 m lengte in het hellingbos gelegen nabij de Hemelsche Berg te Oosterbeek, wordt gevoed door een spreng met enkele kwelzones. Direct na de spreng stroomt het water door twee vijvers met koel, helder water, die via een 5 m lange stenen goot en val met elkaar zijn verbonden. Deze vijvers lijken zeer geschikt, vooral door de aanwezigheid van veel waterplanten, zoals waterpest. Er is op enkele plaatsen betreding van de oeverzone via de paden (zwemmen van honden). Op enkele plekken treedt verlanding op en hier is periodiek kleinschalig schonen aan de orde. De koele zomertemperatuur van het water kan vooral in de bovenste vijver een probleem zijn, maar lijkt juist voldoende voor ontwikkeling van jonge kreeften.

Vervolgens stroomt de ca. 2 m brede beek met veel stuwtdjes en hoge waterval naar de eindvijver langs de Benedendorpsweg. Deze vijver met vissteiger is als visvijver in gebruik door een visvereniging. In elk geval is het water troebel en zijn veel karpers naast waarschijnlijk andere vissoorten aanwezig. Via een stenen goot, vallen en roosters verdwijnt de beek in een duiker met lange buis naar de Rosandapolder. Deze vijver is in zijn huidige staat ongeschikt.

3.1.9 Hemelsche Berg Beek

Vanaf de bovenste spreng wordt deze beek met vijvers van ca. 800 m lengte onderweg nog gevoed door twee andere sprengen, die met korte beek aan de hoofdbeek zijn gekoppeld. Het systeem voert redelijk water, stroomt vrij snel en bezit veel stuwtdjes en zandvangen en stroomt door een hoog opgaand bos. De bovenste sprengvijver had een zomertemperatuur (begin juni) van 11°C en lijkt

daarmee te koud. Dit geldt mogelijk ook voor de direct daarna volgende en overigens geschikt lijkende vijver 1 met een zomertemperatuur van 12-13°C. In de volgende eveneens geschikt geachte vijver 2 is de temperatuur al beter. De beek stroomt daarna in een grotere rechthoekige vijver, die grenst aan grasland, dat extensief wordt beheerd. Op enkele meters onder deze vijver en gescheiden door een 5 m brede wal begroeid met bomen, ligt parallel een tweede even grote vijver. De bovenste vijver voert water af via een goot en cascade naar de onderste vijver, vlakbij de afvoer met hoge waterval van 4 m naar het laatste traject van de beek. Vermoedelijk wordt de onderste vijver ook nog gevoed door kwelwater.

Beide vijvers lijken zeer geschikt voor kreeften, maar worden door vermoedelijk vrij veel vis bevolkt. Bovendien verlanden de instroomplaatsen. Periodiek zullen de zandvangen en de verlandende delen van de vijvers moeten worden geschoond, terwijl in de eerste sprengvijvers het blad periodiek verwijderd dient te worden. De ca. 1-1,5 m brede afvoerende beek loopt door het open grasland over ca. 75 m naar de Benedendorpsweg. Ook dit deel van de beek lijkt geschikt voor kreeften.

3.1.10 Hoge Oorsprong Beek

Dit korte beekcomplex met vijvers ligt gescheiden door een weg op korte afstand van de beide grote vijvers van de Hemelsche Berg te midden van extensief beheerde graslanden. Een deel van de vijver/beek is omringd door bomen. Dit kleine watersysteem lijkt in twee delen te zijn opgedeeld en ontvangt zijn water uit een sprengvijver en een kwelzone. Een klein en kort beekje (20 cm breed) voert het water af naar een kleine buis onder de weg naar de afvoerende beek van de Hemelsche Berg vlakbij de Benedendorpsweg. Het systeem is klein van omvang en voert (te) weinig water, waardoor er 's zomers problemen ontstaan. Er zijn plannen voor herstel en een verandering van de loop van het systeem. Dit beeksysteem is daarom niet opgenomen in de beoordeling.

3.1.11 Seelbeek

Dit watersysteem ontspringt in Heveadorp in een kwelzone gelegen in elzenbroekbos. Hierin zijn greppels gegraven, die twee vijvers voorzien van water. Deze vrij koel blijvende vijvers zijn via een 15 m lange cascade met val met elkaar verbonden en zijn in hun huidige staat geschikt voor kreeften. De kleine ca 50-100 cm brede beek loopt vervolgens in en diep dal door bos grenzend aan tuinen verder naar de uiterwaarden (totaal bijna 1 km lang). Deze beek lijkt minder geschikt.

3.1.12 Dunovijver 1

Deze sprengvijver ligt onder aan de voet van het Veluwemassief pal langs een weg: de Fonteinallée. Het is de meest oostelijke en geïsoleerde spreng van een serie langs



deze weg. Het water stroomt rechtstreeks af via twee smalle oude ijzeren buizen onder de weg met hoge val in de uiterwaard.

De koele vijver lijkt in zijn huidige staat zeer geschikt met veel elzen langs de oevers. Een aanwezige zonnebaars getuigt echter van zeer gemakkelijke toegankelijkheid.

Er bestaan plannen om het water via een buis naar het volgende sprengbeekstelsel langs de weg af te voeren.

3.1.13 Dunovijvers 2

Pal langs de bovenzijde van de Fonteinallée op de grens van Veluwe massief en uiterwaard loopt een rechtgetrokken, traag stromende beek over ca 1 km in een 1-2 m brede en steile bedding. De beek stroomt door een zestal vijvers met al dan niet werkende sprengen. Na de kleine laatste vijver wordt de betrekkelijk geringe hoeveelheid water via een stuwte en val in een smalle buis onder de weg geleid. Het water valt hier via een steile helling met stenen enkele meters naar beneden in een modderige sloot, die naar de slotgrachten van kasteel Doorwerth voert.

Het gehele systeem met vijvers lijkt in principe geschikt voor kreeften, maar de bodems worden bedekt met een dikke bladlaag. Daarnaast wordt het water hier en daar door vergane houten schotjes licht gestuwd, maar getuigt het lage waterniveau halverwege de beek, functioneren zij momenteel onvoldoende. In de heldere kleinere vijvers zijn snoeken aanwezig (tot 30 cm) en de grootste, meest geschikte vijver is troebel vanwege de vele vissen (o.a. blankvoorn). Het is onduidelijk of er ook wordt gehengeld.

Hoewel jaarlijks vanaf de oever langs de weg blad wordt verwijderd, moeten vooral de kleinere vijvers drastischer, ook vanaf de andere oever, worden geschoond. Verder zullen de vissen in de grote vijver dienen te worden weggevangen, inclusief de snoeken in de andere vijvers. Hoewel de Fonteinallée voor doorgaand autoverkeer is gesloten en betreding van de oevers nauwelijks aan de orde lijkt, zal het systeem voor inbreng van gebiedsvreemde organismen gevoelig blijven.

3.1.14 Warnsborn

Het is opmerkelijk dat de Schaatsvijver, die de laatste nog resterende populatie van de rivierkreeft in ons land herbergt, als kreeftenvijver in de beoordeling er helemaal niet zo goed uitziet. De op basis van tellingen gebaseerde schattingen van het aantal kreeften geeft ook geen hoge dichtheden aan, maar een toch wel in totaal redelijk aantal van 750-1000 stuks (Niewold 2003). Volgens waarnemingen van Sjeff van de Molen zou de situatie in de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw beter zijn geweest. Het waterniveau was hoger, er stonden elzen langs de oever met veel schuilplaatsen tussen de wortels en er groeiden nog waterplanten. De dikke blad- en slijblaag, weinig schuilplaatsen, troebel water en mogelijke opwarming in de zomer van het ondiepe water vormen nu niet bepaald een ideaal beeld voor een florerende kreeftenpopulatie. Daarnaast is ruime toegankelijkheid en betreding ook nog aan de orde en is de watertoevoer gering en zijgt het water er de bodem in. Tijdens de afgelopen droge

zomer moest een al aanwezige pomp er voor zorgen dat de vijver niet geheel droog kwam te staan. Traditie, isolatie, de afwezigheid van vissen en het voorkomen van weinig andere predatoren vormen de basis voor het voortbestaan van deze populatie.

