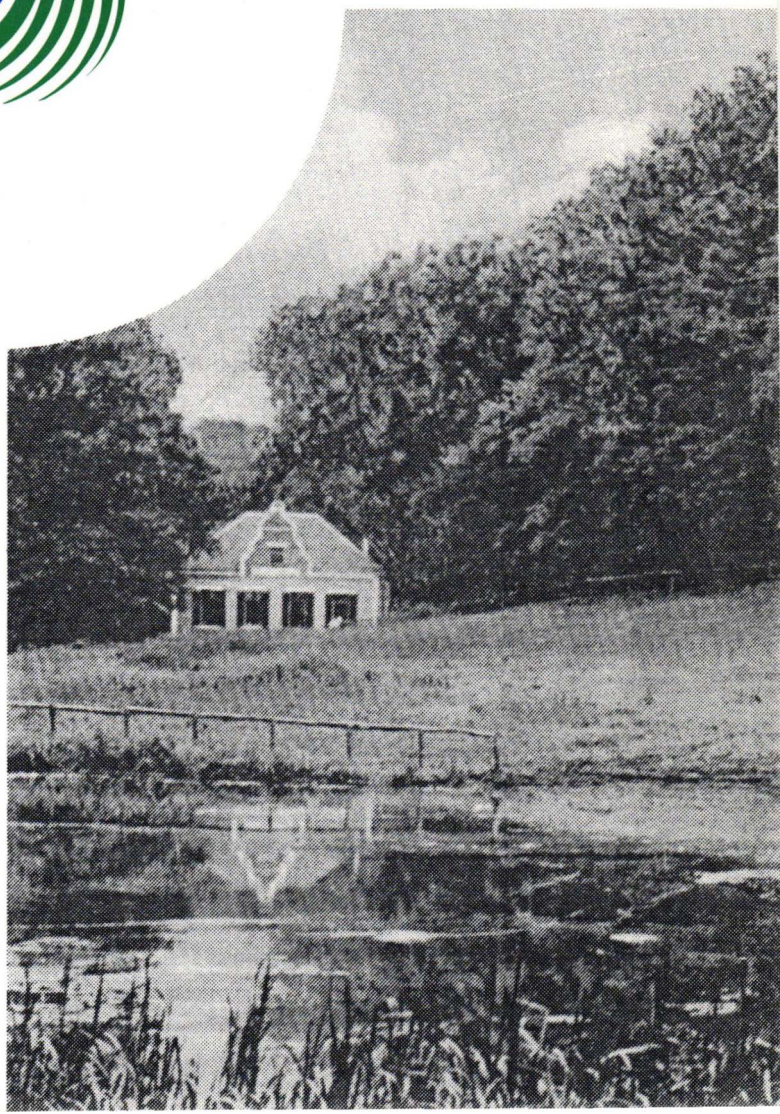
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Astacus astacus

Leefomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek

P.F.M. Verdonschot
J.A. Schot
M.W. van den Hoorn

ibn-dlo



IBN-rapport 232
ISSN: 0928-6888

Astacus astacus

Leefomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek

IBN-rapport 232

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)

Wageningen

ISSN: 0928-6888
1996

929276

Foto voorkant: Holthuis, 1950.

INHOUD

VOORWOORD 5
SAMENVATTING 7
1 INLEIDING 11
2 PROBLEEMSTELLING EN DOEL 12
3 WERKWIJZE 13
4 HUIDIGE MILIEUOMSTANDIGHEDEN ROZENDAALSE BEEK EN BEEKHUIZENSE BEEK 15
4.1 Historische gegevens 15
4.2 Systeemvoorwaarden Rozendaalse beek en Beekhuizense beek 15
4.3 Stroming Rozendaalse beek 20
4.4 Structuren Rozendaalse beek 22
4.5 Stoffen Rozendaalse beek 25
4.6 Soorten Rozendaalse beek 27
4.7 Stroming Beekhuizense beek 29
4.8 Structuren Beekhuizense beek 31
4.9 Stoffen Beekhuizense beek 31
4.10 Soorten Beekhuizense beek 33
5 GESCHIKTHEID ROZENDAALSE BEEK EN BEEKHUIZENSE BEEK VOOR *ASTACUS ASTACUS* 35
5.1 Systeemvoorwaarden 35
5.2 Stroming 36
5.3 Structuren 37
5.4 Stoffen 39
5.5 Soorten 41
5.6 Knelpunten 42
6 DE ACHTERUITGANG VAN DE POPULATIE-OMVANG IN DE ROZENDAALSE BEEK 43

7 AANBEVELINGEN TEN BEHOEVE VAN HET BEHOUD VAN DE GEWONE RIVIERKREEFT IN DE ROZENDAALSE BEEK EN INTRODUCTIE IN DE BEEKHUIZENSE BEEK 45
7.1 Status van de gewone rivierkreeft 45
7.2 Doelstellingen ten aanzien van de gewone rivierkreeft 45
7.3 Aanbevelingen 46
LITERATUUR 51
BIJLAGEN 55

VOORWOORD

In de Rozendaalse beek leeft één van de laatste populaties van de gewone rivierkreeft, *Astacus astacus* in Nederland. Deze populatie is de laatste jaren sterk in omvang teruggelopen. Dit rapport beoogt de oorzaken hiervan te achterhalen en geeft tevens aanbevelingen die moeten leiden tot herstel van de populatie. Dit is des te meer actueel daar momenteel beheersmaatregelen op stapel staan die niet in overeenstemming zijn met de levensvoorwaarden van *Astacus astcus*. Daarnaast wordt ingegaan op de vraag naar de mogelijkheid van introductie van *A. astacus* in de Beekhuizense beek.
Er is gebruik gemaakt van het recent ontwikkelde 5-S-model, een gedegen literatuurstudie van *Astacus astacus* en de beschikbare kennis van beide beken. Met behulp van het 5-S-model zijn de milieuomstandigheden in de Rozendaalse beek en Beekhuizense beek in relatie tot de habitatseisen van *A. astacus* beschreven. Vergelijking van de huidige milieuomstandigheden met de habitatseisen van *A. astacus* uit de literatuustudie leidt tot knelpunten en aanbevelingen.

Dit rapport is tot stand gekomen met de financiële ondersteuning van en in goede samenwerking met het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland. Het Geldersch Landschap, Natuurmonumenten en de aanwonende van de Rozendaalse beek en Beekhuizense beek verleenden ons hun welwillende medewerking bij het veldwerk. Sjef van der Molen toonde de plaatsen waar de kreeften zich ophouden en leerde ons de kunst van het kreeften vangen. Tevens stelde hij zijn privé archief van *Astacus astacus* ter inzage. Maaike Teunissen, Tanja van Leersum en Pascalle Bertens trotseerden winterse kou en nachtelijk ongemak bij het veldwerk. Het ID-DLO onderzocht de aangetroffen Amerikaanse kreeften op een eventueel aanwezige besmetting met de kreeftenpest. Wij bedanken eenieder voor hun bijdrage aan dit onderzoek en hun inzet tot behoud van de rivierkreeft in Nederland.

SAMENVATTING

In de Rozendaalse beek leeft één van de laatste populaties van de gewone rivierkreeft, *Astacus astacus* in Nederland. Deze populatie is de laatste jaren sterk in omvang teruggelopen. In het "Beheers- en onderhoudsplan" van de Rozendaalse beek dreigt de kreeft tussen wal en schip te geraken. Dit gevaar is door het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland gesignaleerd. Naar aanleiding hiervan heeft het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland aan het IBN-DLO, Aquatische Ecologie, de volgende vraag gesteld: "In hoeverre voldoen de Rozendaalse beek en Beekhuizense beek aan de eisen die de gewone rivierkreeft aan zijn omgeving stelt?". De Beekhuizense beek is in de vraagstelling betrokken om te onderzoeken of deze beek in aanmerking komt voor introductie van *Astacus astacus*.

Doelstelling van het onderzoek is het in beeld brengen van de huidige milieuomstandigheden in de Rozendaalse beek en Beekhuizense beek in relatie tot de habitateisen van *Astacus astacus* en vervolgens het aangegeven van de milieufactoren die niet of minder geschikt zijn voor *A. astacus*.
Om de doelstelling nader uit te werken zijn de volgende vragen geformuleerd:

Hoe zijn de milieuomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek?
Voldoen de huidige milieuomstandigheden aan de habitateisen van A. astacus?
Hoe verliep de achteruitgang van de populatie-omvang in relatie tot het leefmilieu in de Rozendaalse beek?
Wat zijn de herstelmogelijkheden?

De milieuomstandigheden in de Rozendaalse beek en in de Beekhuizense beek zijn met behulp van het 5-S-model vergeleken met de habitatseisen van *Astacus astacus*.

Op basis van de ***systeemvoorwaarden*** kan worden geconcludeerd dat beide beken een geschikt leefgebied voor de kreeft zijn. Ondanks de beperkte hoeveelheid gegevens van de zomerwatertemperatuur van de Beekhuizense beek, kan deze conclusie worden getrokken op basis van de grote overeenkomsten in systeemparameters tussen beide beeksystemen.

Ook op basis van de variabelen voor ***stroming*** voldoen beide beeksystemen aan de habitatseisen van *Astacus astacus*.

De variabelen voor ***structuren*** geven aan dat vooral in de Rozendaalse beek de structuren ernstige beperkingen opleveren in de levensomstandigheden voor de kreeft. In grote delen van de beek en de vijvers is de oever niet toegankelijk voor de kreeft door de aanwezigheid van beschoeiing. Hierdoor kan de kreeft zich geen schuilplaats verschaffen door een hol te graven. Ook de aanwezige substraten bieden weinig schuilplaatsen. De substraatvariatie is gering en grove structuren als wortels, takken en stenen zijn nauwelijks aanwezig. Vegetatie, schuilplaats voor jonge kreeften en essentieel voedsel bestanddeel, is ook zeer beperkt aanwezig.

Op basis van de variabelen voor ***stoffen*** kunnen de beide beken wel als geschikt leefgebied worden beoordeeld.

Bij de variabelen voor ***soorten*** speelt weer de geringe aanwezigheid van vegetatie een beperkende rol. Daarnaast kan de predatiedruk van paling een probleem zijn voor de kwetsbare kreeftenpopulatie. Aanwezigheid van andere kreeftensoorten vormt een bedreiging voor *Astacus astacus*. Enerzijds kan *A. astacus* door deze soorten worden weggeconcureerd, anderzijds bestaat bij de Amerikaanse soorten het risico van besmetting met kreeftenpest.

Bij beschouwing van de waarnemingen van kreeften in de Rozendaalse beek valt de grote teruggang in aantallen na 1986 op. Deze teruggang in aantallen volgt chronologisch op de rigoureuze ingrepen, die zowel in het park (1985) als verder stroomafwaarts in de beek (1986) hebben plaats gevonden. Vergelijking van de aard van deze ingrepen met de habitatseisen van *A. astacus* leidt dan ook tot de conclusie dat door deze ingrepen de levensomstandigheden voor de kreeft aanzienlijk verslechterd zijn.

Voor herstel van de populatie in de Rozendaalse beek (*fase 1*) zijn de volgende aanbevelingen gedaan:

Aanbevelingen voor de korte termijn in fase 1

* Aanbrengen van de structuur**variatie** in en naast het lengteprofiel
    - Graven van extra vijvers op een zodanige wijze dat een goede doorstroming is gewaarborgd en de oevers optimaal gestructureerd zijn.
    - Herinrichten van bestaande vijvers of delen hiervan vanaf de spreng. Ook hier geldt het waarborgen van optimale doorstroming, het optimaliseren van de oevers, het plaatselijk verdiepen, het aanbrengen van structuurvariatie zoals boomstronken én dakpannen én keien/grote stenen én geperforeerde stenen én in beton gezette, geribbelde pvc-buisjes én andere creatieve, doelgerichte hulpmiddelen.
* Herstel van de structuur**variatie** in het dwarsprofiel
    - Overal waar enigszins mogelijk verwijderen oeverbeschoeiing.
    - Aangepaste, kreeftvriendelijke beschoeiing bij kunstwerken en op plaatsen waar dat om veiligheidsredenen noodzakelijk is.
    - Handhaven en creëren van steile en onderspoelde oevers.
    - Aanplant van zwarte els om in de toekomst natuurlijke schuilplaatsen onder overhangende wortels te verkrijgen en meer beschaduwing te creëren.
* Stimuleren van vegetatie-ontwikkeling in de vijvers
* Achterwege laten van verstorende activiteiten
* Predatiedruk beperken
* Migratiebarrières slechts gedeeltelijk opheffen
* Begeleiden en monitoren van de populatie

Aanbevelingen voor de lange termijn in fase 1

* Optimalisatie continue watervoerendheid
* Voorkomen van afvoerpieken door het benutten van de vijvers van park Rosendael als retentiebekkens

* Ontwikkeling van natuurlijke structuurvariatie niet verstoren
* Terugdringen van eutrofiëring en verzuring
* Beïnvloeding door toxische stoffen voorkomen

Met betrekking op de introductie van *Astacus astacus* in de Beekhuizense beek (*fase 2*), zijn de volgen aanbevelingen gedaan:

Aanbevelingen voor fase 2
* Opstellen van een totaal beekherstelplan voor de Beekhuizense beek volgens het 5-S-model zodat na eenmalige ingrepen geen verstorende maatregelen meer behoeven plaats te vinden.
* Aanvullend onderzoek naar alle habitatfactoren in de voor introductie gekozen beektrajecten in de Beekhuizense beek
* Aanvullend onderzoek naar de verschillende introductiemethoden
* Populatie-onderzoek in de Rozendaalse beek
* Indien uit de voorafgaande punten geconcludeerd kan worden dat introductie van *Astacus astacus* in de Beekhuizense beek zeer waarschijnlijk tot een succesvolle populatie zal leiden overgaan tot introductie.
* Volgen van de populatie-ontwikkeling door nauwkeurige monitoring.

Op grond van het huidige onderzoek zijn de volgende aspecten in de beek te verbeteren alvorens tot introductie kan worden overgegaan.
* Herstel van de structuur**variatie** in het dwarsprofiel
    - Overal waar enigszins mogelijk verwijderen oeverbeschoeiing.
    - Aangepaste, kreeftvriendelijke beschoeiing bij kunstwerken en op plaatsen waar dat om veiligheidsredenen noodzakelijk is.
    - Handhaven en creëren van steile en onderspoelde oevers.
    - Aanplant van zwarte els om in de toekomst natuurlijke schuilplaatsen onder overhangende wortels te verkrijgen en meer beschaduwing te creëren.

* Stimuleren van vegetatie-ontwikkeling in de vijvers
* Zoveel mogelijk achterwege laten van regulier onderhoud
* Migratiebarrières slechts gedeeltelijk opheffen

1 INLEIDING

De achteruitgang van de gewone rivierkreeft in haar West- en Midden-Europese verspreidingsgebied is reeds vaak gesignaleerd (Hofmann 1971, Geelen 1978, Gerard 1991, en vele anderen). Ten dele wordt dit toegeschreven aan het optreden van de kreeftenpest (veroorzaakt door de schimmel *Aphanomyces astaci*) aan het einde van de vorige en het begin van deze eeuw (Hofmann 1971, Cukerzis 1988, Schot & Verdonschot 1996). Anderzijds wordt de teruggang geweten aan het verdwijnen van de voor de gewone rivierkreeft geschikte leefgebieden. Hierbij wordt vervuiling, regulatie, normalisatie en kanalisatie van beken en rivieren als belangrijkste oorzaak genoemd (Kossakowski 1973, Jungbluth 1975) alsmede concurrentie van niet-inheemse kreeftensoorten en predatie (Cukerzis 1968, Behrendt 1983, Soderback 1992, Svardson 1972, Westman & Westman 1992).

Gegevens over de levenswijze en het leefmilieu van de gewone rivierkreeft zijn bijeengebracht in het rapport "*Astacus astacus*, een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur." (Schot & Verdonschot 1996). De gegevens in dit rapport zijn waar mogelijk gekwantificeerd en gebruikt bij de beoordeling van de omstandigheden in de Rozendaalse en Beekhuizense beek.

De verspreiding van de gewone rivierkreeft in Nederland is vanaf begin deze eeuw redelijk goed gedocumenteerd. Holthuis (1958) geeft 78 vindplaatsen (bijlage 1) in grotere beken, riviertjes en rivieren over de periode tot 1950. In de periode 1950-1977 vermindert dit aantal tot 22 en na 1977 resteren 4 vindplaatsen. In 1996 zijn nog 2 vindplaatsen bekend. Één van de resterende populaties bevindt zich in de Rozendaalse beek, maar ook deze populatie is sterk in omvang teruggelopen.

Momenteel wordt gediscusieerd over mogelijkheden om deze laatste Nederlandse populaties van de gewone rivierkreeft te behouden en eventueel uit te breiden. Bij deze discussie wordt ook de Beekhuizense beek betrokken. Dit om te onderzoeken of deze beek in aanmerking komt voor (her-)introductie. Naar aanleiding van deze discussie heeft het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland de vraag geformuleerd; "In hoeverre voldoen de Rozendaalse beek en Beekhuizense beek aan de eisen die de gewone rivierkreeft aan zijn omgeving stelt?".

Het onderhavige rapport draagt bij aan de beantwoording van deze vraag. Naast het directe opdrachtonderzoek heeft deze studie voor het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek ook een aanvullende wetenschappelijke waarde. Het onderzoek past in het onderzoekprogramma " Natuurbeheer en -ontwikkeling in zoete en zoute aquatische systemen; deelproject "Aquatisch-ecologische aspecten van natuurontwikkeling en natuurgerichte normstelling in beekdalsystemen" van de Afdeling Aquatische Ecologie te Leersum.

2 PROBLEEMSTELLING EN DOEL

Doelstelling van dit onderzoek is het in beeld brengen van de huidige milieu-omstandigheden in de Rozendaalse en Beekhuizense beek in relatie tot de habitateisen van *Astacus astacus*. Vervolgens het aangegeven van de milieu-factoren die niet of minder geschikt zijn voor *A. astacus*. Hierna kunnen in de plannen die moeten leiden tot het herstel van de leefomstandigheden en verspreidingsmogelijkheden van de populatie van de gewone rivierkreeft in de Rozendaalse beek en eventuele introductie in de Beekhuizense beek, zeer gerichte maatregelen worden geformuleerd.

3 WERKWIJZE

Om de doelstelling nader uit te werken zijn de volgende vragen geformuleerd:
1. *Wat zijn de habitateisen van de gewone rivierkreeft?*
2. *Wat is de rol van de kreeftenpest toen en mogelijk in de toekomst?*

De habitateisen van de gewone rivierkreeft en de rol van de kreeftenpest zijn beschreven in een afzonderlijk rapport (Schot & Verdonschot 1996).

3. *Hoe zijn de milieuomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek?*

Om de beeksystemen van de Rozendaalse en de Beekhuizense beek in relatie tot de kreeftenproblematiek systematisch te benaderen wordt het 5-S-model (Verdonschot 1995) toegepast. In hoofdlijn betekent dit, dat de beken en hun habitats benaderd worden naar vijf verschillende, onderling afhankelijke, hiërarchisch geordende componenten:

1. **Systeemvoorwaarden**; onder dit niveau vallen de factoren die werkzaam zijn op stroomgebiedsniveau zoals neerslag, bodem, geomorfologie. Kennis van het stroomgebied biedt inzicht in het functioneren van de beek. De factoren werkzaam op dit niveau bepalen het beektype.

2. **Stroming**; onder dit niveau vallen de factoren werkzaam in een beektraject zoals grondwater, hydrologie en hydraulica. Vaak zijn beide bepalend voor de aanwezige structuren.

3. **Structuren**; ook de structuren zijn werkzaam op het niveau van het beektraject. Belangrijke structuurparameters zijn tracé, beddingvorm (inclusief boomwortels en dergelijke) en substraatmozaïeken.

4. **Stoffen**; stoffen zijn eveneens werkzaam op beektrajectniveau. Belangrijk zijn de macro-ionen (met name calcium ten behoeve van skeletbouw kreeft), zuurstofhuishouding en voedingsstoffen.

5. **Soorten**; soorten leven op habitatniveau en hebben interacties met milieuvariabelen (habitateisen kreeft) en andere soorten (bijvoorbeeld predatie door aal).

Tussen genoemde 5 componenten bestaan allerlei interacties. Voor de onderliggende beschrijving van het functioneren van het beeksysteem wordt verwezen naar Verdonschot (1995). De hiërarchische benadering maakt het belang van de verschillende factoren duidelijk en biedt mogelijkheden bij het opstellen van maatregelen.

De beschrijving van de huidige milieuomstandigheden van de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek is beperkt tot die parameters die relevant zijn voor het leefmilieu van de gewone rivierkreeft. Bij de beschrijving is gebruik gemaakt van reeds aanwezige gegevens. Daarnaast zijn in de periode van december 1995 tot en met juli 1996 door IBN-DLO nauwkeurige opnamen gemaakt van:

* stroming; hydrologie (debiet) en hydraulica (opname van stroomsnelheidspatroon door meting van een aantal dwarsprofielen, verval en kunstwerken)
* structuren; tracé, beddingvorm (breedte en diepte) en procentuele en ruimtelijke verdeling van bodem- en oeversubstraat, oeverbeschoeiing
* soorten; om de omvang en aard van de kreeftenpopulatie te bepalen is in eerste instantie gepoogd een populatieschatting te doen met behulp van de vang-en-terugvang methode. Voor deze methode bleek de populatie echter te gering. Daarna zijn vangsten met de hand gedaan om enig inzicht te verkrijgen in de vindplaatsen en in de samenstelling van de populatie.

4. *Voldoen de huidige milieuomstandigheden aan de habitateisen van A. astacus?*

De in de beide beken aanwezige milieuomstandigheden worden naast de habitateisen van *A. astacus* gelegd. Ook hierbij wordt het 5-S-model gevolgd. Uit deze vergelijking volgen knelpunten.

5. *Hoe verliep de achteruitgang van de populatie-omvang in relatie tot het leefmilieu in de Rozendaalse beek?*

Alle beschikbare gegevens zijn nagevorst op kwantitatieve waarnemingen van kreeften in de Rozendaalse beek. Deze waarnemingen zijn in chronologisch volgorde geplaatst. Op dezelfde wijze zijn alle indicaties van menselijk handelen die van invloed zouden kunnen zijn in chronologische volgorde geplaatst.

6. *Wat zijn de herstelmogelijkheden?*

Na beantwoording van de bovenstaande vragen 1 t/m 5 worden aanbevelingen gedaan voor herstel van de populatie van de gewone rivierkreeft in, in eerste instantie, de Rozendaalse beek. Deze aanbevelingen stellen de bescherming van de ernstig bedreigde soort, *Astacus astacus*, centraal. Daarnaast worden introductiemogelijkheden in de Beekhuizense beek aangegeven.

4 HUIDIGE MILIEUOMSTANDIGHEDEN ROZENDAALSE BEEK EN BEEK HUIZENSE BEEK

4.1 Historische gegevens

Volgens Benning et al. (1989b) bestond de Rozendaalse beek in de dertiende eeuw uit een kwelgebied nabij de heuvelrug dat uitmondde in een plas (de huidige grote vijver van het park Rozendaal). Vanaf deze plas stroomde een beekje (de huidige Rozendaalse beek) naar de IJssel. Toen reeds maakte de Van Lennipswatermolen gebruik van het beekwater. In 1314 werd het landgoed Rozendaal gesticht. In de vijftiende eeuw werd de kasteeltoren in de plas gebouwd. Omstreeks 1670 werden de sprengen gegraven om de waterpartijen te vergroten. De beek stond toentertijd ook ten dienste van koren- en later papiermolens (figuur 1). De laatste molen is in 1880 verdwenen (IWACO 1995).

Van beide beken zijn meldingen bekend van de aanwezigheid van kwelplekken en bronnen, een kleine waterpartij in geval van Rozendaal en een afstromend beekje op plaatsen waar later sprengenbeken werden gegraven. Dit betekent dat beide systemen altijd al als kleine kwel- en/of bronbeek bestaan hebben.

De chemische samenstelling van het dagzomend grondwater is uitvoerig besproken door Kant (1982). Op basis van de samenstelling van de neerslag voor 1940 is door Kant de chemische samenstelling van het geïnfiltreerde grondwater bepaald (bijlage 2). Echter worden deze gehalten afgezet tegen de metingen van Maas in 1956 dan blijken de door Kant berekende waarden aan de lage kant. Het hoge calciumgehalte duidt op een relatief lange verblijftijd van het grondwater. In 1974 is reeds een duidelijke verhoging van de parameterwaarden zichtbaar, behalve ten aanzien van voedingsstoffen en Ph.

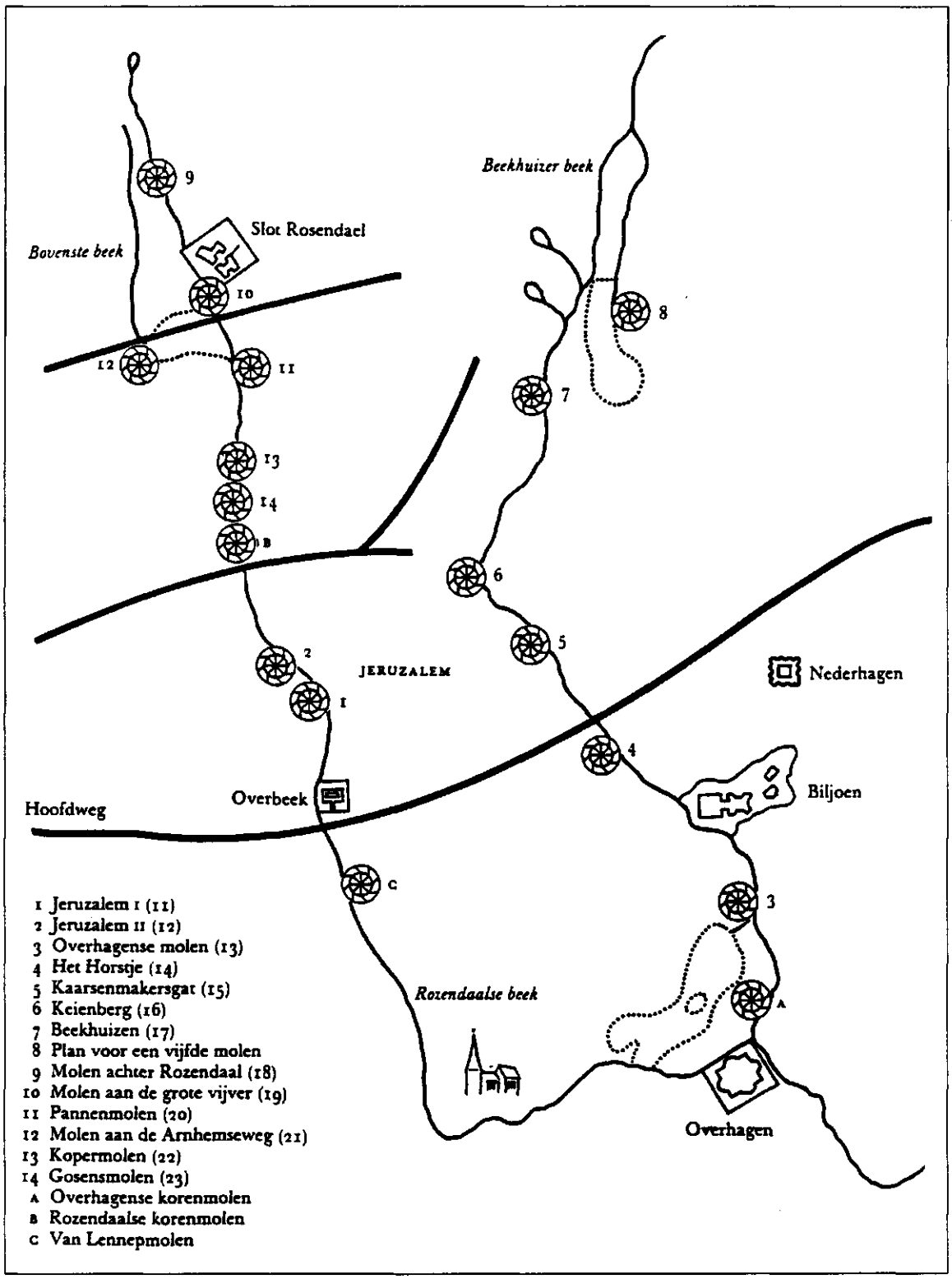
4.2 Systeemvoorwaarden Rozendaalse beek en Beekhuizense beek

4.2.1 Locatie

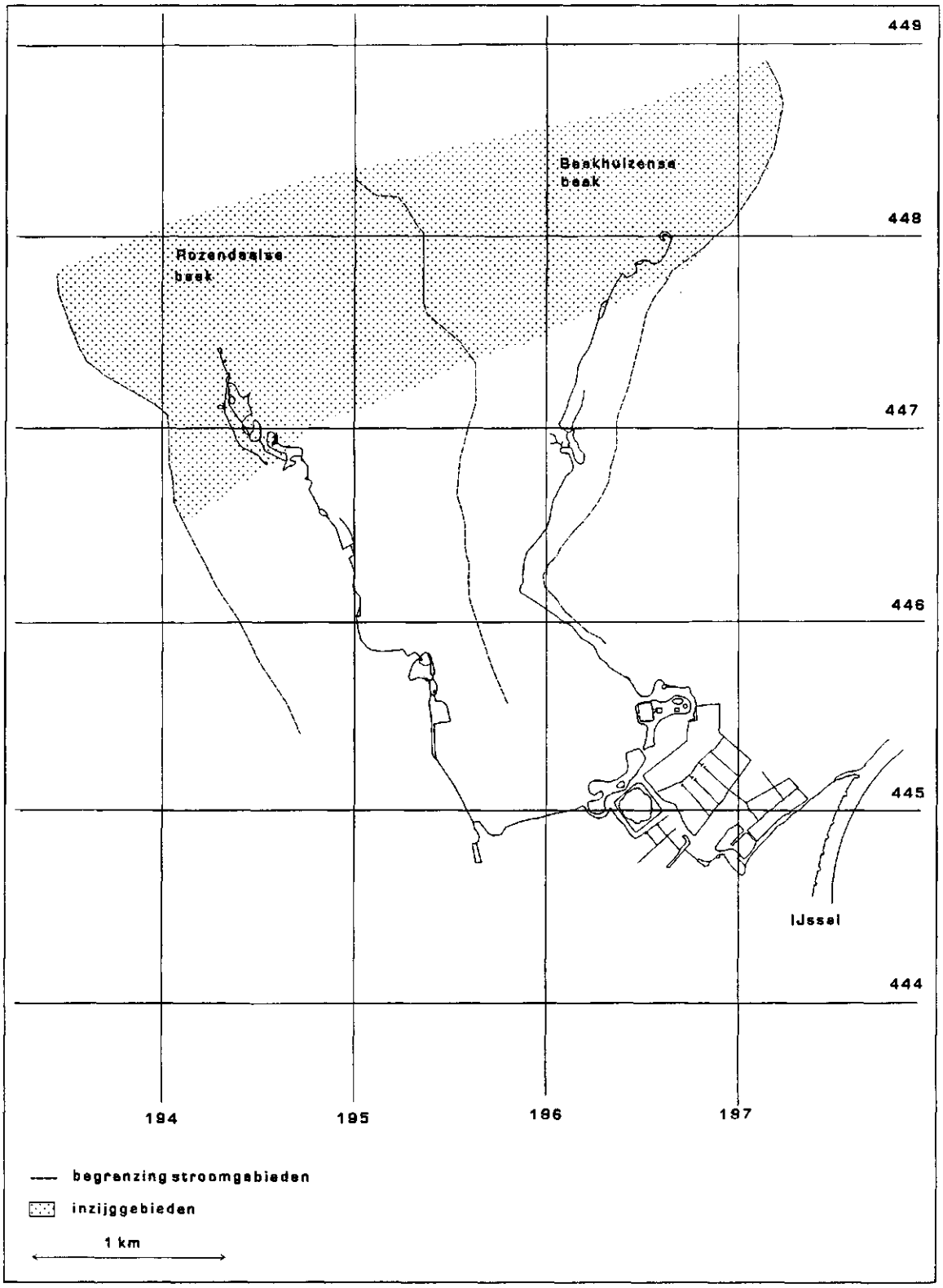
De Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek zijn gelegen in de gemeenten Rozendaal en Rheden. Beide beken ontspringen op de stuwwal Doorwerth-Arnhem (zuidelijke Veluwe) en lopen van noord naar zuid, over korte afstand met een groot hoogteverschil. Beide beken monden uit in de IJssel. Op basis van de gegevens van Kant (1982) en het hoogtelijnenpatroon is het stroomgebied bepaald (figuur 2).