Na recente vangst van het grootste deel van de visfauna, zijn er goede kansen in de andere vijvers met beek, gelegen achter het hotel Warnsborn. In 2002 is een begin gemaakt met herkolonisatie door overzetting van 16 kreeften uit de Schaatsvijver naar de grootste en laatste vijver 3 van dit beeksysteem (Niewold 2003).

3.1.15 Rozendaalse Beek

In het Park Rozendaal zijn in de vijvers na de visbemonsteringen, de vispopulaties zich weer aan het herstellen. Er worden vooral veel baarzen en ook snoek aangetroffen (Niewold 2003). De slaagkans van een herintroductie zijn daardoor gering, hoewel de overige omstandigheden wel gunstig lijken. Bovendien wordt er nog gehengeld door leden van een visvereniging. De geïsoleerde en gerestaureerde, kleinere Bosvijver biedt nog de beste mogelijkheden (Niewold & van de Molen 1998).

In Rozendaal en Velp is de beek in 1996-1998 drastisch gerestaureerd, waarbij grote delen zijn drooggelegd. Na deze ingreep leken de twee resterende kolonies kreeften zich te herstellen, tot het optreden van de fatale complete sterfte in 2001. Een test met een gekooide kreeft gaf geen aanwijzingen voor het nog aanwezig zijn van de kreeftenpest (Niewold 2002).

De gebieden waar zich in 2000 nog kreeften ophielden zijn bij de beoordeling nog steeds geschikt bevonden. Alleen de zandvang bij de Ringallee is voor een deel verzand, waardoor de daar aanwezige dakpannen onder het zand zijn verdwenen. Er zijn plannen om nog deze zomer het zand te verwijderen (Waterschap). De potentiële leefgebieden zijn hier van beperkte omvang, getuige ook de omvang van de populaties die er aanwezig waren (Niewold 2000).

De Vijver van Sjeff is nog steeds potentieel geschikt, evenals een aantal voorvers in het park Velp en de beek langs Boulevard. Er is in het park een hengelverbod, waardoor de betreding is verminderd. Het blijft een risicovolle plaats voor inbreng van vreemde organismen en vissen.

De loop van de beek met een particuliere vijver na de grote vijvers in het park, zijn bij de restauratie sterk verbeterd. Dit traject wordt nu ook van een grotere watertoevoer voorzien. Potentieel liggen hier eveneens goede mogelijkheden, maar het traject blijft benedenstrooms liggen van risicovolle grote vrij toegankelijke vijverpartijen.



Tabel 1 (2 delen). Gegevens van de belangrijkste habitatparameters voor de Europese rivierkreeft van de onderzochte sprengbeektrajecten op de Veluwe. In de laatste kolom is de beoordeling vermeld en zijn de knelpunten aangegeven

Sprengbeek	Opp m ²	Diep cm	Temp °C	Oevers	Schuilplaats	Slib/blad	Betreding
1. Rhederoord							
Vijver 1	1000	100	goed	wortels/steil	geen	0-20 cm	koeien/deel
Beekje	2 -50	20-40	goed	ingetrapt	geen	0-10	koeien/helft
Vijvers bos	1600	40-100	goed	schuin/blad/steil	cascade	5-20	geen
2. Beekhuizen							
Vijver 1	300	20-40	koel?	schuin/onderspoeld	dood hout	5-10	weinig
Vijver 2	175	0-5	goed	wortels/verzanding	voldoende	5cm slib	weinig
Vijver 3	1000	>100	17	wortels/steil	veel	blad/goed	bewoners
Vijver 4	8000	150	20.5	steil/wortels/moeras	goed/stenen	0 -10	weinig/hond?
3. Openluchtmuseum							
Sprengvijver 1	150	20-40	koel	onderspoeld	redelijk	20 blad	geen
Sprengvijver 2	40	20-30	koel/bron	steil	redelijk	20-30 cm	geen
Molenvijver bov	2000	125	?	steil/moeras	redelijk	0-5 blad	geen
Molenvijver ond	700	100	koel	redelijk	redelijk	10-20/bl	geen
Sloten	4x125	100	opwarm	oeverplant	stenen	weinig	geen
Recreatievijver	3000	150	?	asfalt	asfalt	weinig	veel
4. Sint-Jansbeek							
Kasteelvijver	2000	0-150	?	steil/besch/matten	stenen/matig	verzend/deel	hond
Spiegelvijver bov	2800	100	19,5	onderspoeld	redelijk	iets blad	hond
Spiegelvijver ond	11250	10-150	18-19	besch/steil	redelijk	deel/blad	weinig
Vijver Moeras	150	20-30	14-15	besch/ondersp.	stenen/matig	slib	hond
Grote Vijver	20000	0-150	20-21	mat/ondersp/wortel	stenen/redelijk	0-10/blad	veel
Tussenvijver	2000	75	20-21	besch/moeras/els	stenen/redelijk	iets blad	nauwelijks
Paviljoenvijver	10000	10-150	19-20	besch/els/boom	stenen/redelijk	deel blad	matig
Molenbeek	8x125	30	21	besch/wortel/ruigte	matig	iets slib	geen
Beek Na Molens	225x14	10-50	22-23	flauw/ruigte	matig	slib	kade bij weg
Koude Vijvers	2500	10-50	15-15.5	flauw/besch	gering	veel blad	hond/officieel
Karpervijver	2500	30-60	24	besch	gering	troebel	vis
5. Slijpbeek							
Vijver 1	875	100	12-13	besch/stenen/flauw	matig	deel blad	ingetrapt/hond
Vijver 2	750	50-75	15	besch	matig	iets blad/slib	hond/visser
Vijver 3+Beek	400	50-75	15,5	vrij/moeras/wortel	voldoende	iets blad/zand	veel/intrap
6. Zuiderbeek							
Vijver Zomp	400	10-40	12.5-15	vrij/ruig/oeverpl	goed	dikke sliblaag	geen
Vijver 2	800	25-50	19	vrij/oeverpl/wortels	goed	sliblaag	hond/vis
7. Hemelse Berg							
Vijver	2000	50-100	19.5	besch/kunststof	gering		spel/vis
8. Gielenbeek							
Vijvers 1+2	900	75-100	13-15.5	steil/wortels	goed	blad/zand	deel/honden
Visvijver	3000	150	19	besch/kapot	matig	veel blad	veel/vis
9. Hemelsche Berg							
Vijver 1	500	25-40	12.5-13	wortels/steil	goed	bladlaag	nauwelijks
Vijver 2	400	20-40	14-16	wortels/flauw	goed	iets blad	nauwelijks
Vijvers 3+4	4000	20-150	16-18	steil/wortels	goed	deel verzand	nauwelijks
11. Seelbeek							
Twee vijvers	1500	150	13-16	steil/wortels	veel/goed	dood hout	geen
12. Duno Vijver 1							
Vijver	500	100	13-16.5	steil/wortel/ondersp	veel/goed	iets blad/slib	nauwelijks
13. Duno Vijvers 2							
Vijver vis	1250	100	18,5	steil/els/stenen	goed	deel blad	enkele plek
Vijvers 5 ex.	1850	15-40	17.5	ondersp/blad/ruigte	redelijk	dikke bladlaag	nauwelijks
Referenties							
14. Warnsborn							
Schaatsvijver	11250	20-100	22-24	flauw/kort steil/wo	matig	bld/sliblaag	deel/hond
Vijver 1	500	10-100	19	flauw/ondersp	matig	blad/slib	nauwelijks
Beek	300x3	40-75	18-20.5	ondersp/wortels	goed	deel blad	nauwelijks
Vijver 2	1000	10-40	20.5	riet/besch/sheets	gering	slib	nauwelijks
Vijver 3	4000	20-100	20.5	steil/wortel/ruigte	goed	blad	deel/weinig
15. Rozendaalse Beek							
Bosvijver	1000	20-100	?	flauw tot steil	redelijk		geen
Ringallee Vijver	150	5-60	20.5-21.5	besch/ondersp	goed	verzend	geen
Ringallee Zandvang	1200	0-160	20	besch/els/dakpan	Weinig/verzend	verzend	zwemmen
Vijver Sjeff	150	20-160	20-21	dakpannen	goed	sliblaag	geen
Beek.vijver Velp	350	10-50	20.5	dakpan/besch	goed	stenen	geen

Vervolg tabel 1

Sprengebeek	Waterplanten	Vis	Gewerveld	Schadu	Omgeving	Beoordeling/knelpunt
1. Rhederoord						
Vijver 1	sterrekroos	geen	waterv/reiger	half	gras/bos	potentieel/blad/koe
Beekje	waterv/etc.veel	geen	idem	geen	gras	potentieel/koe
Vijvers bos	iets kroos	geen	eend	rondom	bomen	matig/blad
2. Beekhuizen						
Vijver 1	geen	stekelb/veel	eend	veel	bos/dal	ongeschikt/koel
Vijver 2	veel/oeverplant	stekelb	?	half	bomen/ruigte	ondiep/slib/zand
Vijver 3	geen	stekelb/bl.v	waterv./gans	rondom	bos/rhodo.	goed/bewoning?
Vijver 4	weinig/oeverpl.	?	kikk/slang	rondom	bos/rhodo	goed
3. Openluchtm.						
Sprengevijver 1	kroos	geen	geen	geheel	bomen	waterhoudend?
Sprengevijver 2	geen	geen	geen	geheel	bomen	waterh?/koel
Molenvijver bov	liesgras/iets	1 karper	eend	rondom	bomen/hoog	goed
Molenvijver ben	kroos	geen	eend	rondom	bomen/rhodo	goed/blad
Sloten	veel/variatie	bl.v/karper	waterv./amf.	geen	ruigten	goed/vis
Recreatievijver	geen	karper/veel	waterv/veel	geen	gazon	ongeschikt
4. Sint-Jansbeek						
Kasteelvijver	oeverpl/weinig	karper/veel	waterv	gering	gazon/kasteel	potentieel/vis/blad
Spiegelvijver bov	sterrekroos	karper/veel	waterv.	rondom	bomen/gras	potentieel/vis/hond
Spiegelvijver on	sterrekroos	karper/snoek	waterv	deel	bomen/struik	potentieel/vis/blad
Vijver Moeras	deel	geen	eend	half	rhodo/moeras	goed+beken
Grote vijver	weinig/sterrekr.	karper/snoek	waterv/veel	deel	bomen/gazon	potentieel/vis/waterv
Tussenvijver	geen	karper/baars	waterv	half	els/boom/gaz.	potentieel/vis
Paviljoenvijver	sterrekroos	karper/stekelb	waterv/veel	deel	bomen/gazon	potentieel/vis/waterv
Molenbeek	weinig/oeverpl	niet gezien?	eend	weinig	ruigte/wilg	matig geschikt
Beek na molens	geen/algen	niet gezien	waterv	geen	ruigte/gras	ongeschikt/temp/slib
Koude Vijvers	geen	stekelb	koet/eend	geheel	bos	ongeschikt/blad/hond
Karpervijver	lelie	karper/veel vis	geen	weinig	pad/gazon	ongeschikt/vis/kwal
5. Slijpbeek						
Vijver 1	geen	geen	geen	geheel	bos	matig/blad
Vijver 2	geen	stekelb/3xkarper	geen	deel	bomen/gras	matig
Vijver 3+beek	oeverpl	geen	eend	veel	bomen/moeras	potentieel/betreding
6. Zuiderbeek						
Vijver Zomp	veel	geen	bruine rat	weinig	tuin/oeverpl	potentieel/slib
Vijver 2	veel/oeverpl	blankvoorn	waterv/kikk.	weinig	gazon/boom	potentieel/vis/betred
7. Hemelse Berg						
Vijver Karper	geen	veel karper	eend	helpt	bos/gazon	ongeschikt/vis/besch
8. Gielenbeek						
Vijvers 1+2	veel/watervpest	geen	eend	rondom	bos	potentieel/blad/zand
Vijver Vis	geen	veel/karper	eend	half	bomen/gazon	potentieel/vis/blad
9. Hemelsche Berg						
Vijver 1	sterrekroos	stekelbaars	geen	veel	bos/pad	potentieel/blad/temp?
Vijver 2	sterrekroos	stekelbaars	eend	rondom	bos	redelijk/koel
Vijvers 3+4	oeverpl/deel	karper/bl.voorn	eend/koet/rei	rondom	bomen/gras	potentieel/vis/slib
11. Seelbeek						
Twee vijvers	sterrekroos	stekelb/bl.voorn	eend	geheel	bos	geschikt/koel
12. Duno 1						
Vijver	sterrekroos	zonnebaars	eend/kikk	helpt	bos/wegberm	geschikt/vis?
13. Duno 2						
Vijver Vis	veel/oeverpl	bl.voorn/snoek?	eend	helpt	bos/weg	potentieel/vis
Vijver 5 ex.	sterrekroos	snoek	eend	veel	bos/weg	potentieel/vis/blad
Referenties						
14. Warnsborn						
Schaatsvijver	veel oeverplant	stekelb.	waterv/amf.	helpt	bos/wei	matig/blad/slib
Vijver 1	watervpest	geen	mandarijn	helpt	boom/ruigte	potentieel/blad/slib
Beek	veel watervpest	?	eend	deel	boom/wei/ruig	geschikt
Vijver 2	veel riet	?	waterv	gering	wei/gazon	niet geschikt/slib
Vijver 3	lelie/lis	stekelb	eend	helpt	bos/rhodo	geschikt/blad
15. Rozendaalse Beek						
Bosvijver	veel/watervpest	stekelb.	eend/kikker	deel	gras/ruig/rhodo	geschikt
Ringallee Vijver	veel/watervpest	stekelb/snoek	kikker	deel	tuin/ruigte	geschikt
Ringallee Zandvang	weinig/oeverpl	bl.voorn/snoek?	eend/amf	weinig	tuin	matig
Vijver Sjef	vele soorten	bescherm soorten	eend/kikker	geen	tuin	geschikt
Beek/vijver Velp	Waterv/sterrek r.	bl.voorn?		helpt	tuin	Geschikt/vis?