4.2.2 Beektypen

De Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek zijn beide sprengenbeken. Sprengenbeken zijn gegraven op plaatsen waar grondwater ondiep voorkomt. Vaak zijn ze gelegen in droge smeltwaterdalen. Reeds in de vroege Middeleeuwen groef de mens horizontaal in de helling waardoor het grondwater kon dagzomen. Zo werd een kunstmatige bron gecreëerd, de sprengkop, in dit



Figuur 1. De voormalige molens van Velp en Rozendaal (naar Voom, De papiermolens in de provincie Gelderland.



Figuur 2. Stroom- inzijggebied Rozendaalse beek en Beekhuizense beek.

gebied gevoed door een schijngrondwaterspiegel. Het water werd geleid door een gegraven bedding, de sprengenbeek, die voorzien werd van een slecht doorlatende leemlaag om waterverliezen te voorkomen. De opgeleide beektrajecten worden vaak gekenmerkt door de aanwezigheid van opgeworpen walletjes langs de beekloop en de waterspiegel van de beek staat vaak hoger dan het maaiveld.

Het is bekend dat reeds in het jaar 1076 een sprengenbeek nabij kasteel Biljoen aanwezig was (Benning et al. 1989a). Meestal werden sprengenbeken aangelegd om molens aan te drijven, allereerst koren- en oliemolens, later (19^e eeuw) papiermolens en nog later wasserijen. Ook werden in 17^e en 18^e eeuw sprengenbeken gebruikt bij de aanleg van parken met waterpartijen op buitenplaatsen zoals de landgoederen Beekhuizen, Rosendael en kasteel Biljoen.

4.2.3 Geologie en geomorfologie

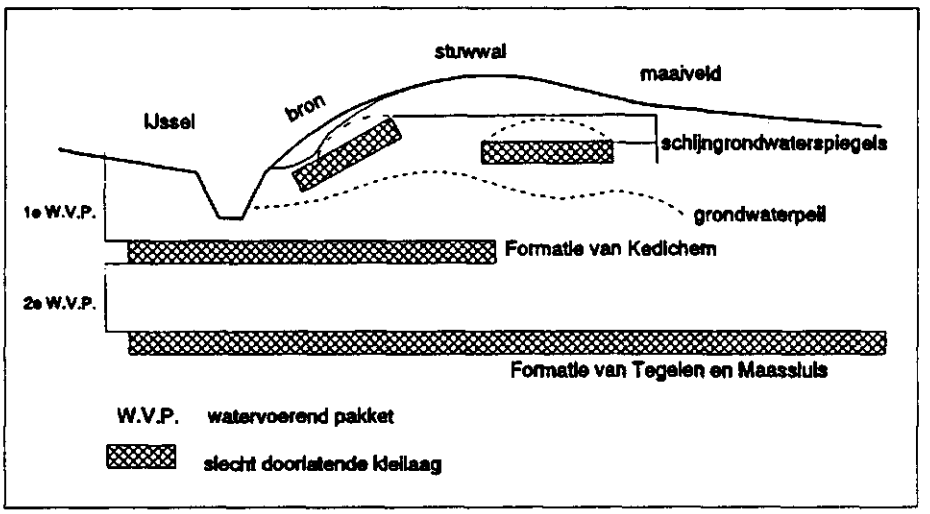
De stroomgebieden van Rozendaalse beek en Beekhuizense beek zijn gelegen op en aan de rand van de stuwwal Doorwerth-Arnhem. Het materiaal in deze stuwwal is afgezet tijdens het oud-Pleistoceen (grove en fijne rivierafzettingen) en opgestuwd tijdens het Saalien (stuwing tot + 50 m NAP). De stuwwallen zijn zelfs enige tijd volledig met ijs overdekt geweest waardoor de wallen zijn afgevlakt en zwerfstenen voorkomen. Nadien is plaatselijk dekzand op de stuwwal afgezet. Aan het einde van het Saalien smolt de ondergrond en stroomde veel grofzandig bodemmateriaal van de hellingen af (solifluctie). Tijdens het Würmtijdperk was de ondergrond bevroren en schuurde smeltwater diepe dalen in de stuwwal en brede, ondiepe dalen in de dalvlakten uit. In deze dalen is nadien door wind en water lemig fijn zand afgezet (naar Stiboka 1975).

4.2.4 Geohydrologie

De geohydrologische basis van het gebied wordt gevormd door de formaties van Tegelen en Maassluis, beide zijn slecht doorlatende kleiafzettingen. In de stuwwal komt één watervoerend pakket voor. Plaatselijk komen echter als gevolg van de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen (formatie van Kedichem) schijngrondwaterspiegels voor (Heidemij 1980). In de randen en dalen zijn twee watervoerende pakketten aanwezig (figuur 3).

Vooral aan de rand van de stuwwal komen slecht doorlatende lagen op geringe diepte voor. De hierboven aanwezige schijngrondwaterpakketten worden gevoed met neerslagwater. Kant et al. (1982) geven een indicatie van de zone waarbinnen ondiepe kleilagen voorkomen. Tezamen met de richting van de regionale grondwaterstroming, de topografische waterscheiding en de hoogtelijnen zijn de stroomgebieden van Rozendaalse (610 ha) en Beekhuizense beek (350 ha) bepaald. Gaan we er vanuit dat de kleilaag de begrenzing vormt van het inzijggebied van deze beken dan heeft het inzijggebied van de Rozendaalse beek een oppervlak van 2,6 km^2 (260 ha) en het resterende deel naar grove schatting 3,5 km^2 (350 ha). Hierbij wordt aangetekend dat het werkelijke oppervlak van het stroomgebied in het stedelijk gebied door menselijke ingrepen danig anders kan zijn. Het oppervlak van het inzijggebied van de Beekhuizense beek is dan naar schatting 1,75 km^2 (175 ha) en het resterende deel van het stroomgebied is naar schatting even groot.

Naar schatting van Ettema et al. (1979) is het oppervlak van het stroomgebied van de Rozendaalse beek circa 500 ha. Deze schatting is dus redelijk juist en waarschijnlijk treedt, gezien de debieten zoals Heidemij (1980) al aangaf, ondergronds 'waterverlies' op. Van Kessel & Roeterd (1994) komen tot een inzijggebied van circa 204 ha. Zij gaan er van uit dat binnen dit gebied geen waterverlies optreedt.
De eerder genoemde hogere calciumgehalten kunnen duiden op een langere verblijftijd van het grondwater. Het aanwezig zijn van schuinstaande, diep reikende kleilagen, in plaats van een schotelvormige lens zou dit kunnen verklaren.



Figuur 3. Zuid-noord doorsnede van de Zuid-Veluwe (naar de Klein & van Vlisteren, 1995).

4.2.5 Hoogteverschillen

De Rozendaalse beek verloopt ten opzichte van NAP van 46 m (beekbodem noordelijke spreng) tot 45,5 m nabij bovenvijver, naar 42 tot 40 in de bovenvijver, en vervolgens naar 39 tot 38 m in de middenvijver en dan naar 36 tot 34 m in de kasteelvijver en komt uiteindelijk op ongeveer 10 m in de IJssel.

4.2.6 Bodem

Grofweg bestaat de bodem van het gebied uit twee loopodzolgronden. Enerzijds lemig fijn zand in de randen van de stuwwal en in de dalen, anderzijds grof zand met grind ondieper dan 40 cm beginnend op de hellingen en de bovenzijde van de stuwwal. Ten oosten van de Beekhuizense beek komen ook zandige leem gronden (ooivaaggronden) voor op de hellingen. Aan de monding van beide beken worden achtereenvolgens hoge bruine enkeerdgronden (lemig fijn zand) en vaaggronden (vnl. zware zavel en lichte klei) gevonden (naar Stiboka 1975).

4.2.7 Menselijke invloeden

Het verloop van de zuurgraad over de jaren 1983-1994 is neutraal tot zwak basisch. Alleen de waarden gemeten in de sprengvijver in 1992 liggen lager. Van eventuele verzuring is dan ook nog geen sprake. Integendeel, de gemeten waarden liggen zelfs één pH-waarde hoger dan de op basis van natuurlijke bodem- en neerslagsamenstelling is te verwachten. Gezien de hoge calciumgehalten zijn geen verzuringseffecten te verwachten. Van Dam et al. (1993) merken op dat de pH in de Beekhuizense beek tussen 1974 en 1990 op basis van de diatomeeënsamenstelling licht is gedaald (van 7.03 naar 6.85). De betekenis van deze geringe daling is vooralsnog moeilijk te interpreteren.

Aangezien beide beken water ontvangen uit een schijngrondwaterpakket zijn geen verdrogingseffecten als gevolg van veranderend landgebruik zoals in de Oost-Veluwe optreedt, te verwachten.

De procentuele verdeling van het grondgebruik is geschat op basis van stafkaartinformatie en weergegeven in tabel 1. Het grondgebruik is van invloed op zowel de waterkwaliteit als kwantiteit. In het inzijggebied, waar deze invloeden het grootst zijn, is bij beide beken bijna alleen bos aanwezig. Dit is hoofdzakelijk naaldbos. Hiervan zijn geen negatieve effecten te verwachten. De aanwezigheid van graslanden en akkers langs beide beken kan leiden tot oppervlakkige afspoeling van meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen. In het overige stroomgebied is, vooral bij de Rozendaalse beek, veel verhard oppervlak aanwezig. Dit leidt tot versnelde afvoer van hemelwater. Afhankelijk van de wijze waarop dit water wordt afgevoerd kan dit watervervuiling en piekafvoeren in de beek veroorzaken.

Tabel 1. Procentuele verdeling van het grondgebruik in de stroomgebieden van de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek.

	Rozendaalse beek		Beekhuizense beek	
	inzijggebied	overig stroomgebied	inzijggebied	overig stroomgebied
bos	97	22	94	55
grasland	2	16	2	6
akker	<1	1	5	5
stedelijk	<1	61	<1	34

4.3 Stroming Rozendaalse beek

4.3.1 Grondwaterhydrologie

De stijghoogte van het ondiepe grondwater in het eerste watervoerende pakket is NAP + 25 à 30 m. Aangezien het grondwater nabij de sprengkoppen van de Rozendaalse veel ondieper is betreft dit schijngrondwaterspiegels. Dit schijngrondwater wordt door de neerslag gevoed en heeft geen verbinding met dieper gelegen grondwaterpakketten. Dit betekent dat deze sprengenbeek gevoed wordt uit een grondwaterpakket dat los staat van de regionale grondwaterstromen en -standen. Met andere woorden, de beek is minder gevoelig voor grondwaterstandsdaling en verdroging. De snelheid waarmee de schijngrondwaterstand op fluctuaties in de neerslag reageert, hangt samen met de grootte

van het stroomgebied, de hoogte van de grondwaterstand, de mate van ontwatering en de opbouw van de ondergrond. Uit waarnemingen van grondwaterstanden en debiet blijkt dat deze reactie relatief traag is. Het grondwater verloopt in zuidoostelijk tot zuidwestelijke richting (naar Heidemij 1980).

4.3.2 Oppervlaktewaterhydrologie

De Rozendaalse beek wordt gevoed door vijf belangrijke sprengkoppen; drie noordelijke, één westelijke en één oostelijke sprengkop. Via de Jagersbeek, drie vijvers en de Korte beek verzamelt het water zich in de kasteelvijver. Dit water stroomt vervolgens via een waterval af naar een kleine vijver en komt dan in het stedelijke gebied terecht. Via een bovengronds gedeelte, enkele stadsvijvers en een ondergronds gedeelte mondt zij uit in de watergangen nabij Overhagen.

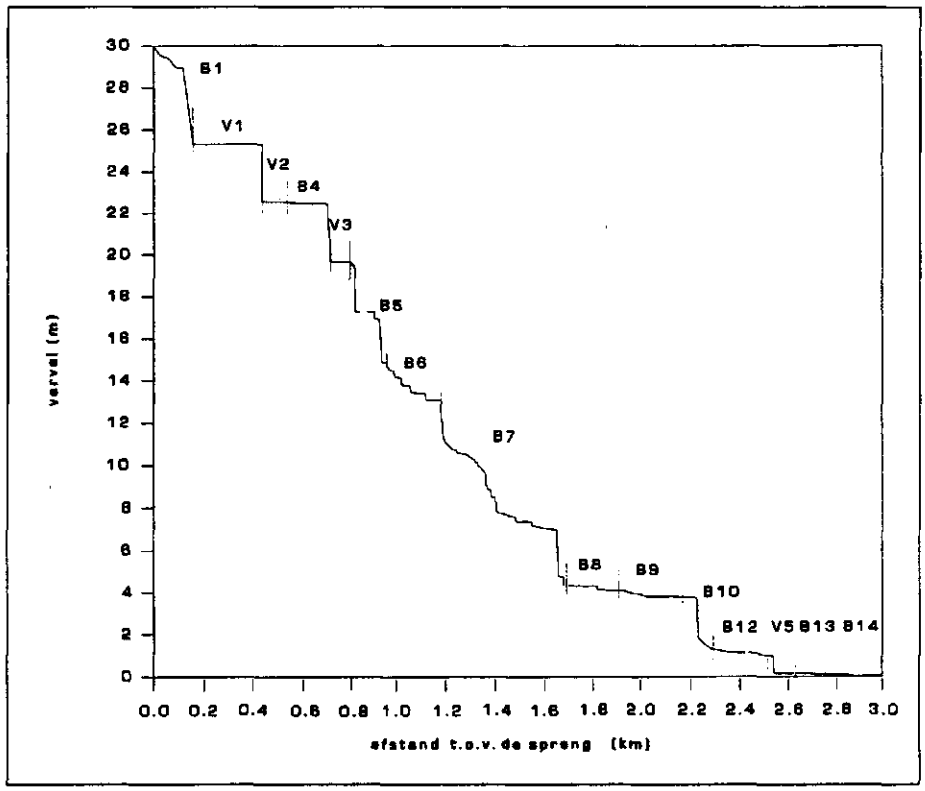
Voor zover bekend is slechts een beperkt aantal debietmetingen, op verschillende locaties, in de Rozendaalse beek verricht:

datum	debiet l/s	auteur	plaats
17-11-1980	1,16	Heidemij 1981a	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
16-12-1980	0,41	Heidemij 1981a	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
13-04-1981	0,55	Heidemij 1981b	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
14-05-1981	0,68	Heidemij 1981b	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
15-06-1981	0,73	Heidemij 1981b	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
15-07-1981	1,08	Heidemij 1981b	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
15-08-1981	1,00	Heidemij 1981b	park; 70 m vanaf de hoofdspreng
22-09-1989	43,2	Benning et al.(1989b)	Ringallee; in duiker
22-09-1989	48,4	Benning et al.(1989b)	Burg. Brandtl.; 10 m voor brug
22-09-1989	49,0	Benning et al.(1989b)	Jeruzalem; 10 m voor brug
22-09-1989	53,9	Benning et al.(1989b)	Boulevard; 5 m voor splitsing

Theoretisch zou de beek indien alle neerslag tot afvoer kwam bij een inzijggebied van 260 ha en een gemiddeld neerslagoverschot van 250 mm een gemiddeld debiet van 18,6 l/s geven. De meting van Benning et al. zijn een moment opname in verhard gebied en beïnvloed door neerslag. De metingen van de Heidemij liggen hoog op de stuwwal, meer stroomafwaarts ontvangt de beek op verschillende plaatsen nog meer grondwater.