Tabel 2. Beoordeling van de belangrijkste habitatparameters van de Europese rivierkreeft voor de onderzochte sprengbeeksystemen op de Veluwe (3.1). In de laatste kolom zijn in het kort de knelpunten aangegeven. () = potentieel, + = goed, ± = matig - = slecht

Sprengebeek	Temp	Oever	Schuilplaats	Plant	Vis/vogel	Slib/blad	Betreding	Oordeel	Knelpunten
1. Rhederoord									
Vijver/beek 1	+	±	±	+	+	±	-	(+)	koeien/blad
Vijvers bos	+	±	±	-	+	±	+	±	
2. Beekhuizen									
Vijver 1	±	±	±	-	+	-	±	-	watertoevoer
Vijver 2	+	±	±	+	+	-	+	-	verzand
Vijver 3	+	+	+	-	+	+	+	(+)	vis
Vijver 4	+	+	+	-	+	+	±	(+)	vis
3. Openluchtmuseum									
sprengen	±	±	±	-	+	±	+	±	schonen
molvijvers	+	+	+	-	+	+	+	(+)	blad
sloten	+	+	+	+	±	+	+	(+)	vis
4. Sint Jansbeek									
Kasteelvijver	+	±	±	-	-	±	±	(±)	vis/blad
Spiegelvijvers/spre	+	±	+	±	±	±	±	(+)	vis/slib
Grote vijver	+	±	±	-	-	+	-	(±)	vis/waterw
Tussenvijver	+	±	±	-	-	+	±	(±)	vis
Paviljoenvijver	±	±	±	±	-	±	±	(±)	vis/blad/waterw
Molenbeek	±	±	±	±	±	±	+	(±)	slib
Beek na molens	-	±	±	-	±	±	±	-	temp?
Koude vijvers	+	±	±	-	+	-	-	(±)	blad/hond
Karpervijver	-	-	?	±	-	+	-	-	vis/temp
5. Slijpbeek									
Vijver 1	±	±	±	-	+	±	-	(±)	blad/hond/temp?
Vijvers 2	+	±	±	-	+	+	-	(±)	betreding
Vijver 3+beek	+	±	+	+	+	+	-	(+)	betreding
6. Zuiderbeek									
Vijver Zomp	+	±	+	+	+	-	+	(+)	slib
Vijver 2	+	±	+	+	±	-	-	(±)	slib/betreding
7. Hemelse Berg									
Vijver karper	+	-	-	-	-	+	±	-	vis/betreding
8. Gielenbeek									
Vijvers 1+2	±	+	+	+	+	±	±	(+)	blad/zand
Visvijver	+	±	±	-	-	±	-	(±)	vis/blad
8. Hemelsche Berg									
Vijver 1	-	+	+	±	+	±	+	(+)	blad/temp?
Vijver 2	±	+	+	±	+	+	+	+	
Vijvers 3+4	+	+	+	±	-	±	±	(+)	vis/slib
9. Seelbeek									
Twee vijvers	±	+	+	+	+	+	+	+	
10. Duno 1									
Vijver	+	+	+	+	+	+	+	+	vis?
11. Duno 2									
Vijver vis	+	+	+	+	-	+	±	(+)	vis
Vijvers vijf	+	±	±	±	-	-	±	(±)	blad/vis
Referenties									
12. Warnsborn									
Schaatsvijver	±	±	±	+	±	-	±	(±)	Blad/slib
Vijver 1	+	±	±	±	+	±	+	(±)	blad
Beek	+	+	+	+	+	+	+	+	blad
Vijver 2	±	-	±	±	+	-	+	-	slib
Vijver 3	+	+	+	±	+	+	±	+	
15. Rozendaalse Beek									
Bosvijver	+	±	±	+	+	+	+	+	
Ringallee vijver	+	±	+	+	+	±	+	+	zand
Ringallee zandvang	+	-	±	-	±	±	±	(±)	zand/vis
Vijver Sjef	+	+	+	+	±	+	+	+	
Beek/vijver Velp	+	+	+	+	±	+	+	+	vis?

3.2 Waterkwaliteit

De concentraties van chemische stoffen in de sprengbeken lagen ruimschoots binnen de gemeten waarden in wateren met nog goede kreeftenpopulaties (tabel 3). Dit gold tevens voor een aantal milieuverontreinigende stoffen, voor zover hieraan metingen zijn verricht.

Op een enkele plaats grensden de onderzochte beeksystemen aan graslanden, maar deze worden nu extensief beheerd. Dat geldt ook voor de gazons in de parken. De inspoeling van meststoffen was daardoor gering. Er zijn bij de metingen enkele uitschieters voor bijvoorbeeld het chloride-gehalte in de Rozendaalse Beek en dit gehalte en het zuurstofgehalte in de vijver van Kasteel Zijpendaal. De oorzaak daarvan is niet duidelijk, maar heeft mogelijk te maken met inspoeling tijdens regenbuien.

Deze bevindingen kwamen overeen met die van Verdonschot et al. (1996) voor de Rozendaalse Beek en Beekhuizense Beek. Inmiddels is de situatie voor de Rozendaalse Beek verbeterd door opschoning, restauratie en afkoppeling van overstorten. Dit is onlangs ook gebeurd bij de Sint Jansbeek in Arnhem, terwijl bij de Seelbeek een opvangvijver voor overstort en straatwater is aangelegd. Er bestaan plannen om ook voor de andere beken overstortsystemen en instroming van straatwater te beperken (A. Schoutens, Waterschap).

Waterniveau's kunnen plaatselijk bij zware regenval nog wel snel stijgen, maar eventuele problemen voor de kreeften zal dit niet met zich meebrengen. Opdroging van sprengkoppen, bijvoorbeeld na jaren met weinig regen, is niet overal geheel uit te sluiten, vooral bij toch al matige debieten. Goed onderhoud van de sprengkoppen en het voorkomen van wegzijgen van water in bodems is geboden. Pompen zorgen in droge tijden voor voldoende watertoevoer bij de Schaatsvijver te Warnsborn, de sprengbeek op Rhederoord en de waterpartijen in het Openluchtmuseum.



Tabel 3. Waarden van verschillende waterkwaliteitsparameters, zoals recent gemeten op enkele plaatsen in een aantal sprengbeken op de Veluwe. Tevens zijn de waarden aangegeven, die in de literatuur in aanwezigheid van kreeftenpopulaties zijn gemeten. Data volgens opgaven van het Waterschap Rijn en IJssel

Meetpunt	Zomer temp °C	pH	EGV ms/cm	Zuurstof mg/l	Calcium mg/l	Ijzer mg/l	Chloridm g/l	Ammon mg N/l	Nitriet mg N/l	Nitraat mg N/l	Ortho P mg/l
Bohl et al. 2001	13 - 25	5,5 - 9,5		> 5		< 1	< 30	< 1,5	< 0,5	< 30	
Schot & Verdonsch. 1996	13 - 25	6,5 - 9,0	80 - 700	6,0-12	> 20	< 1,2	< 17	< 1,58	< 0,68	0,15 - 30	< 0,22
Rozendaal-Ringallee	14,9-20,1	7,6-8	18-25	8-13,2	23-29	0,2-0,6	14-28*	<0,1- 0,2	0,01-0,05	0,2-2,3	0,02-0,05
Warnsborn-Schaatsvijver	17 - 18	7,1 - 8,0	190-211	5,4-7,0	19 - 22	<0,1 - 0,1	< 18 -19	< 0,1-0,1	0,02	1,3-1,4	0,02
Warnsborn-Schaatsv-spreng	9,1-10,2	6-6,4	161-220	5,1	24,00	0,2	20,00	<0,1	<0,01	9,6	0,03
Warnsborn-Spiegelvijver	13,2-17,9	7,6	280-290	5,7-7,6	35-37	<0,1-0,1	30-33	<0,1	0,03-0,05	4,9-5,8	0,03
Warnsborn-spiegelv-spreng	12,5-15,3	7,5	300,00	6,6-9	36,00	0,10	30-32	<0,1	0,02-0,05	5,6-6,4	0,03-0,04
Warnsborn-vijver 1	14,6	7,6-7,8	370-428	6,70	44-47	0,1-0,2	28-30	<0,1	0,03	13-15	0,05-0,06
Warnsborn-vijver 2	19,2	8,0-9,0	330-437	6,70	42-46	<0,1-0,1	26-30	<0,1	0,07-0,09	9,5-13	0,03
Warnsborn-vijver 3	18,1	7,5 - 8,9	438,00	4,8	42- 48	< 0,1- 0,2	26-30	<0,01	0,03-0,09	5,9-11	0,02-0,03
Beekhuizen-spreng	13,7 - 16	7,1 - 7,8	170 - 270	6,0 - 10,0	22 - 43	0,1 - 2,3*		0,1 - 0,2	0,01 - 0,02	0,4 - 1,3	0,03-0,04
Beekhuizen-Grote vijver	16,3	7,3 - 7,6	19 0- 210	8,7 - 13,1	22 - 25	0,2 - 0,5		0,1 - 0,2	0,01- 0,01	1,2 - 2,0	0,02-0,03
Beekhuizen-zutphenweg	13,8	7,8 - 8,1	210 - 220	8,2 - 11,1				0,1 - 0,4	0,01 - 0,02	1,9 - 2,4	0,03-0,04
Slijpbeek-spreng			270,00				17 - 20		0,02 - 0,03	11,0 - 11,0	0,03-0,06
Slijpbeek-Kema	14,3 - 20,6		290,00	7,9 - 11,7	26 - 39		18 - 27	0,1 - 0,3	0,02 - 0,08	5,5 - 9,3	0,02-0,1
Zijpendaal-Kasteelvijver	15,8 - 21,2		300,00	2,1* - 15,2	19 - 38		11- 100*	0,1 - 0,4	0,01 - -0,08	0,2 - 4,8	0,01-0,09
Sint Jansbeek-Parkweg		7,4-7,6	360-390	10				0,1	0,02-0,03	4,8-5,2	0,03
Sint Jansbeek-Sonsbkweg	17,3-19,5	7,4-9,3	340-390	7,3-12,8			5,0-73	0,1-0,3	0,02-0,08	2,9-5,5	0,02-0,07

*= uitschieters

3.3 Discussie en conclusies

3.3.1 Watertemperaturen

Met uitzondering van enkele vijvers direct gelegen na de uitloop van de sprengen, waren de gemeten zomertemperaturen hoog genoeg (tabel 1). Tijdens de afgelopen warme zomermaanden zijn nog een aantal metingen verricht. In geen van de potentieel geschikt bevonden vijvers steeg de temperatuur boven de kritische temperatuur van 25 °C.

3.3.2 Betreding

Langs een aantal trajecten was sprake van geregelde betreding van de oevers, waarbij dikwijls gebruik gemaakt werd van de aanwezige paden.

Naast ongeorganiseerde hengelaars zijn er twee visvijvers officieel in gebruik bij visverenigingen (Park Rozendaal en Gielenbeek). Met uitzondering van de speciale visvijvers worden vissen ook door het publiek meegenomen (Duno 2 vijvers, Slijpbeek). Andere voorbeelden van het ongecontroleerde gesleep met organismen zijn de waterschildpad in de grote vijver van de Sint Jansbeek, de zonnebaars in de Duno vijver 1 en uitheemse waterplanten op een aantal andere plekken.

Frequente betreding van water en oevers door spelende kinderen en honden is eveneens aan de orde. Dit is vooral het geval in de trajecten van de Slijpbeek, Hemelse Berg vijver en het Sonsbeek Park. In dit laatste park was bij de Koude Vijvers zelfs een officiële hondenuitlaatplek. Vooral bij bovenstroomse trajecten is dit soort betreding een groot risico, omdat bij besmetting met de kreeftenpest tevens de benedenstroomse trajecten snel kunnen worden besmet door de vrijkomende schimmelsporen (Niewold 2002). Deze beektrajecten hebben daarom geen prioriteit bij (her)kolonisations.

De ruime mate van toegankelijkheid en daadwerkelijke betreding van oevers en water blijft voor veel sprengbeken een probleem.

3.3.3 De mate van geschiktheid en mogelijke verbeteringen

Bijna alle onderzochte sprengbeken met vijvers bevatten trajecten die in principe voor rivierkreeften aantrekkelijk lijken. Er zijn vier vijvertrajecten, die in de huidige staat, of met kleine aanpassing, geschikt lijken om een uitzettingsexperiment te starten. Het gaat daarbij om de Molenvijvers in het Openluchtmuseum, de beide kleine vijvers van de Gielenbeek, de twee vijvers van de Seelbeek en de Duno 1 vijver. Daarnaast zijn er de eerder geschikt bevonden vijvers en beek op het landgoed Warnsborn en de Bosvijver op het landgoed Rozendaal (Niewold & van der Molen 1998). Verder blijven de voormalige kreeftenlocaties in de Rozendaalse Beek met de Vijver van Sjef nog steeds geschikt voor herkolonisatie.

De vijvers langs de Beekhuizense Beek behoeven nog controle op de aanwezige visfauna, terwijl bij de eerste vijver en afvoerende beek van Rhederoord uitrastering van de oeverbetredende koeien noodzakelijk is.

Bij de overige onderzochte trajecten, die potentieel geschikt zijn, gaat het om aanpassingen in de sfeer van periodiek tot jaarlijks onderhoud om het voortdurende proces van verlanding door bladafval, afsterving van plantenmateriaal en aanvoer van zand tegen te gaan. Bovendien zijn een aantal vijvers bevolkt met een visfauna, waarvan grote karpers en dikwijls ook snoeken deel uitmaken. Deze vijvers, waar vis is uitgezet, zijn ook verdacht op het voorkomen van paling, maar hierover zijn geen gegevens bekend geworden. Er zijn ook geen meldingen of waarnemingen van de aanwezigheid van Amerikaanse rivierkreeften, maar ook hiervoor geldt dat de troebele vijvers met veel vis in deze verdacht zijn.

Wanneer de mate van geschiktheid wordt getoetst aan het ideale plaatje van kreeftenvijvers en de aangetroffen dichtheden van kreeften, lijken de mogelijkheden van de onderzochte sprengbeken beperkt. Geschikte schuilgelegenheden zijn niet



langs alle oeverdelen aanwezig, bodems zijn bedekt met een slib- en bladlaag en waterplanten ontbreken dikwijls. Er is ook weinig gelegenheid om temperatuurgradiënten te kiezen. Dat betekent dat de hoge dichtheden van 4-6.5 stuks per m², genoemd voor kleine speciale kreeftenvijvers, dikwijls met bijvoeren, en de 2-4 stuks per m oeverlengte voor grote, diepe plassen, niet zullen worden gehaald (in Keller et al. 1999). Overigens hebben de kreeften bij de genoemde hoge dichtheden een enorm negatief effect op het overige leven in de plassen.

Natuurlijke populaties bereiken in Oost-Duitsland en Fennoscandiavië dichtheden van 0.5-2.0 stuks (uitgezonderd juvenielen) per m oeverlengte langs diepere meren en ca. 2 stuks per m² in andere plassen (Schulz & Sypke 1999).

De populatie in de als matig geschikt gekwalificeerde Schaatsvijver is geschat op ca. 0.1-0.16 stuks per m² en ca. 0.5 stuks per m waargenomen oeverlengte. Volgens overlevering zouden bij drooglegging in 1985 van de vijvers en beek van Park Rozendaal enkele honderden dieren tevoorschijn zijn gekomen en bij de kleine ca 100 m² grote particuliere vijver van Ringallee 33 langs de Rozendaalse Beek een honderdtal. Dit duidt op hogere dichtheden dan in de Schaatsvijver (Niewold & van de Molen 1998, Niewold 2003). Verwacht wordt dat de te vestigen populaties in de onderzochte beektrajecten zeker uit enkele honderden kreeften kunnen bestaan, wat acceptabel is mede gelet op de invloed van kreeften op hun omgeving.