Interessant is de waarneming van Willemsen (1980) dat het gedeelte van de hoofdsprengkop tot en met de eerste sprengvijver in het voorjaar van 1978 droog stond. Ook bleek de sprengkop in het voorjaar van 1974 reeds droog te staan (Venema 1974). Mogelijk leiden klimatologisch droge perioden, zoals de zeventiger jaren, tot deze droogval. Hetgeen zou betekenen dat de grondwaterbel relatief klein is en het beschikbare ondiepe grondwater een korte verblijftijd heeft. Dit is niet in overeenstemming met de conclusie op grond van het calciumgehalte. De werkelijke verblijftijd van het ondiepe grondwater is onbekend. Zeer opvallend is dat Willemsen meldt dat de watervoerendheid in de zomer toenam. Dit correspondeert met waarnemingen van de Heidemij. In het begin van de jaren tachtig was de Jagersbeek volledig verzand. Mogelijk is de droogval in de kop een gevolg van verwaarloosd onderhoud van de sprengkoppen.

De Rozendaalse beek bevat diverse stuwen, watervallen, duikers en vijvers (bijlage 3). De watervallen worden voorafgegaan door opgeleide trajecten om voldoende verval te creëren. Dit komt duidelijk tot uiting in figuur 4.



Figuur 4. Verval Rozendaalse beek vanaf de hoofdspreng tot Watermolen De Taverne.

Een afname in het debiet van de Rozendaalse beek over de laatste eeuw kan te maken hebben met de toename van de gewasverdamping door omzetting van heide naar naaldbos (begin van deze eeuw) en/of door ophoping van organisch materiaal en verzanding van de sprengkoppen. Ook de opgeleide beektrajecten kunnen, door afname van de dikte van de leemlagen, gaan 'lekken'.

4.3.3 Hydraulica

Het stromingskarakter van de Rozendaalse beek wordt bepaald door het verval (inclusief het opgeleid zijn), de aanwezige beschoeiing, watervallen en vijvers. Van turbulente stromingspatronen binnen de beekbedding is nauwelijks sprake. De stroomsnelheden zijn laag en variëren tussen 10 tot 30 cm/s (bijlage 4).

4.4 Structuren Rozendaalse beek

Een aantal structuurkenmerken zijn door Benning et al. (1989) en door De Klein en Van Vilsteren (1995) geïnventariseerd. In december 1995 en juli 1996 zijn

door IBN-DLO kwantitatieve opname gemaakt van de, voor *A. astacus*, belangrijkste structuren in de beek en van 1 m brede stroken langs de oevers van de vijvers. Het was niet altijd mogelijk opnamen te maken van de gehele oeverstrook in de vijvers. In sommige gevallen was het doorzicht niet voldoende om de bodemsubstraten goed te onderscheiden op andere plaatsen was de oeverstrook onbereikbaar. Vijver XI is een tuinvijver op particulier terrein en om deze reden niet opgenomen. Bij de beschrijving van bedding en substraatmozaïeken in de beektrajecten zijn de sprengkoppen buiten beschouwing gelaten. De nummering van de beektrajecten en vijvers van de Rozendaalse beek is aangegeven in figuur 5. Alle inventarisaties zijn samengevat in bijlage 5 tot en met 9.

4.4.1 Tracé

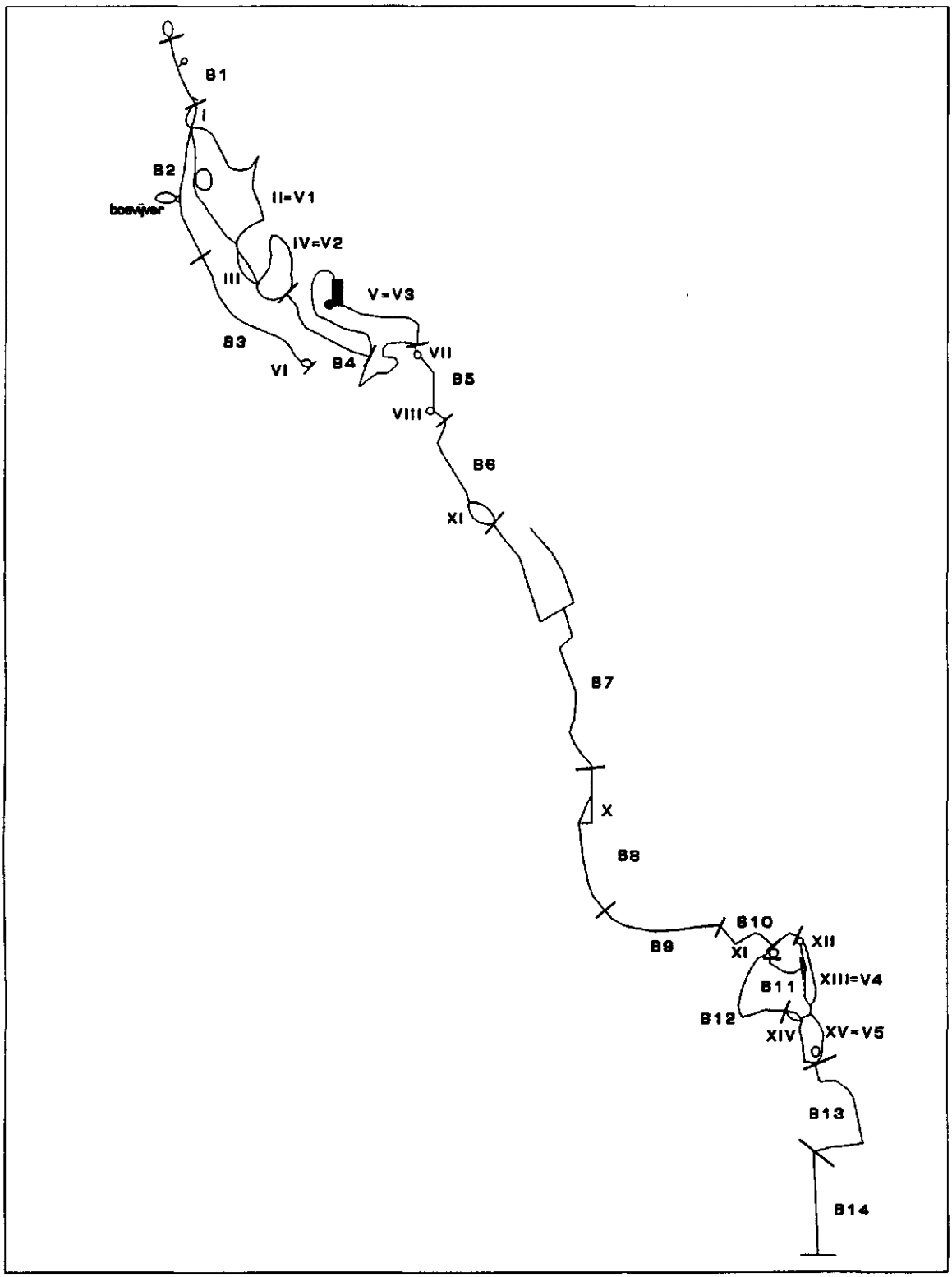
De Rozendaalse beek bestaat in de bovenloop uit vijf belangrijke sprengkoppen, drie beeklopen (traject 1, 2 en 3 (Jagersbeek) en traject 4 (Korte beek) en de vijvers I tot en met VII. De Jagersbeek en de Korte beek zijn beide recht en beschoeid. Na het landgoed Rozendaal stroomt de beek door de bebouwing van Velp. Ook hier meandert de beek niet en passeert zij enkele vijvers (VIII tot en met XV). De beek wordt bij de watermolen Taveerne overkluisd en komt ten oosten van landgoed Biljoen weer bovengronds. Vervolgens stroomt het water via het slotenstelsel in de Velperwaarden af via de Hank op de IJssel (naar De Klein & Van Vilsteren 1995).

4.4.2 Bedding

De oevers van de Rozendaalse beek zijn op de meeste trajecten beschoeid met slechts plaatselijk onbeschoeide gedeelten. Op sommige trajecten is de beschoeiing vervallen of van grove structuur. Over de hele beeklengte zijn 11 in de beek wortelende bomen geteld, waarvan 5 nog jonge boompjes met weinig wortels. De breedte varieert van 1 tot 2 meter met uitzondering van de vijvers die tot 25 meter breed zijn. De diepte varieert van 10 tot 30 cm met locaties tot 150 cm (bijlage 4). De vijvers I, V, VI, VII, IX tot en met XV zijn geheel beschoeid, waarbij de beschoeiing in de vijvers V en XIV grotendeels bestaat uit grove structuren. De overige vijvers zijn gedeeltelijk onbeschoeid.

4.4.3 Substraatmozaïeken

Het substraat van de Rozendaalse beek en de vijvers bestaat uit leem en/of zand (conform de bodemsamenstelling van de omgeving). Op de beekbodem is een zandlaag aanwezig. Er is erg weinig vegetatie in de beek. In de vijvers is meer vegetatie aanwezig, vooral in IV, VI, VII en de bosvijver. De hoeveelheid wortels en takken is zowel in de beek als in de vijvers miniem. De hoeveelheid blad in de beek varieert per traject van zeer veel tot verwaarloosbaar klein. In de vijvers is, met uitzondering van de vijvers I en VI, minder blad aanwezig. Plaatselijk komen naast zand grind, grof en fijn organisch materiaal voor. Op enkele beektrajecten en vijvers in Velp komt veel slib voor. Zowel in de vijvers als op enkele beektrajecten zijn dakpannen en/of stenen aangebracht ten behoeve van de rivierkreeft.



Figuur 5. Codering beektrajecten en vijvers van de Rozendaalse beek overeenkomstig met De Klein en Van Vilsteren (1995). Bij de vijvers is een code in Romeinse cijfers toegevoegd.

4.5 Stoffen Rozendaalse beek

De chemische toestand van de Rozendaalse beek is gemonitord door het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland (ZOG). De gegevens omvatten, met enkele onderbrekingen, de periode vanaf 1983 tot en met 1994. Daarnaast zijn gegevens van 1974 bekend (bijlage 10 en 11).

4.5.1 Zuurstof en organisch materiaal

De zuurstofgehalten (percentage en hoeveelheid) vertonen een vrij geringe schommeling tussen 80-100 % (8-13 mg/l), behalve in de sprengvijver. De lage gehalten op dit laatste punt zijn een gevolg van het zuurstofarme water dat in de spreng dagzoomt, het geringe debiet en de grote hoeveelheid blad (zuurstofconsumptie door afbraak).
Het ammoniumgehalte indiceert oligo- tot ß-mesosaprobe omstandigheden. Alleen benedenstrooms (Taveerne) treden in 1994 -mesosaprobe niveaus op.

4.5.2 Voedingsstoffen

Het fosfaatgehalte van de Rozendaalse beek indiceert hypertrofe omstandigheden, alleen in de sprengkop komen soms eutrofe niveaus voor. Ook het totaal stikstofgehalte indiceert eu- tot hypertrofe omstandigheden. Vergelijking van de stikstofgehalten aan het einde van het park vanaf 1985 alsmede latere waarnemingen meer benedenstrooms en in de sprengvijver, laten een verhoging zien. Dit komt vooral tot uiting in het nitraatgehalte dat bij de uitloop van het kasteel voor 1985 nog laag was en oligo- tot mesotrofie indiceerde. De latere waarden duiden op hypertrofie.

4.5.3 Macro-ionen

De elektrische geleidendheid van de Rozendaalse beek duidt op oligo- tot ß-meso-ionisch water. De gemeten waarden vertonen een geringe maar geleidelijke toename. Het chloride gehalte vertoont dezelfde tendens. Voor de Rozendaalse beek blijkt over de laatste twintig jaar het calcium-, kalium-, bicarbonaatgehalten en elektrisch geleidingsvermogen te zijn toegenomen.

De omzetting van heide en stuifzand naar bos rond de eeuwwisseling kan een verhoogde evapotranspiratie en daarmee een verhoogde ionenconcentratie tot gevolg hebben. Sulfaat kan als gevolg van droge depositie toegenomen zijn. De toename van het kation calcium kan een gevolg zijn van de toename van de anionen nitraat en sulfaat (Reuss & Johnson 1986). Deze toename leidt eveneens tot een toename van het elektrisch geleidingsvermogen. Bij de Rozendaalse beek blijkt sulfaat niet te zijn toegenomen maar nitraat duidelijk wel.

In Van Dam et al. (1993) blijkt de macro-ionensamenstelling van de Beekhuizense beek te wijzen op lithoclien water. "Vermoedelijk is dat een gevolg van de samenstelling van de ondergrond, die hier veel löss bevat (Vink 1949)". Dit gegeven is waarschijnlijk ook op de Rozendaalse beek van toepassing.

4.5.4 Microverontreinigingen

IWACO (1995) concludeert voor de waterbodem; "in de Rozendaalse beek, de vijvers en de beekoevers zijn verhoogde concentraties PAK, kwik en koper aangetroffen. Door het ZOG zijn eerder ook nog nikkel en zink in verhoogde concentraties gemeten. De onderzoeksresultaten duiden sterk op de aanwezigheid van één verontreinigingsoorzaak die verantwoordelijk is voor het aangetroffen diffuse verontreinigingsbeeld in en naast de beek. Mogelijk is er hierbij sprake van afstromend regenwater van de bovenstrooms gelegen Kerklaan, beïnvloeding door aanwezige beschoeiing of atmosferische depositie. In de 2 eerste gevallen zou de verontreiniging buiten de beek ook kunnen zijn ontstaan door het op het land brengen van verontreinigd slib uit de beek."

Het Zuiveringschap Oostelijk Gelderland heeft sinds 1986 meerdere malen de gehalten aan zware metalen gemeten (bijlage 12). Deze gehalten kunnen vergeleken worden met de huidige norm (Derde Nota Waterhuishouding; Evaluatienota water 1994) of gehalten zoals gemeten in het grondwater op de Veluwe (tabel 2).

Tabel 2. Spoorelementen (µg/l) in grondwater (Commissie Infiltratie Veluwe 1976) en hun normwaarde (Derde Nota Waterhuishouding; Evaluatienota water 1994).

	ondiep	*diep (> 80 m)*	*norm*
chroom	<1 - 5	1 - 5	20
koper	2 - 50	2 - 50	3
lood	1 - 25	1 - 25	25
zink	5 - 150	25 - 200	30
cadmium	0,1 - 1,0	0,1 - 2,0	0,2
nikkel	1 - 12	1 - 12	10
kwik			0,03
arsenn			10

Voor een aantal zware metalen treden incidenteel overschrijdingen van de normwaarde op, echter de gehalten blijven steeds binnen de waarden gemeten in ondiep en diep grondwater van de Veluwe.

Voor de Rozendaalse beek zijn het aantal overstortingen gemeten. Beide overstorten aan de Overbeeklaan storten respectievelijk 20,3 en 40,6 keer per jaar over met een tijdsduur per overstorting van respectievelijk 5.54 hr en 0.31 hr. Voldoende om gedurende een aantal uren tijdens en na de overstorting het vijver- en beekmilieu, met name ten aanzien van de zuurstofhuishouding, te verstoren. Ook komen op deze wijze microverontreinigingen in de beekbodem terecht. In 1996 zijn de overstorten opgeheven in het kader van een REGIWA-project.

4.6 Soorten Rozendaalse beek

4.6.1 Macrofyten

Benning et al. (1989) melden het voorkomen van sterrekroos (*Callitriche sp.*), waterpest (*Elodea sp.*) en fonteinkruid (*Potamogeton sp.*) in de beek. Waarbij wordt opgemerkt dat beide laatst genoemde soorten inmiddels zijn verdwenen. Verder meldt het Staatsbosbeheer in 1984 het voorkomen van *Potamogeton alpinus* in de vijvers.

4.6.2 Macrofauna

De macrofauna is in 1963, 1974 en 1992 onderzocht (bijlage 13). In 1963 betrof het een kwalitatieve platworminventarisatie. Ook in 1974 was het onderzoek betrekkelijk extensief. Bij een vergelijking met de toestand van 1992 moet daarom worden bedacht dat het 'verschijnen' van soorten meestal een gevolg is van een meer grondige werkwijze. Het verdwijnen van soorten daarentegen kan een gevolg zijn van veranderende milieuomstandigheden.
In 1978 trof Willemsen *Sigara hellensi*, een zeldzame waterwants uit beken, aan. Opvallend is het gezamenlijk voorkomen van drie vlokreeften; *Gammarus pulex, G. fossarum en G. roeselii* (Venema 1975).
In 1992 ontbreken alle, eerder aangetroffen, in Nederland meer bijzondere rheofiele soorten zoals *Agapetus fuscipes, Eukiefferiella gr. discoloripes, Gammarus fossarum, Halesus digitatus, Hydropsyche angustipennis, Odagmia ornata, Potamophylax latipennis* en *Policelis felina*. De nog aangetroffen soorten duiden op een stromende maar meer beïnvloede beek. Verder blijkt dat de meer karakteristieke beekbewoners voornamelijk nog gevonden worden in het bovenstroomse gedeelte terwijl meer benedenstrooms slechts nog algemene soorten talrijk zijn die duiden op organisch belaste omstandigheden.
Op basis van de macrofaunasamenstelling blijkt de Rozendaalse beek de laatste twintig jaar te zijn genivelleerd.

4.6.3 Astacus astacus

In de Rozendaalse beek is nog een kleine populatie *Astacus astacus* aanwezig. Voor 1986 was deze populatie veel groter (tabel 10). Inventarisatie van omvang en samenstelling van de huidige populatie met de vang-en-terugvang methode bleek niet mogelijk. Bij deze methode wordt een aantal dieren gevangen, gemerkt en teruggezet. Na enige weken wordt opnieuw een aantal dieren gevangen. Met behulp van de verhouding tussen het aantal gemerkte en ongemerkte dieren bij de tweede vangst kan een populatieschatting worden gemaakt. Het aantal individuen in de beek en de vijvers is te gering voor toepassing van deze methode. Om toch enig inzicht te verkrijgen in de verblijfplaatsen en de samenstelling van de populatie zijn enige vangsten met de hand gedaan. Daarnaast is op 17-07-96 een nachtelijke telling uitgevoerd. Bij deze nachtelijke telling zijn geen kreeften waargenomen in de vijvers en de Korte beek in park Rosendael. De resultaten van deze waarnemingen staan in tabel 3.

Tabel 3. Astacus astacus gevangen in de Rozendaalse beek.

Datum	Plek	♂/♀	Lengte	Breedte	Gewicht	Opmerkingen
13-09-95	tussen XIII en XV	♂		3,03 cm		mist 1 schaar
20-09-95	XIV	♀	9,3 cm	2,34 cm	28 g	1 kleine schaar
20-09-95	XIV	♀	8,4 cm	1,86 cm	12 g	lichte vlek op rug
20-09-95	XIV	♀	8,4 cm	2,01 cm	18 g	
20-09-95	tussen XIII en XV	♀	9,0 cm	2,27 cm	22 g	1 kleine schaar
12-04-96	XIV	♀	9,0 cm	2,3 cm	27 g	met eieren
12-04-96	tussen XIII en XV	♂	8,0 cm	2,1 cm	20 g	mist links schaar looppoot 1, rechts looppoten 3 en 4
12-04-96	XII	♂	5,5 cm	1,35 cm	5 g	jong exemplaar
12-06-96	XIII	♂	7,0 cm	1,9 cm	13 g	dood exemplaar
13-06-96	XIII	♂	5,8 cm	1,36 cm	5 g	mist rechts looppoot 1
13-06-96	XIII	♀	4,9 cm	1,10 cm	3 g	
13-06-96	XIII	♀	3,5 cm	1,38 cm	1 g	
13-06-96	XIII	♀	3,7 cm	0,89 cm	1 g	mist rechts looppoot 5
13-06-96	XIII	♀	3,2 cm	0,80 cm	< 1g	mist links schaar looppoot 1
19-06-96	X	♀	10,0 cm	2,70 cm	39 g	linker schaar klein; eitjes in een ver stadium
19-06-96	X	♂	8,7 cm	2,39 cm	29 g	
19-06-96	X	♂	9,0 cm	2,31 cm	21 g	gele stipjes, linker schaar klein
19-06-96	X	♀	6,4 cm	1,70 cm	9 g	juist vervelt, blauwig, zacht, linker schaar klein
19-06-96	X	♀	6,0 cm	1,31 cm	5 g	
19-06-96	X	♀	5,1 cm	1,11 cm	2 g	
19-06-96	X	♀	4,3 cm	0,9 cm	1 g	
19-06-96	X	♂	6,8 cm	1,68 cm	9 g	
17-07-96	XIII					1 kreeft waargenomen, mist rechter schaar
17-07-96	XIV					7 kreeften waargenomen

De meest bovenstroomse plek waar op deze wijze kreeften zijn waargenomen is de vijver in traject 8. Opvallend hierbij is dat zich 8 kreeften bevonden onder 1 boomstronk, de enige habitatstructuur in een volledig beschoeide vijver. De lengte van de aangetroffen kreeften varieert van 3,2 cm tot 10 cm en het gewicht van < 1 g tot 39 g. De groeisnelheid is, onder invloed van temperatuur en voedselaanbod, geografisch verschillend. Hierdoor is het niet mogelijk de leeftijd van de individuen exact te bepalen. De lengten en de gewichten van de gevangen dieren geven wel aan dat in de populatie individuen van 1 tot circa 6 jaar aanwezig zijn. Ook zijn vrouwtjes met eieren aangetroffen. Hieruit mogen we concluderen dat ook de afgelopen jaren jongbroed tot wasdom is gekomen. Bij veel dieren ontbreken één of meerdere poten of zijn in regeneratie.
Op 12 en 13 juni 1996 zijn in vijver XIII twee exemplaren van *Orconectus limosus* aangetroffen. Deze dieren zijn naar het ID-DLO gestuurd om vast te stellen of ze besmet zijn met *Aphanomyces astaci*. Op geen van beide dieren is deze schimmel aangetroffen.

4.6.4 Vissen

Op 5 en 6 maart 1992 is door de OVB een bemonstering van de vijvers van park Rosendael uitgevoerd. De visbezetting in de vijvers wordt relatief hoog genoemd. Dit in tegenstelling tot de te verwachten lage visstand in sprengenvijvers. Het grootste deel van de vangst, zowel in aantal (34%) als in gewicht (89%), bestond uit blankvoorn (tabel 4). De groei van de witvis is relatief langzaam. Dit wordt toegeschreven aan onvoldoende voedsel voor de hoge visstand. Kleine beekvissen als bermpjes en modderkruipers zijn niet aangetroffen.

Bij de nachtelijke telling van *Astacus astacus* werden binnen 1 uur 6 grote palingen gezien in de vijvers van park Rosendael.

Tabel 4. Verdeling van gevangen vissoorten op 5 en 6 maart 1992.

Vissoort	aantal	hoeveelheid (in kg)
Blankvoorn	8439	194,51
Ruisvoorn	9	2,38
Brasem	397	109,31
Karper	34	164,60
Snoek	100	69,76
Baars	475	15,76
Paling	38	11,75
Totaal	9492	568,07

4.6.5 Overige organismengroepen

Willemsen et al. (1978) bepaalden met behulp van plankton de saprobiegraad van de kasteelvijvers. De kwaliteit bleek steeds ß-meso- tot oligosaproob.

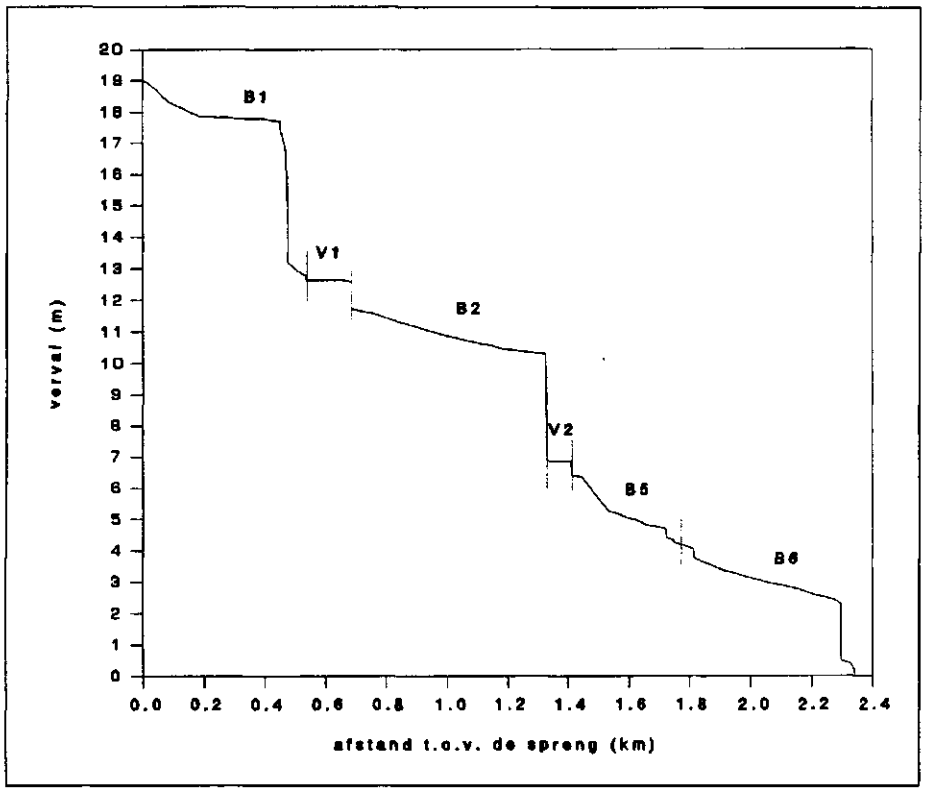
4.7 Stroming Beekhuizense beek

4.7.1 Grondwaterhydrologie

Voor inzicht in de grondwaterhydrologie van de Beekhuizense beek wordt verwezen naar die van de Rozendaalse beek. Evenals bij de Rozendaalse beek wordt de Beekhuizense beek gevoed vanuit een schijngrondwaterpakket (naar Heidemij 1980).

4.7.2 Oppervlaktewaterhydrologie

De Beekhuizense beek ontspringt in een sprengkop (± 7 m beneden maaiveld) en wordt in de bovenloop mede gevoed door enkele kwelzones en natuurlijke brongebieden. Via een opgeleid beektraject komt de beek in de grote vijver nabij het voormalig hotel Beekhuizen. Hier is eveneens een belangrijke kwelzone gelegen.
De Beekhuizense beek bevat diverse stuwen, enkele watervallen en vijvers (bijlage 14 en 17. De watervallen worden voorafgegaan door opgeleide trajecten om voldoende verval te creëren. Het verval is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6. Verval Beekhuizense beek vanaf spreng tot einde traject 6.

Door IBN-DLO zijn een aantal debietmetingen uitgevoerd op 6 januari 1996. Deze metingen vonden plaats na een langdurig droge periode. Meer meetgegevens ontbreken vooralsnog.

datum	debiet l/s	plaats
6-1-1996	1,09	direct na eerste spreng
6-1-1996	2,61	voor vijver V1
6-1-1996	10,5	na vijver V1
6-1-1996	13,2	einde traject 2
6-1-1996	21,5	begin traject 5
6-1-1996	20,9	einde traject 6

Theoretisch zou de beek indien alle neerslag tot afvoer kwam bij een inzijggebied van 175 ha en een gemiddeld neerslagoverschot van 250 mm een gemiddeld debiet van 13,9 l/s geven.

4.7.3 Hydraulica

Het stromingskarakter van de Beekhuizense beek is vrij natuurlijk en wordt gekenmerkt door variaties in de stroomsnelheid (De Klein & Van Vilsteren 1995). De stroomsnelheid varieert gemiddeld van 10 tot 70 cm/s (bijlage 15).

4.8 Structuren Beekhuizense beek

Voor de Beekhuizense beek zijn inventarisaties aan structuurkenmerken uitgevoerd door Stouten (1982) en De Klein en Van Vilsteren (1995). In januari en juli 1996 zijn door IBN-DLO kwantitatieve opname gemaakt van de belangrijkste structuren voor *A. astacus*. De opnamen zijn gemaakt in de trajecten 1 tot en met 6 en de vijvers V1 en V2. Bij de beschrijving zijn de sprengkoppen buiten beschouwing gelaten. In figuur 7 is de nummering van de beektrajecten en vijvers van de Beekhuizense beek aangegeven. Alle inventarisaties zijn samengevat in bijlage 16, 17 en 18.

4.8.1 Tracé

De Beekhuizense beek is ruim 3 km lang. De beek volgt vanaf de sprengkop op vrij natuurlijke wijze haar weg door een voormalig erosiedal. Dit erosiedal is gelegen in bos en is beschaduwd De beek stroomt door 1 kleine en 2 grotere vijvers (V1 en V2). In de laatste vijver mondt een bronbeekje uit. Vervolgens loopt de beek langs de bebouwde kom van Velp en over de terreinen van kasteel Biljoen. De beek is hier opgeleid en ligt plaatselijk boven maaiveld in open landschap. Via sloten en de Hank komt de beek tenslotte in de IJssel.