3.3.4 Isolatie binnen beektrajecten

Bijna alle sprengbeken en beschreven trajecten zijn voorzien van een veelheid aan kunstwerken van diverse omvang en samenstelling om de verschillende trajecten bij de steile afvoer van voldoende water te blijven voorzien. Deze kunstwerken, zoals kleine stuwschotten, stenen cascaden, stenen goten, watervallen en valputten met ondergronds verlopende buizen met val, vormen voor de kreeften dikwijls barrières, die niet eenvoudig gepasseerd worden. Omdat de Europese rivierkreeft van nature een trage kolonisor is, betekent dit dat andere delen van het betreffende beekstelsel moeilijk zullen worden bevolkt. Dit kan echter tevens voordelen bieden bij een benedenstroomse besmetting met kreeftenpest.

3.3.5 Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat de condities in de meeste van de onderzochte vijvers van de sprengbeeksystemen potentieel voldoen aan de habitateisen van de inheemse rivierkreeft. Naar verwachting zouden daarin kreeftenpopulaties kunnen leven van acceptabele omvang in relatie tot duurzaamheid en hun effect op de omgeving.

De Molenvijvers in het Openluchtmuseum, de beide kleine vijvers van de Gielenbeek, de vijvers van de Seelbeek en de Duno 1 vijver zijn in de huidige staat geschikt voor kolonisatie. Dit geldt eveneens voor de voormalige locaties en enkele nieuwe, gerestaureerde trajecten langs de Rozendaalse Beek en eerder geschikt bevonden vijvers en trajecten op de landgoederen van Rozendaal en Warnsborn. In de overige potentieel geschikt bevonden vijvers zal eerst nog een aantal maatregelen moeten worden uitgevoerd, die uiteenlopen van controle en wegvangst van de

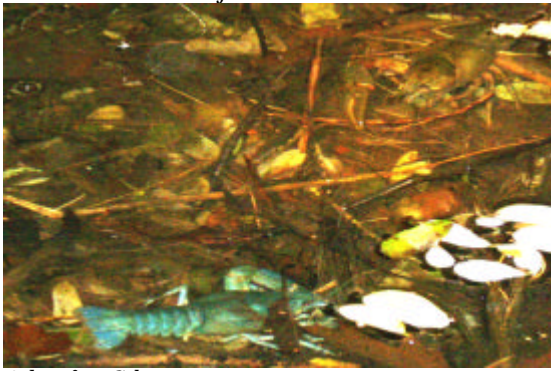
aanwezige visfauna tot groot onderhoud van de sprengkoppen, uitbaggering van verlandde trajecten en jaarlijks/periodiek verwijderen van blad en zand. Alleen de Slijpbeek (Mariëndaal), de kleine sprengvijvers op de Hoge Oorsprong (Oosterbeek) en de sprengvijver op de Hemelsche Berg zijn als ongeschikt beoordeeld vanwege respectievelijk de grote mate van betreding, de geringe watertoevoer en omvang en de aanwezige visfauna.

De grote mate van toegankelijkheid, de daarmee samenhangende betreding van de oevers van de onderzochte en geïsoleerde sprengbeken en -vijvers en de navenante risico's voor overbrenging van de kreeftenpest, bevestigen de noodzaak voor spreiding van kreeftenpopulaties. Bovendien zijn de leefomstandigheden van de enige nog resterende populatie in de Schaatsvijver niet optimaal.

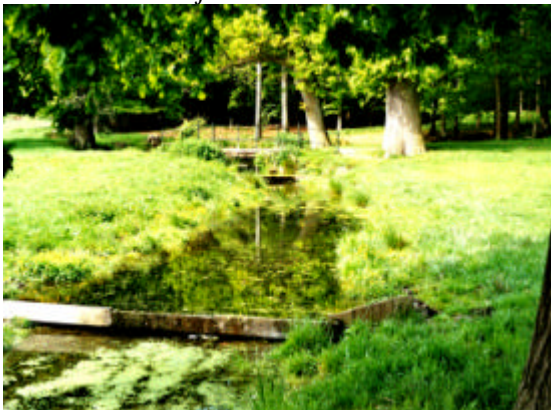
Foto's



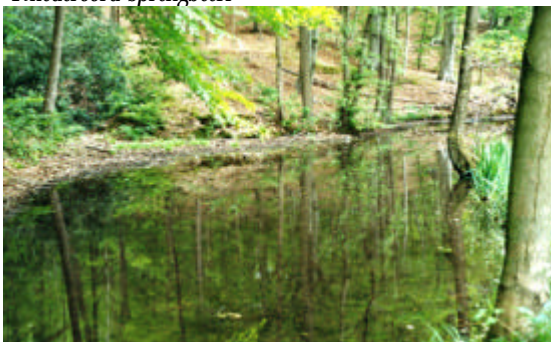
Warnsborn Schaatsvijver



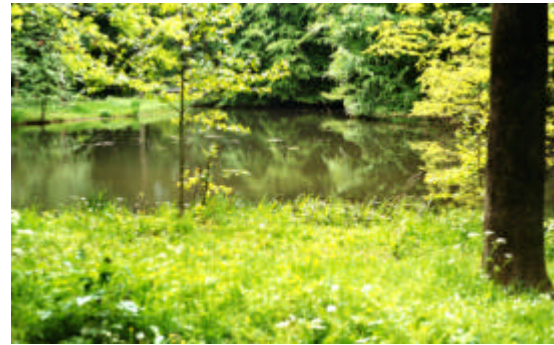
2 kreeften Schaatsvijver



Rhederoord sprengbeek



Dunovijver langs weg



Dunovijver



Zijpendaal vijver



Openluchtmuseum sloot



Vijver Sjef van de Molen Velp



4 Overwegingkader herintroducties

4.1 Richtlijnen en voorwaarden

Het door mensen bewust overbrengen van plant- en diersoorten van de ene plaats naar de andere is door het steeds meer versnipperd raken van natuurgebieden een steeds belangrijkere maatregel voor de instandhouding van bedreigde soorten (IUCN/SSC/RSG 2002; White et al. 2003). Het toenemend aantal herintroducties leidde binnen de IUCN (The World Conservation Union) en de Species Survival Commission in 1987 tot oprichting van de speciale Re-introduction Specialist Group (IUCN/SSC/RSG).

De RSG is duidelijk in haar missie (IUCN 1998): het bevorderen van het herstel van de diversiteit van plant- en diersoorten en ecologische processen door goed uitgevoerde herintroducties die gebaseerd zijn op de best beschikbare ervaringen, waardoor weer levensvatbare populaties in hun natuurlijke leefgebieden kunnen ontstaan. De RSG draagt deze missie uit o.a. door het verstrekken van richtlijnen voor herintroducties en de bevordering van de bewustwording van de betekenis van de te herintroduceren soorten voor het behoud van de biodiversiteit. De RSG draagt deze missie uit o.a. door het verstrekken van richtlijnen voor herintroducties en de bevordering van de bewustwording van de betekenis van de te herintroduceren soort voor het behoud van de biodiversiteit.

Het belangrijkste doel van een (her)introductie moet zijn de vestiging van een vrije populatie in het wild van een soort, ondersoort of ras, die regionaal of plaatselijk is uitgestorven of uitgeroeid. De soort zal moeten worden geherintroduceerd binnen zijn voormalige natuurlijke leefgebied, waarbij minimaal ondersteuningsbeheer zal zijn vereist.