4.8.2 Bedding

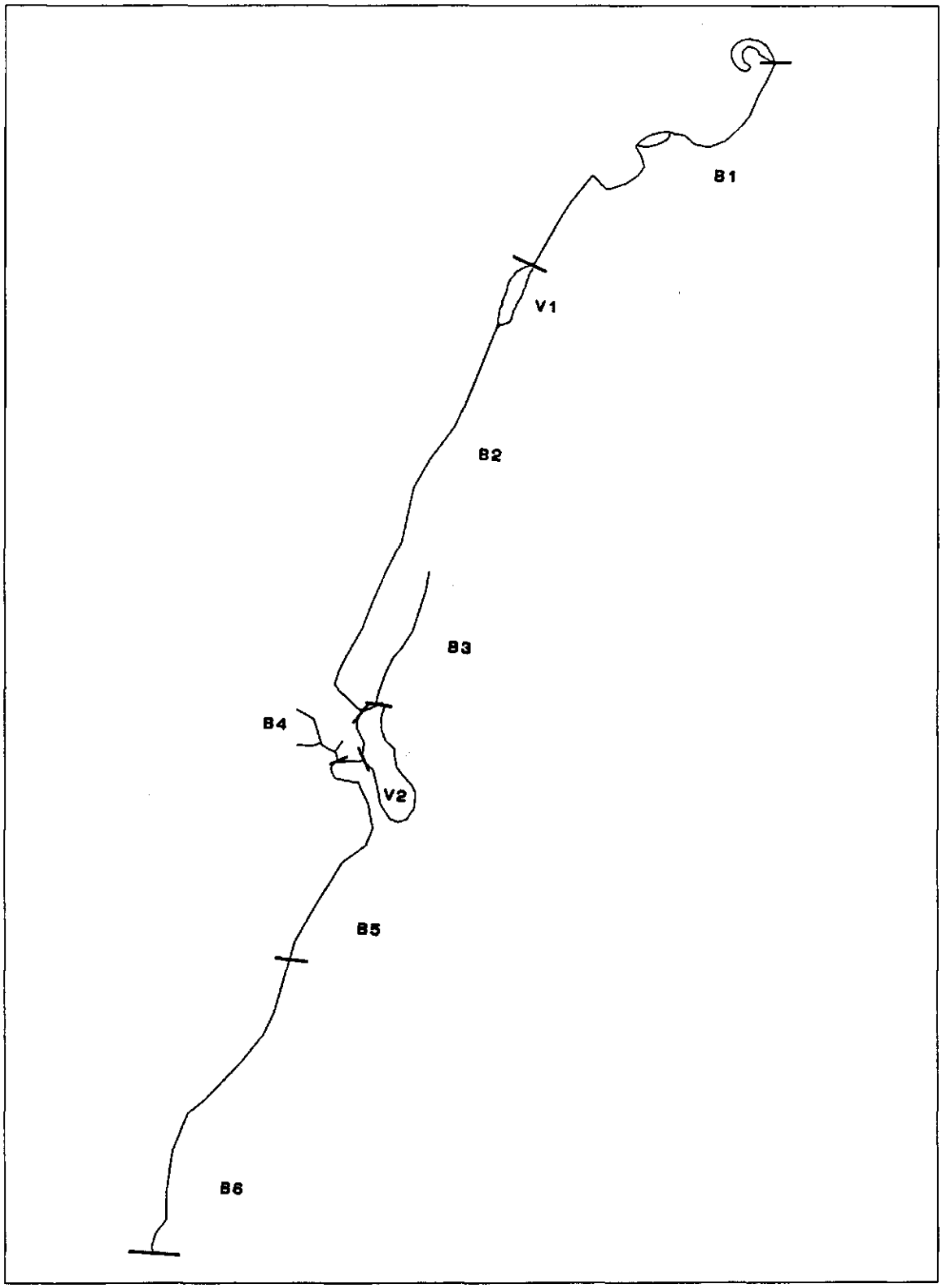
De oevers van de Beekhuizense beek hebben op veel trajecten een natuurlijk karakter, een flauw talud en zijn, evenals de vijvers slechts op enkele plaatsen beschoeid. In de trajecten 1 tot en met 6 (2705 m) zijn 106 in de beek wortelende bomen geteld. De beek is circa 0.4 tot 3,5 meter breed met uitzondering van de vijvers (tot 12.5 m). De diepte varieert van 5 tot 95 cm (bijlage 15).

4.8.3 Substraatmozaïeken

Het substraat van de Beekhuizense beek en vijvers bestaat evenals in de Rozendaalse beek uit leem en/of zand (conform de bodemsamenstelling van de omgeving). Ook hier is op de beekbodem een zandlaag aanwezig. Op alle trajecten en in de vijvers is tamelijk veel blad aanwezig. In beektraject 1 en vijver 2 is meer dan 7 % wortels aanwezig. Bovendien zijn in beide vijvers vergelijkbare hoeveelheden takken aanwezig. In de andere trajecten zijn niet veel wortels en takken. In de beek is een redelijke hoeveelheid en in de vijvers is vrij veel organisch materiaal. Met name op traject 6 is in ruime mate grind aanwezig.

4.9 Stoffen Beekhuizense beek

De chemische toestand van de Beekhuizense beek is gemonitord door het Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland. De gegevens omvatten, met enkele onderbrekingen, de periode vanaf 1983 tot en met 1994. Daarnaast zijn analyses bekend uit de jaren 1956, 1974 en 1982 (bijlage 19, 20 en 21).



Figuur 7. Beektrajecten en vijvers van de Beekhuizense beek.

4.9.1 Zuurstof en organisch materiaal

In de sprengkop is het zuurstofgehalte laag (1.6-4 mg/l). In de rest van de beek is het zuurstofgehalte redelijk constant tussen de 8.9 en 12.6 mg/l (88-107 %). Het ammoniumgehalte duidt op een ß-mesosaproob milieu.

4.9.2 Voedingsstoffen

Op basis van het totaal fosfaatgehalte schommelt de beek tussen meso- en hypertrofie. Het totaal stikstofgehalte duidt in de sprengkop op eutrofie maar meer benedenstrooms op hypertrofie. Het nitraatgehalte duidt op ß-meso-trofie, het orthofosfaat op oligo-mesotrofie. Er is geen sprake van een gericht verloop in de tijd, behalve de weinige waarden uit 1956 die duiden op een oligotroof milieu. Opvallend zijn de veel hogere waarden gemeten in 1981/82.

4.9.3 Macro-ionen

Het beekwater is constant ß-meso-ionisch, in 1956 was het nog oligo-ionisch. Ook het calcium- en magnesiumgehalte is sinds 1956 gestegen. Calciumwaarden schommelen tussen de 19-56 mg/l. Uit gegevens van Van Dam et al. (1993) blijkt de macro-ionensamenstelling van de Beekhuizense beek te wijzen op lithoclien water. "Vermoedelijk is dat een gevolg van de samenstelling van de ondergrond, die hier veel löss bevat (Vink 1949)".

4.9.4 Microverontreinigingen

Gegevens over microverontreinigingen ontbreken vooralsnog.

4.10 Soorten Beekhuizense beek

4.10.1 Macrofyten

Van de volgende soorten zijn waarnemingen bekend; paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolium*), bittere veldkers (*Cardamine amara*), bronkruid (*Montia fontana*), veenstaartje (*Philonotis fontana*), klimopwaterranonkel (*Ranunculus hederaceus*) en de schimmel het mijtertje (*Mitrula paludosa*) (Bening et al. 1989). Deze soorten duiden allen op een nog natuurlijk bronmilieu.

4.10.2 Macrofauna

De macrofaunasamenstelling van de Beekhuizense beek is rijk en karakteristiek voor bronbeken en beekbovenlopen. In het onderzoek van 1986 zijn een aantal bijzondere soorten kokerjuffers aangetroffen die later niet meer zijn gevonden. Dit onderzoek was speciaal op deze groep gericht zodat mogelijk deze bijzondere soorten, in lage aantallen, nog steeds voorkomen. Het betreft onder andere *Adicella reducta, Agapetus fuscipes, Agraylea multipunctata, Ceraclea sp., Chaetopteryx villosa, Hydropsyche angustipennis, Hydropsyche contubernalis, Lype phaeopa, Lype reducta, Silo nigricornis, Wormaldia subnigra, Tinodes assimilis.* Veel van deze soorten zijn in hun verspreiding waar-

schijnlijk beperkt tot de watervallen en stroomversnellingen. Een belangrijke reden om voorzichtig met de watervallen om te gaan (bijlage 22).

4.10.3 Astacus astacus

In de Beekhuizense beek komt *Astacus astacus* niet voor. Ook is er geen enkele melding bekend van de aanwezigheid van de rivierkreeft in het verleden.

4.10.3 Diatomeeën

In het onderzoek van van Dam et al. (1993) wordt de Beekhuizense beek gekenschetst als soortenrijk, met veel bijzondere soorten die ook in Noordwesteuropees verband zeldzaam zijn. De soorten *Achnanthes daui, Achnanthes kranzii, Navicula concentrica* en *Navicula menisculus var. grunowii* zijn in dit onderzoek zelfs voor het eerst in Nederland aangetroffen.

4.10.4 Vissen

De Commissie Infiltratie Veluwe (1976) meldt het voorkomen van de beekforel in Beekhuizense beek.

5 GESCHIKTHEID ROZENDAALSE BEEK EN BEEKHUIZENSE BEEK VOOR *ASTACUS ASTACUS*

5.1 Systeemvoorwaarden *(tabel 5)*

5.1.1 Beektype

Het watertype waar *A. astacus* van nature hoofdzakelijk voorkomt betreft grotere beken en kleine rivieren. Voor kweekdoeleinden is deze soort in de loop der eeuwen veelvuldig uitgezet in stilstaande wateren. Daar blijkt hij goed te overleven als de waterkwaliteit goed is en als het water in de winter niet tot de bodem dichtvriest.
De Rozendaalse beek en Beekhuizense beek zijn beide sprengenbeken. Sprengen- en bronbeken hebben in het algemeen, door de constante aanvoer van grondwater, een relatief constante watertemperatuur. Hierdoor blijft 's-zomers het water te koud voor de ontwikkeling van jonge kreeften. Echter door de aanwezigheid van meerdere relatief ondiepe vijvers in beide beken wordt het water in de zomer voldoende opgewarmd, terwijl de doorstroming in de winter voorkomt dat het ondiepe water tot de bodem dichtvriest. Als watertype zijn de beken in samenhang met de vijvers dus geschikte leefgebieden. In beide beken moeten de trajecten bovenstrooms van de eerste grotere vijver echter als ongeschikt habitat worden beschouwd, omdat de watertemperatuur hier in de zomerperiode te laag blijft.

5.1.2 Geohydrologie

De Rozendaalse beek en Beekhuizense beek worden gevoed vanuit een schijngrondwaterpakket. De bergingscapaciteit van dit pakket is voldoende groot om ook in droge jaren continu water te leveren. Van de Rozendaalse beek is bekend dat in droge jaren de aanvoer minder is, zoals is gebleken in de jaren 1974 en 1980. De bovenste sprengkop, en in 1980 ook de bovenste vijver, viel toen droog. Vanaf de tweede vijver bleef het systeem watervoerend, hetgeen voor *A. astacus* een eerste vereiste is. Omvorming van naald- naar loofbos in het inzijggebied kan de watervoerendheid verder optimaliseren.

5.1.3 Hoogteverschillen

A. astacus leeft vooral in het laagland waar de helling niet meer dan 4,4 % bedraagt. De Rozendaalse beek overbrugt, vanaf de hoofdspreng tot en met traject 14, een hoogteverschil van 30 m over 3009 m hetgeen een hellingspercentage van 1,0 % inhoudt. De Beekhuizense beek overbrugt, vanaf de bovenste spreng tot en met traject 6, een hoogteverschil van 19 m over 2340 m hetgeen een hellingspercentage van 0,8 % inhoudt. Door de aanwezige stuwen en watervallen in beide beken verloopt het verval echter sprongsgewijs. Zowel het ongestuwde verval, als het verval tussen de stuwen voldoet aan de habitateisen van *A. astacus*.

5.1.4 Bodem

Om aan de levensvoorwaarden van *A. astacus* te voldoen moeten de bodem en oevers voldoende schuilplaats kunnen verschaffen. Dit is het geval als de textuur van de bodem van dien aard is dat *A. astacus* er holletjes in kan graven en/of er voldoende grof grind en stenen aanwezig zijn waar tussen de kreeft een schuilplaats kan vinden. Zowel de Rozendaalse beek als Beekhuizense beek zijn gelegen op loopodzolgronden. De aanwezigheid van leem in deze gronden maakt de bodem voor *A. astacus* geschikt om in te graven.

Tabel 5. Geschiktheid Rozendaalse beek en Beekhuizense beek als leefgebied voor Astacus astacus op basis van de (voor deze soort) belangrijkste systeemvoorwaarden.

SYSTEEMVOORWAARDEN			habitateis *A. astacus*	situatie Rozendaalse beek	situatie Beekhuizense beek	geschiktheid Rozendaalse beek voor *A. astacus*	geschiktheid Beekhuizense beek voor *A. astacus*
	Klimaat	*Temperatuur*					
		zomer	3 mnd > 15 °C, max. 26 °C	± 3 mnd 15-18 °C	enkele zomermetingen > 15 °C	goed	onvoldoende gegevens
		winter	geen volledige bevriezing	geen volledige bevriezing	geen volledige bevriezing	goed	goed
		Neerslag					
		pH	6,5-9,0	7,0-8,8	7,1-7,9	goed	goed
		droogvalling	---	---	---	goed	goed
	Geomorfologie-	*Watertype*					
		laagland beken	+++	+++	+++	goed	goed
		vijvers	+++	+++	+++	goed	goed
		Helling	< 4,4 %	1,0 %	0,8 %	goed	goed
		Bodem					
		lemig	+++	+++	++	goed	goed
		zand	++	++	+++	goed	goed
		grof grind	++	+	++	goed	goed
		stenen	++	+	+	goed	goed
		gevarieerd	++	-	-	onvoldoende	onvoldoende

Legenda:

	in kolom Astacus:	*in kolom beken:*
+++	sterke voorkeur	ruim aanwezig
++	voorkeur voor	voldoende aanwezig
+	komt ook voor	nauwelijks aanwezig
-	_____	afwezig
---	sterke afkeer van	_____

5.2 Stroming *(tabel 6)*

5.2.1 Oppervlaktewaterhydrologie

De hogere watervallen en stuwen in de Rozendaalse beek vormen een migratiebarrière voor *A. astacus* in stroomopwaartse richting. De soort leeft echter sterk plaats gebonden. Alleen bij dicht bevolkte populaties migreren de jonge kreeften over wat grotere afstanden, opzoek naar een geschikte schuilplaats. Tegelijkertijd zorgen deze migratiebarrières voor isolatie van de populatie. Het is waarschijnlijk aan deze isolatie te danken, dat de populatie van de Rozendaalse beek in het verleden gevrijwaard is gebleven van de kreeftenpest. Ook de Beekhuizense beek bevat watervallen en stuwen. Het is niet bekend of *A.*

astacus ooit in de Beekhuizense beek aanwezig is geweest en de barrières onvoldoende zijn geweest om bescherming te bieden tegen de kreeftenpest. Wel kan gesteld worden dat de aanwezigheid van de stuwen en watervallen het onmogelijk maken dat de populatie uit de Rozendaalse beek zich op natuurlijke wijze zal uitbreiden naar de Beekhuizense beek.

5.2.2 Hydraulica

A. astacus leeft in langzaam stromend (< 30 cm/s) tot stilstaand water. De voorkeur voor stromend water betreft niet de stroming zelf maar de gevolgen van de stroming in een water, met name de hoge zuurstofgehalten, de variatie aan substraten en het niet dicht vriezen. De stroomsnelheden in de Rozendaalse beek blijven overal beneden de 30 cm/s. In de Beekhuizense beek zijn op sommige trajecten wat hogere stroomsnelheden gemeten, tot maximaal 70 cm/s. Deze hogere snelheden zijn echter beperkt tot de stroomdraad van de beek, dus daar waar de kreeft zich doorgaans niet ophoudt. Hoewel deze stroomsnelheden voor *A. astacus* niet optimaal zijn, zijn ze zeer waarschijnlijk niet beperkend.

Tabel 6. Geschiktheid Rozendaalse en Beekhuizense beek als leefgebied voor Astacus astacus op basis van de (voor deze soort) belangrijkste variabelen voor stroming.

			habitatei *A. astacus*	situatie Rozendaalse beek	situatie Beekhuizense beek	geschiktheid Rozendaalse beek voor *A. astacus*	geschiktheid Beekhuizense beek voor *A. astacus*
STROMING	Grondwater	toevoer	continu	continu	continu	goed	goed
	Hydrologie	max. diepte in m	< 30	0,80	0,95	goed	goed
		opp. stilst. in ha	< 50	vijvers < 50	vijvers < 50	goed	goed
	Hydraulica	stroomsnelheid in cm/s	< 30	10-30	5-45	goed	goed
		stromend	+++	+++	+++	goed	goed
		stilstaand	+++	+++	++	goed	goed

Legenda:

	in kolom Astacus:	*in kolom beken:*
+++	sterke voorkeur	ruim aanwezig
++	voorkeur voor	voldoende aanwezig

5.3 Structuren *(tabel 7)*

Bij de beoordeling van de geschiktheid van de structuren in de Rozendaalse beek worden de trajecten 1, 2 en 3 buiten beschouwing gelaten. Deze trajecten liggen bovenstrooms van de eerste vijver en zijn op grond van de systeemvoorwaarden al als ongeschikt beoordeeld. Hetzelfde geldt voor de trajecten 1 en 4 van de Beekhuizense beek.

5.3.1 Tracé

A. astacus leeft bij voorkeur in een kronkelend tracé, omdat door een kronkelend lengteprofiel een gevarieerd stromingspatroon en dientengevolge een gevarieerd substraat ontstaat. Het lengteprofiel van zowel de Rozendaalse beek als van de Beekhuizense beek is vrij recht en dus niet optimaal voor de kreeft.

Tabel 7. Geschiktheid Rozendaalse en Beekhuizense beek als leefgebied voor Astacus astacus op basis van de (voor deze soort) belangrijkste variabelen voor structuren.

			habitateis *A. astacus*	situatie Rozendaalse beek	situatie Beekhuizense beek	geschiktheid Rozendaalse beek voor *A. astacus*	geschiktheid Beekhuizense beek voor *A. astacus*
STRUCTUREN	Tracé	kronkelend	+++	+	+	onvoldoende	onvoldoende
	Bedding	gevarieerde oever	+++	-	+	zeer onvoldoende	matig
		onderspoelde oever	+++	-	+/-	zeer onvoldoende	plaatselijk voldoende
		beschaduwing	+++	-	+/-	zeer onvoldoende	onvoldoende
		graafmogelijkheden	+++	+/-	++	zeer onvoldoende	redelijk
		schuilmogelijkheden	+++	+/-	++/-	zeer onvoldoende	plaatselijk voldoende
	Substraat mozaïeken	slib	+	+/+++	++/+	plaatselijk ongeschikt	goed
		stenen	+++	+	+	onvoldoende	onvoldoende
		grof grind	+++	+	+	onvoldoende	onvoldoende
		zand	+++	++	+++	goed	goed
		blad	+++	+++	+++	goed	goed
		wortels	+++	-	+/-	zeer onvoldoende	onvoldoende
		hout	+++	-	+	zeer onvoldoende	onvoldoende
		vegetatie	30-80%	< 5%	<10%	zeer onvoldoende	onvoldoende
		detritus	+++	+	+/-	zeer matig	onvoldoende

Legenda:

	in kolom Astacus:	*in kolom beken:*
+++	sterke voorkeur	ruim aanwezig
++	voorkeur voor	voldoende aanwezig
+	komt ook voor	nauwelijks aanwezig
-	wordt gemeden	afwezig

5.3.2 Bedding

Met name het oeverprofiel moet *A. astacus* schuilmogelijkheden verschaffen. Ideaal hiervoor zijn lemige oevers om in te graven, onderspoelde oevers, oevers met veel boomwortels, stronken en keien. Daarnaast zoekt de kreeft zijn schuilplaats ook nog bij voorkeur op beschaduwde plaatsen. Hoewel de oevers van de Rozendaalse beek overal voldoende leem bevatten om schuilplaatsen in te graven, zijn op de meeste trajecten de oevers ontoegankelijk voor de kreeft door een dichte beschoeiing. Het zeer geringe aantal bomen langs de beek bieden met hun wortelstelsels geen compensatie en onvoldoende schaduw. De aangebrachte dakpannen en stenen zijn onvoldoende om een levensvatbare populatie te herbergen en bovendien erg gevoelig voor versto-

ring. De situatie in de Beekhuizense beek is gunstiger. Hoewel de oevers hier iets minder leem bevatten bieden ze de kreeft meer graafmogelijkheden doordat ze grotendeels onbeschoeid zijn. Ook zijn meer in de beek wortelende bomen aanwezig. Met betrekking tot de bedding moet de Rozendaalse beek als ongeschikt worden beoordeeld en de Beekhuizense beek als matig tot redelijk geschikt, afhankelijk van het traject.

5.3.3 Substraatmozaïeken

Het totaal aan substraatmozaïeken moet naast schuilmogelijkheden ook voldoende voedsel verschaffen aan alle levensstadia van de kreeft. Als voedsel zijn blad, organisch materiaal en detritus, met aanhangende organismen, belangrijk. Daarnaast speelt de vegetatie een belangrijke rol. Vegetatie dient de kreeft tot voedsel, maar biedt ook schuilplaats aan de jonge kreeften. De variatie aan bodemsubstraten in beide beken is verre van optimaal. Belangrijke structuurvormende elementen als wortels en dood hout zijn nauwelijks aanwezig, maar vooral de zeer geringe hoeveelheid vegetatie vormt een beperking voor de kreeften. In de Beekhuizense beek, vooral in vijver V2 is meer substraatvariatie aanwezig dan in de Rozendaalse beek.

5.4 Stoffen *(tabel 8)*

5.4.1 Macro-ionen

Voor de vorming van het exoskelet heeft *A. astacus* calcium nodig. Dit calcium neemt hij grotendeels op uit het water. Het calciumgehalte van het water moet minimaal 20 mg/l zijn om in de calciumbehoefte van de kreeft te voorzien. Het calciumgehalte in het water van de zowel de Rozendaalse beek als Beekhuizense beek ligt juist boven deze ondergrens. Het chloridegehalte in de beide beken ligt iets hoger dan de maximale waarde uit de literatuur. Deze maximale waarde is echter geen lethale waarde, maar de hoogste waarde waarbij *A. astacus* is aangetroffen. Dit laatste geldt ook voor de maximale waarde van het ijzergehalte. Samenvattend kunnen beide beken met betrekking tot de macroionen als geschikt worden beoordeeld.

5.4.2 Zuurstof en organisch materiaal

Hoewel *A. astacus* vrij hoge eisen stelt aan het zuurstofgehalte in het water, kan zowel de Rozendaalse beek als de Beekhuizense beek op dit punt als geschikt worden beoordeeld. De ammonium- en nitrietgehalten blijven in beide beken ruim beneden de grenswaarden van respectievelijk 1,58 mg/l en 0,68 mg/l. De literatuur is niet eenduidig over de mate van beperking van slib voor *A. astacus*. Waarschijnlijk vormt (organisch) slib alleen een beperking als hierdoor het zuurstofgehalte te veel daalt of als de sliblaag dermate dik is dat de kreeft er hinder van ondervindt in zijn bewegingen. De bedekkingspercentages slib op de trajecten 9, 11, 13 en 14 in de Rozendaalse beek zijn vrij hoog. Deze trajecten worden op dit punt dan ook als matig geschikt beoordeeld terwijl de overige trajecten in de Rozendaalse beek en alle trajecten in de Beekhuizense beek als geschikt worden beoordeeld.

Tabel 8. Geschiktheid Rozendaalse en Beekhuizense beek als leefgebied voor Astacus astacus op basis van de (voor deze soort) belangrijkste variabelen voor stoffen.

			habitatteis *A. astacus*	situatie Rozendaalse beek	situatie Beekhuizense beek	geschiktheid Rozendaalse beek voor *A. astacus*	geschiktheid Beekhuizense beek voor *A. astacus*
STOFFEN	Macro-ionen	EGV µs/cm	80-700	150-330	180-220	goed	goed
		Ca^{++} mg/l	> 20	23-27	19,2-32	goed	goed
		Cl^- mg/l	< 16,7	10-28	13,3-18,3	matig	matig
		Fe mg/l	< 1,2	0,2-0,5	0,04-0,94	goed	goed
	Zuurstof	O_2 mg/l	6-12	5,5-13,7	8,9-12,6	goed	goed
	Organisch materiaal	saprobie	ß-meso	oligo-ß-meso	ß-meso	goed	goed
		slib	+	+/+++	+	plaatselijk ongeschikt	goed
		NH4 mg N/l	< 1,58	0-0,6	0,1	goed	goed
		nitriet mg N/l	< 0,68	0-0,44	0-0,03	goed	goed
		mest/gier	---	?	?	geen gegevens	geen gegevens
		rioolslib	---	+	-	minder geschikt	goed
	Voedingsstoffen	ortho-P mg/l	0,0-0,22	0,01-0,23	0,01-0,04	goed, incidenteel te hoog	goed
		Nitraat mg N/l	0,15-30	0-1,8	0,35-1,9	goed	goed
		kunstmest	---	(+)?	?	onvoldoende gegevens	geen gegevens
	Microverontreinigen	land-en bosbouw chem	---	(+)?	?	onvoldoende gegevens	geen gegevens
		chem afval industrie	---	?	?	geen gegevens	geen gegevens

Legenda:

	in kolom Astacus:	*in kolom beken:*
+++	sterke voorkeur	ruim aanwezig
++	voorkeur voor	voldoende aanwezig
+	komt ook voor	nauwelijks aanwezig
-	wordt gemeden	afwezig
---	sterke afkeer van	

5.4.3 Voedingsstoffen

Met betrekking tot de gehalten aan voedingsstoffen stelt *A. astacus* geen bijzondere eisen aan zijn habitat. Beide beken zijn op dit onderdeel dan ook geschikt als leefgebied voor de kreeft, ondanks de toegenomen eutrofiëring.

5.4.4 Microverontreinigingen

Aangaande de gevoeligheid van *A. astacus* voor microverontreinigingen zijn geen kwantitatieve gegevens bekend. Wel worden zware metalen en chemische verontreinigingen uit land- en bosbouw en industrie, in algemene termen, als erg schadelijk vermeld. In de Rozendaalse beek zijn verhoogde concentraties PAK's, kwik, koper, nikkel en zink geconstateerd. Binnen het kader van dit onderzoek is het niet mogelijk te beoordelen in hoeverre deze stoffen een negatieve invloed hebben op de kreeftenpopulatie. Van de Beekhuizense beek zijn geen meetgegevens bekend.

5.5 Soorten *(tabel 9)*

5.5.1 Macrofyten

Voor kreeften vormen macrofyten een belangrijke voedselbron. Vooral de submerse vegetatie wordt gegeten. Enige tijd voor de vervelling eten kreeften waterplanten met een hoog calciumgehalte. Daarnaast vinden vooral de jonge kreeften een schuilplaats tussen de vegetatie. Het aantal macrofyten in beide beken is volstrekt onvoldoende om optimale levensomstandigheden te bieden aan een kreeftenpopulatie.

Tabel 9. Geschiktheid Rozendaalse en Beekhuizense beek als leefgebied voor Astacus astacus op basis van de (voor deze soort) belangrijkste variabelen voor soorten.

			habitateis *A. astacus*	situatie Rozendaalse beek	situatie Beekhuizense beek	geschiktheid Rozendaalse beek voor *A. astacus*	geschiktheid Beekhuizense beek voor *A. astacus*
SOORTEN	Plankton		35-45 mg/m³	?	?	onvoldoende gegevens	onvoldoende gegevens
	Macrofyten	emergent	++	+	+	onvoldoende	onvoldoende
		submers	+++	+	+	zeer onvoldoende	zeer onvoldoende
		calciumrijk	++	+	+	onvoldoende	onvoldoende
	Macrofauna	voedselbron	++	++	++	goed	goed
		predatoren	---	+	-	goed	goed
	Vissen	paling	---	++	?	onvoldoende	onvoldoende gegevens
		snoek	--	+	?	redelijk	onvoldoende gegevens
		baars	--	+	?	redelijk	onvoldoende gegevens
		forel	--	-	?	redelijk	onvoldoende gegevens
	Kreeften	Orconectus limosus	----	+	?	afhankelijk besmetting	onvoldoende gegevens
		Astacus leptodactyhus	-	?	?	onvoldoende gegevens	onvoldoende gegevens
		Pacifastcus leniusculus	--	?	?	onvoldoende gegevens	onvoldoende gegevens
		Procambarus clarkii	---	+	?	onvoldoende gegevens	onvoldoende gegevens

Legenda:

	in kolom Astacus:	*in kolom beken:*
+++	sterke voorkeur	ruim aanwezig
++	voorkeur voor	voldoende aanwezig
+	komt ook voor	nauwelijks aanwezig
-	ongunstig	afwezig
--	bedreiging	_____
---	sterke bedreiging	_____

5.5.2 Macrofauna

Macrofauna wordt in alle levensstadia door de kreeft gegeten, maar het zijn vooral de juvenielen die macrofauna als belangrijkste voedselbron benutten. Ze eten kleine insektenlarven, weekdieren, bloedzuigers, wormen en kleine crustaceeën. Daarnaast worden pas uitgekomen kreeften gegeten door libellenlarven, waterwantsen en larven van grote waterroofkevers.

In beide beken leeft voldoende macrofauna om een flinke kreeftenpopulatie voedsel te verschaffen. De aantallen van de macrofaunasoorten die op jonge kreeften prederen zijn dermate laag dat van deze predatie geen effect op de populatiegrootte wordt verwacht.

5.5.3 Vissen

Hoewel kreeften soms kleine vissen eten is het belang van vis als voedselbron voor de kreeft te verwaarlozen. Wel kunnen vissen als predator van de kreeft een rol voor de kreeftenpopulatie spelen. De belangrijkste predator is de paling. In grote aantallen kunnen paling, snoek en baars een bedreiging vormen voor de kreeft. Deze soorten zijn in 1992 aangetroffen in de vijvers van park Rosendael. Het zien van 6 grote palingen binnen 1 uur in 1996 doet vermoeden dat nog steeds relatief veel paling aanwezig is. Tezamen met andere negatieve factoren kan deze predator de populatie aantasten.

5.6 Knelpunten

Samenvattend komen in de Rozendaalse beek de volgende knelpunten naar voren:

- Er zijn te weinig structuren aanwezig die schuilmogelijkheden kunnen bieden aan een gezonde populatie rivierkreeften.