Binnen deze doelstelling zijn nog een aantal afgeleide doelen te formuleren:

- vergroten van de overlevingskansen van de soort;
- hervestiging van een in ecologisch en cultureel opzicht belangrijke sleutelsoort;
- herstel en behoud van de natuurlijke biodiversiteit;
- het verschaffen van duurzame economische voordelen aan de plaatselijke of landelijke economie;
- bevordering van de bewustwording van natuurbehoud of een combinatie van deze doelen (IUCN 1998).

Wat betreft het voornemen tot herkolonisatie van de rivierkreeft op de Veluwe wordt voldaan aan een aantal principiële voorwaarden:

- (a) de Veluwe en omgeving behoort tot het historische areaal van de rivierkreeft;
- (b) een spontane (her)kolonisatie vanuit naburige populaties is niet aan de orde;
- (c) er zijn voldoende goede en in de toekomst veilig gestelde leefgebieden aanwezig;
- (d) de oorzaken van verdwijning zijn bekend en opgeheven;

- (e) het niet aanwezig zijn van de soort wordt als een ernstig gemis ervaren bij o.a. natuurontwikkeling.

Daarnaast kan worden gerefereerd aan de wettelijke kaders: de Europese rivierkreeft is nog steeds een bedreigde diersoort (IUCN red list; Flora- & faunawet) en in het kader van de conventie van Bern en de Habitatrichtlijn (annex V) is ons land verplicht maatregelen te nemen.

Bij de uitvoering van een herintroductie gelden volgens de IUCN-richtlijnen de volgende voorwaarden:

- a) de bronpopulaties dienen zo dicht mogelijk te staan bij de oorspronkelijke populatie wat betreft ecologische leefomstandigheid en genetische verwantschap;
- b) de bronpopulaties mogen door het onttrekken van individuen geen gevaar lopen;
- c) de plaatselijke mogelijkheden van de soort dienen te worden onderzocht;
- d) er moet voldoende inzicht zijn in de samenstelling en het aantal vrij te laten dieren voor vestiging van een duurzame populatie (modelstudies strekken tot aanbeveling);
- e) er dient voldoende draagvlak te zijn en er moet voorlichting worden gegeven aan de plaatselijke bevolking over de komst van de soort;
- f) er moet een adequaat monitoringsprogramma worden opgezet;
- g) er dient gebruik te worden gemaakt van ervaringen elders.

4.2 Translocatie als beheermaatregel

Translocatie van commercieel belangrijke soorten is al vanaf vroegere tijden een gebruikelijke maatregel om de te exploiteren populaties op peil te houden en nieuwe gebieden te bevolken. Dit geldt ook nu nog voor de binnenvisserij in ons land. Jaarlijks worden niet beschermde vissoorten (F & F wet) vanuit kwekerijen in vele wateren uitgezet, mede ten behoeve van de hengelsport. Jaarlijks wordt ca. 125 ton intrekkende glasaal in de landen rond de Noordzee gevangen ten behoeve van uitzet in de binnenwateren van Europa, waaronder ons land (Dekker 2000). Door het uitzetten in van nature onbereikbare wateren is de aanwezigheid van paling, en andere roofvissen, na de kreeftenpest één van de belangrijkste oorzaken van de beperkte mogelijkheden tot overleven van de inheemse rivierkreeften in Europa (Keller et al. 1999; Bohl et al. 2001). Dit geldt ook voor onze sprengbeken en -vijvers, zoals is gebleken uit de problematiek in de Rozendaalse Beek (Niewold & van de Molen 1998).

Binnen het gehele verspreidingsgebied in Europa wordt *Astacus astacus* momenteel voor zowel commerciële als voor natuurbehoud doeleinden overgezet uit kwekerijen of nog florerende populaties naar speciaal geprepareerde dan wel in natuurlijke wateren. Als gevolg van voortdurende uitbraken van kreeftenpest, waardoor de bestanden geregeld worden bedreigd, is dit zelfs de belangrijkste maatregel geworden ter voorkoming van het geheel verdwijnen van de soort uit grote regio's (Keller et al. 1999, Bohl et al. 2001, Crayfish News 2001).



De rivierkreeft was bij ons in de tweede helft van de 19de eeuw eveneens van commerciële betekenis en werd op markten aangevoerd. De populatie in de vijvers van Park Rozendaal zal in die periode door translocatie zijn gevestigd. In latere tijden zijn er ook kreeften overgezet in beken in het oosten van ons land (Grotenhuis 1985). Zo is de Schaatsvijver tussen 1940-1945 bevolkt vanuit populaties in Park Sonsbeek en later in 1982-1983 vanuit Park Rozendaal (Niewold 2002)

4.3 Translocatie op de Veluwe

In principe zijn er twee manieren om (her)vestiging van rivierkreeften te bewerkstelligen: (a) translocatie of het overzetten van dieren vanuit vitale populaties naar te bevolken wateren en (b) overzetten vanuit speciale kwekerijen.

Deze laatste zijn o.a. aanwezig in Fennoscandië, Duitsland en Italië. De kwekerijen zijn vooral opgericht voor commerciële doeleinden, zoals voor de verkoop van eetbare kreeften. Daarnaast leveren zij ook kreeften voor (her)bevolking van zowel commercieel te exploiteren populaties als voor natuurlijke wateren. De inheemse rivierkreeft wordt een betekenisvolle rol toebedeeld bij het functioneren van natuurlijke waterecosystemen (Bohl et al. 2001). De kwekerijen hebben inmiddels een hoog niveau van perfectie bereikt, mede als gevolg van het vele onderzoek dat hierin is geïnvesteerd (zie Keller et al. 1999).

Wanneer nog voldoende autochtoon materiaal aanwezig is, bestaat er een voorkeur voor de eerste optie, zoals ook is aangegeven bij de algemene richtlijnen van de IUCN (1998). Volgens ervaringen bij translocaties van kreeften, zou (her)bevolking bij voorkeur moeten worden uitgevoerd vanuit nabijgelegen populaties, die onder vergelijkbare omstandigheden leven (Crayfish News 2001).

Populaties van de Europese rivierkreeft, die in Duitsland in geïsoleerde wateren leven, bleken genetisch van elkaar te verschillen. Daarbij zijn tevens geografische verschillen van betekenis, waardoor ook de dieren in de verschillende kwekerijen genetisch van elkaar en van die van autochtone populaties waren te onderscheiden (Schulz & Sypke 1999). De onderzochte populaties, ook uit de kwekerijen, hadden een grote genetische variatie.

Als autochtone bronpopulatie voor hervestiging en nieuwe vestiging van rivierkreeften komt op de Veluwe alleen nog de Schaatsvijver in aanmerking. Aangenomen mag worden dat deze populatie afstamt van vroegere natuurlijke populaties uit de omgeving. De populatie is echter kwetsbaar, waarbij een jaarlijkse wegvangst van ca. 25-50 dieren mogelijk acceptabel is (Niewold 2002, 2003). Vanwege genetische verarming bij overzetten van een gering aantal dieren, zal dan bij (her)kolonisatie sprake moeten zijn van jaarlijkse bijzettingen gedurende drie- tot vier jaar. Bovendien moet rekening worden gehouden met een geringe genetische variatie door de afstamming van een beperkt aantal dieren afkomstig van een vrij kleine populatie uit Park Rozendaal (Niewold 2002).

Als alternatief om toch op de korte termijn over voldoende uitzetmateriaal te beschikken is het opzetten van een fok met dieren uit de Schaatsvijver. Deze mogelijkheid is al eerder in diverse overlegbesprekingen aan de orde geweest. Er werd van

afgezien vanwege de mogelijk hoge kosten en niet aanwezige benodigde expertise. Een andere mogelijkheid hierbij is om erkende buitenlandse kwekerijen te voorzien van ons autochtone materiaal om hiermee verder te kweken.

Een tweede alternatief is de mogelijkheid om eerst kleine, geïsoleerde en goed te controleren, geschikte vijvers te bevolken. Hiervoor is minder uitzetmateriaal nodig en na verloop van tijd kunnen de kreeften uit deze vijvers als verdere bronpopulaties fungeren.

Het is nog onduidelijk wat de meest effectieve methode is om wateren te (her)bevolken met rivierkreeften. Het gaat daarbij om aantallen in relatie tot seizoen, sekse en leeftijd (Crayfish News 2001). Ofschoon vele succesvolle translocaties en uitzettingen zijn beschreven, zijn mislukkingen niet duidelijk in kaart gebracht. Het overzetten van een beperkt aantal dieren is ook in ons land succesvol gebleken, maar over mislukte experimenten is ook hier nooit gerapporteerd.

De meeste kwekers pleiten voor overzetting van veel nog jonge dieren vooral in stromende wateren, vanwege migratie en dispersie van oudere dieren (Bohl 1999). Bohl et al. (2001) noemen in dit verband 2000 jonge dieren per km oeverlengte voor stromende wateren en voor stilstaande wateren 1000 jonge dan wel 300 oudere dieren per ha. Voor kleinere vijvers noemt Grabowski (1998) 1 kreeft per m² als vuistregel en nooit minder dan 12-15 stuks per keer. Dit zal bij voorkeur in voorjaar en herfst moeten plaatsvinden.

4.4 Conclusies en aanbevelingen

Translocatie van commercieel belangrijke zoetwatervissen en rivierkreeften is traditioneel een belangrijke beheersmaatregel om populaties voor exploitatie op peil te houden. Dit is momenteel voor de inheemse Europese rivierkreeft zelfs een noodzakelijke beschermingsmaatregel geworden om de soort in stand te houden. Het onderzoek toonde aan dat er voldoende potentieel geschikte wateren aanwezig zijn om dit ook op de zuidelijke Veluwe te realiseren.

Vanwege het voorkomen van recente bottlenecks is het de verwachting dat het restbestand van de oorspronkelijke Nederlandse populatie genetisch zal zijn verarmd. Bovendien zal onder de huidige omstandigheden bij het gebruik van deze populatie als bronpopulatie, in welke vorm dan ook, de doelstelling van het project, namelijk de vestiging van minimaal vijf levensvatbare populaties over vijf jaar, niet worden gehaald.

Voor (her)bevolking van grotere, meer natuurlijke wateren zullen in principe veel kreeften benodigd zijn, die op dit moment niet voorhanden zijn. Op korte termijn kan autochtoon materiaal worden veiliggesteld door eerst kleinere, geïsoleerde en goed te controleren kweekvijvers te bevolken met kreeften uit de Schaatsvijver. Als alternatief kunnen kweekdieren worden ondergebracht bij erkende buitenlandse kwekerijen of kan een eenvoudige eigen kweek worden opgezet. De uiteindelijke (her)koloniaties kunnen met de op deze manier verkregen kreeften worden uitgevoerd.



Het valt te overwegen om naast uitbreiding van de autochtone populatie, andere geschikt bevonden locaties te (her)bevolken met mengpopulaties van een grotere genetisch variatie bijvoorbeeld afkomstig van Duitse kwekerijen. Indien mogelijk kan aan deze mengpopulaties nog autochtoon materiaal worden toegevoegd (Niewold 2002). Hierbij is nader onderzoek naar de genetische variatie en de verschillen tussen de autochtone en de potentiële bronpopulaties gewenst (IUCN 1998).



Literatuur

Bohl, E. 1999. *Motion of individual noble crayfish in different biological situations: in-situ studies using radio telemetry*. In: Keller et al. (eds.) 1999. *Freshwater Crayfish 12. Proceedings Twelfth Symposium International Association of Astacology*, Augsburg: 677-688.

Bohl, E., M. Keller & B. Oidtmann 2001. *Flusskrebse in Bayern*. Informationsbroschüre. Landesfischereiverband Bayern e.V., München. 36 p.

Crayfish NEWS 2001. The international newsletter of the International Association of Astacology, 23, 4: 13 p.

Dekker, W. 2000. *Naar een duurzame aalvisserij?* De Levende Natuur 101: 170-175.

Geelen, J.F.M. 1978. *The distribution of the crayfishes Orconectus limosus and Astacus astacus in The Netherlands*. Leiden, Zoologische Bijdragen 23: 4-19

Grabowski, T. 1998. *Über Krebse*. Informationsbroschüre Wildpark Krebszucht. Thannhausen/Mindelzell. 47 p.

Grotenhuis, J. 1985. *Zoetwaterkreeften in de Achterhoek en Liemers*. Jaarboek Achterhoek en Liemers 8: 129-138.

Grotenhuis, J. W. 1989. *De Gallicische rivierkreeft zet zijn opmars voort*. Natuur en Landschap in Achterhoek en Liemers 2 (2): 54-59.

IUCN/SSC/RSG 2002. *Strategic Planning Workshop March 2002*. Environmental Research & Wildlife Development Agency (ERWDA), Abu Dhabi, UAE. 13 p.

IUCN 1998. *IUCN/SSC guidelines for reintroductions*. IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. The World Conservation Union, Gland, Switzerland. 10 p.

Keller, M., M.M. Keller, B. Oidtmann, R. Hoffmann & G. Vogt (eds.) 1999. *Freshwater Crayfish 12. Proceedings Twelfth Symposium International Association of Astacology*, Augsburg. 958 p.

Niewold, F.J.J. 2000. *De kreeftenpopulaties in 2000*. Rapport. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, afdeling Ecologie en Milieu. Wageningen. 6 p.

Niewold, F.J.J. 2002. *Fatale sterfte onder de rivierkreeften in de Rozendaalse Beek. Inventarisatie en herkolonisatie van de Europese rivierkreeft (Astacus astacus) in 2001*. Alterra-rapport 449. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Wageningen. 48 p.

Niewold, F.J.J. 2003. *De Europese rivierkreeft (Astacus astacus) in 2002. Inventarisaties in 2002*. Alterra-rapport. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Wageningen. 10 p.

- Niewold, F.J.J. & S. van der Molen 1998. *De laatste kolonies van de inheemse rivierkreeft (Astacus astacus) in Nederland anno 1998*. Rapport. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, afdeling Dierecologie. Wageningen. 30 p.
- Schot, J.A. & P.F.M. Verdonschot 1996. *Astacus astacus: Een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur*. IBN-rapport 235. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 107 p.
- Schulz, R. & J. Sypke 1999. *Freshwater crayfish populations Astacus astacus in Northeast Brandenburg: analysis of genetic structure using RAPD-PCR*. In : Keller et al. (eds.). *Freshwater Crayfish 12. Proceedings Twelfth Symposium International Association of Astacology*, Augsburg: 371-387
- Timmermans, G., R. Lipmann, M. Melchers & H. Holsteijn 2003. *De zoetwaterkreeften van Nederland*. *Natura* 4:112-121.
- Verdonschot, P.F.M., J.A. Schot & M.W. van den Hoorn 1996. *Astacus astacus: Leefomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek*. IBN-rapport 232. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. 86 p.
- White, P.C.L., C.J. McClean & G.L. Woodroffe 2003. *Factors affecting the success of an otter reinforcement programme, as identified by post-translocation monitoring*. *Biological Conservation* 112, 3: 363-371.