- Doordat het tracé vrij recht is en de oevers vastgelegd zijn is de beek niet in staat dergelijke structuren op natuurlijke wijze te vormen.
- De aanwezige beschoeiing vormt voor de kreeften een belemmering om zelf schuilplaatsen te graven.
- De aangebrachte kunstmatige substraten (dakpannen en stenen) zijn onvoldoende om het gebrek aan schuilmogelijkheden te compenseren.
- Er is nauwelijks beschaduwing langs de beek.
- Op de trajecten 9, 11, 13 en 14 en in de vijvers VIII en X tot en met XV is te veel slib aanwezig.
- Er is veel te weinig vegetatie aanwezig, vooral in de vijvers.
- Waarschijnlijk is het aantal palingen in verhouding tot het aantal kreeften te groot, waardoor predatie mede een negatieve invloed heeft op de populatie-omvang.

In de Beekhuizense beek zijn de knelpunten:

- Er is geen *Astacus astacus* populatie aanwezig.
- Er is veel te weinig vegetatie aanwezig, vooral in de vijvers.
- De aanwezige beschaduwing langs de beek is ontoereikend.

6 DE ACHTERUITGANG VAN DE POPULATIE-OMVANG IN DE ROZENDAALSE BEEK

In de loop van deze eeuw zijn een aantal waarnemingen van de gewone rivierkreeft in de Rozendaalse beek gedocumenteerd en weergegeven in tabel 10. Tevens zijn waarnemingen van menselijk handelen dat van invloed kan zijn geweest op de kreeftenpopulatie in de Rozendaalse beek gegeven in tabel 11.

Tabel 10. Het verloop van de populatie van Astacus astacus in de Rozendaalse beek.

datum	waarnemer	plaats	aantal	bron
1903	Oudemans	Boulevard 85	onbekend	
voorjaar '78	Willemsen	park	zeer veel	Willemsen 1980
1985	Gelders Landschap	park	enkele tientallen	notitie Gelders Landschap
restauratie 1985	Gelders Landschap	park	60 overgezet en 200 waargenomen	notitie Gelders Landschap
mei 1986	Gemeente Rheden	200 m beek	250	Arnhemse Courant mei '86
	v.d.Molen	Boulevard	200 per 100 m	notitie v.d.Molen
juni 1986	Gelders Landschap	park	<80	Gelders Landschap
1988	Dürmeier	park	+	Excursieverslag
november 1989	v.d. Molen e.a.	Velp 500 m	8	Besprekingsverslag
december 1989	Wijlhuizen	waterval park	1	Excursieverslag
april 1990	Gelders Landschap	park	3	Jaarverslag Gelders Landschap
zomer 1990	Lammertink/Roozen	park	8 (later < 10)	Lammertink & Roozen 1993
december 1990	Gelders Landschap	park	0	Jaarverslag Gelders Landschap
juni 1991	Gelders Landschap	park	6	Jaarverslag Gelders Landschap
1991	Lammertink/Roozen	park	< 10	Lammertink & Roozen 1993
augustus 1993	v.d. Molen	tuinvijver	40	mond. med. v.d.Molen
oktober 1993	Gelders Landschap	park	0	notitie Gelders Landschap

voor recente waarnemingen zie tabel 3.

Tabel 11. Gedocumenteerde waarnemingen van menselijk handelen.

datum	activiteit	bron
'59-'61	aanleg riolering + 4 overstorten	IWACO 1995
zomer 1974	uitgraven sprengenbeek boven vijvers	Venema 1974
najaar 1982	afkoppeling 1 overstort en aanleg retentie Ringallee	notitie gem. Rozendaal
1985	restauratie park Rozendaal drooggleggen/schonen beekgedeelten drooggleggen/schonen vijver beschoeiing aanbrengen	
november 1985	drooggleggen beekgedeelte	Arnhemse Courant
mei 1986	drooggleggen beekgedeelte 200 m Jeruzalem-Vijverlaan t.b.v. stuwaanleg	Arnhemse Courant
mei 1989	olielozing Jeruzalem	Velps Weekblad
november 1989	calamiteit riool vanaf Ringallee	Besprekingsverslag
juni 1990	ernstige riooloverstort	Sj. v.d. Molen
eind 1990	aanleg kreeftenvijver v.d.Molen	
voorjaar 1992	wegvangen palingen (15) park	
september 1992	verwijderen obstakels in beek na Ringallee	gemeente Rheden
najaar 1992	discussie gebruik bestrijdingsmiddelen	
april 1993	aanbrengen dakpannen vijver Velp	De Gelderlander

Bij beschouwing van de waarnemingen van kreeften valt de grote teruggang in aantallen na 1986 op. Deze teruggang in aantallen volgt chronologisch op de rigoureuze ingrepen, die zowel in het park (1985) als verder stroomafwaarts in de beek (1986) hebben plaats gevonden. Vergelijking van de aard van deze ingrepen met de habitatseisen van *A. astacus* leidt dan ook tot de conclusie dat door deze ingrepen de levensomstandigheden voor de kreeft aanzienlijk verslechterd zijn. Langere droogvalling kan fatale gevolgen hebben voor een populatie *A. astacus*. Volwassen kreeften kunnen bij lage temperaturen (10 °C) en hoge luchtvochtigheid enige tijd buiten het water overleven (Arrignon 1991). Eieren, juvenielen en kreeften in de vervellingsperiode, zijn echter veel gevoeliger voor droogvalling. Het aanbrengen van oeverbeschoeiing ontneemt de kreeft de mogelijkheid schuilplaatsen te graven. Het verwijderen van vegetatie resulteert eveneens in vermindering van schuilplaatsen en bovendien tot beperking van een belangrijk onderdeel uit het voedselpakket van de kreeft. Naast mogelijk nog andere oorzaken, heeft de verslechtering van de levensomstandigheden geleid tot achteruitgang van de populatie.

7 AANBEVELINGEN TEN BEHOEVE VAN HET BEHOUD VAN DE GEWONE RIVIERKREEFT IN DE ROZENDAALSE BEEK EN INTRODUCTIE IN DE BEEKHUIZENSE BEEK

7.1 Status van de gewone rivierkreeft

De gewone rivierkreeft (*Astacus astacus*) is een beschermde inheemse diersoort (besluit 6 augustus 1973, Stb. 488, artikel 22 van de Natuurbeschermingswet). Van de gewone rivierkreeft zijn in Nederland nog slechts twee geïsoleerde populaties aanwezig. Beide zijn klein en staan ernstig onder druk. Het Natuurbeleidsplan (NBP) heeft binnen het soortenbeleid de gewone rivierkreeft geselecteerd als prioritaire soort. Dit houdt in dat nader onderzoek en het nemen van gerichte beheersactiviteiten, zullen moeten plaats vinden. Niet alleen in Nederland maar in het gehele verspreidingsgebied staat de gewone rivierkreeft op de nationale rode lijsten. In Duitsland staat de gewone rivierkreeft op de rode lijst onder vermelding 'met uitsterven bedreigd'. De International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) beschrijft de gewone rivierkreeft in het "invertebrate red data book" als kwetsbaar.

Het bovenstaande geeft aan dat nationaal en internationaal gezien dringend maatregelen nodig zijn om de gewone rivierkreeft voor uitsterven te behoeden.

7.2 Doelstellingen ten aanzien van de gewone rivierkreeft

Fase 1. Herstel van de populatie van *Astacus astacus* in de Rozendaalse beek.

De populatie van de gewone rivierkreeft is de laatste tien jaar in de Rozendaalse beek sterk teruggelopen. De restpopulatie is klein in omvang en de verspreiding is beperkt tot een kort traject. Dit maakt de huidige restpopulatie zeer kwetsbaar. Door de nog aanwezige populatie zodanige leefomstandigheden te bieden dat zij zich maximaal kan ontwikkelen, wordt een basis voor redding en herstel gelegd.
Om de restpopulatie van de gewone rivierkreeft levensvatbaar te maken dient de Rozendaalse beek aangepast te worden om als het ware te dienen als 'kunstmatig' kweeksysteem onder natuurlijkere omstandigheden. Eventueel kan de populatie-ontwikkeling tijdelijk via opvang in het laboratorium van 0-jarige dieren, ondersteund worden. Een daadkrachtige aanpak van de beek voor de korte termijn en een op duurzaamheid gericht herstel voor de lange termijn zijn de kerntaken.

Korte termijn: Herinrichting van de Rozendaalse beek is gericht op herstel van de populatie van de gewone rivierkreeft. Dit betekent dat alle te nemen maatregelen in en rondom deze beek eenduidig op dit hoofddoel zijn gericht.

Lange termijn: Duurzaam herstel is gericht op het opheffen van de oorzaak van de aantasting van het leefmilieu in en om de beek. De maatregelen zijn gericht op het terugdringen van negatieve invloeden.

Fase 2. Introductie van *Astacus astacus* uit de Rozendaalse beek in de Beekhuizense beek.
Uitbreiding van het aantal populaties in Nederland kan bijdragen aan het behoud van de soort. Introductie heeft de beste kans van slagen als de uitgezette kreeften uit een water met een gezonde populatie uit de nabije omgeving komen.

7.3 Aanbevelingen

7.3.1 Aanbevelingen voor de korte termijn in fase 1

* Aanbrengen van de structuur**variatie** in en naast het lengteprofiel
  Toelichting: Het lengteprofiel van de Rozendaalse beek kan ten behoeve van de rivierkreeft worden verbeterd door het optimaliseren van het aantal, de vorm en de ligging van vijvers in en langs de loop van de beek. Deze vijvers dienen optimaal te worden doorstroomd en de oever dient een grote structuurvariatie te verkrijgen om een maximaal voortplantingssucces te waarborgen.
  Maatregelen:
  - Graven van extra vijvers op een zodanige wijze dat een goede doorstroming is gewaarborgd en de oevers optimaal gestructureerd zijn.
  - Herinrichten van bestaande vijvers of delen hiervan vanaf de spreng. Ook hier geldt het waarborgen van optimale doorstroming, het optimaliseren van de oevers, het plaatselijk verdiepen, het aanbrengen van structuurvariatie zoals boomstronken én dakpannen én kei-en/grote stenen én geperforeerde stenen én in beton gezette, geribbelde pvc-buisjes én andere creatieve, doelgericht hulpmiddelen.

* Herstel van de structuur**variatie** in het dwarsprofiel
  Toelichting: Met herstel van het dwarsprofiel ten behoeve van de rivierkreeft wordt bedoeld het optimaliseren van de vorm van de oevers met een sterke nadruk op het aanbrengen van een variatie aan structuren die schuilplaatsen bieden.
  Maatregelen:
  - Overal waar enigszins mogelijk verwijderen oeverbeschoeiing.
  - Aangepaste, kreeftvriendelijke beschoeiing bij kunstwerken en op plaatsen waar dat om veiligheidsredenen noodzakelijk is.
  - Handhaven en creëren van steile en onderspoelde oevers.
  - Aanplant van zwarte els om in de toekomst natuurlijke schuilplaatsen onder overhangende wortels te verkrijgen en meer beschaduwing te creëren.

* Stimuleren van vegetatie-ontwikkeling in de vijvers
  - Niet schonen van de vijvers inclusief de oevers.
  - Verwijderen bodemvissen.
  - Terugdringen eutrofiëring.

* Achterwege laten van verstorende activiteiten
  - Niet verwijderen van slib uit de beek en de vijvers.
  - Niet verwijderen van vegetatie uit de beek.
  - Niet verwijderen van stenen, tegels, dakpannen, overhangende wortels, dood hout, blad en dergelijke.
  - Het instandhouden van de reeds aanwezige structuurvariatie in oevers en bodem.
  - Niet droog leggen van oevers en bodem, ook niet tijdelijk voor werkzaamheden.
  - Voorkomen van afstromen van mest- en gifstoffen naar de beek.
  - Hengelsport beperken tot meest benedenstroomse vijvers (Overhagense vijver).

* Predatie
  - Palingbestand reduceren, zonder gebruikmaking van elektrische methoden.

* Migratie
  - Gezien de risico's van het opheffen van migratiebarrières enerzijds (gevaar contact Amerikaanse rivierkreeft) en de noodzaak van uitbreiding anderzijds (populatieuitbreiding gewone rivierkreeft) dienen migratiebarrières op deeltrajecten te worden verwijderd en tussen deeltrajecten te blijven bestaan. Een deeltraject bevat 2 tot 3 vijvers en verbindende beektrajecten.

* Begeleiding en monitoring
  - Naar benedenstrooms verplaatste kreeften worden naar de (her-)ingerichte bovenstroomse vijvers overgebracht (eierdragende vrouwtjes worden eventueel overgebracht naar het laboratorium om het verlies van juvenielen te verminderen. Juvenielen worden dan als jaarlingen in de bovenstroomse vijvers gezet).
  - De kreeftenpopulatie wordt nauwlettend gemonitord.

7.3.2 Aanbevelingen voor de lange termijn in fase 1

* Optimalisatie continue watervoerendheid
  - Omzetting van naaldbos naar loofbos in het inzijggebied, waardoor de verdamping verminderd wordt.
  - Instandhouding van de sprengen.

* Voorkomen van piekafvoeren
  - Het benutten van de vijvers van park Rosendael als retentiebekkens.

* Ontwikkeling van natuurlijke structuurvariatie niet verstoren
  - Niet verwijderen van dood hout en blad.
  - De vegetatie uit de vijvers niet verwijderen, mits er geen verlanding optreedt.

* Terugdringen van eutrofiëring en verzuring
  - Voorkomen van directe afspoeling uit landbouwgebieden.
  - Stimuleren van beleid ter voorkoming van verontreinigde neerslag.

* Beïnvloeding door toxische stoffen voorkomen
  - Voorkomen van directe afspoeling uit landbouwgebieden.
  - Voorkomen directe in- en afspoeling van hemelwater uit stedelijk gebied.

7.3.3 Aanbevelingen voor fase 2

* Opstellen van een totaal beekherstelplan voor de Beekhuizense beek volgens het 5-S-model zodat na eenmalige ingrepen geen verstorende maatregelen meer behoeven plaats te vinden
  - Beekhuizense beek laten ontwikkelen naar een stabiele situatie na het uitvoeren van benodigde herstelmaatregelen.

* Aanvullend onderzoek naar alle habitatfactoren in de voor introductie gekozen beektrajecten in de Beekhuizense beek
  - Op verschillende punten bestaan nog leemten in kennis bijvoorbeeld aangaande watertemperaturen en predatoren.

* Aanvullend onderzoek naar de verschillende introductiemethoden
  - Verkrijgen van informatie over het succes van gebruikte introductiemethoden in vergelijkbare systemen elders.

* Populatie-onderzoek in de Rozendaalse beek
  - Introductie vanuit de Rozendaalse beek kan alleen uitgevoerd worden als de populatie *Astacus astacus* zover hersteld is dat voldoende individuen aanwezig zijn om grote aantallen kreeften naar elders over te brengen. Voor succesvolle introductie zijn minimaal 2000 jonge kreeften per km beek nodig.

* Indien uit de voorafgaande punten geconcludeerd kan worden dat introductie van *Astacus astacus* in de Beekhuizense beek zeer waarschijnlijk tot een succesvolle populatie zal leiden overgaan tot introductie.

* Volgen van de populatie-ontwikkeling door nauwkeurige monitoring.

Op grond van het huidige onderzoek zijn de volgende aspecten in de beek te verbeteren alvorens tot introductie kan worden overgegaan.

* Herstel van de structuur**variatie** in het dwarsprofiel
    - Overal waar enigszins mogelijk verwijderen oeverbeschoeiing.
    - Aangepaste, kreeftvriendelijke beschoeiing bij kunstwerken en op plaatsen waar dat om veiligheidsredenen noodzakelijk is.
    - Handhaven en creëren van steile en onderspoelde oevers.
    - Aanplant van zwarte els langs de beek om in de toekomst natuurlijke schuilplaatsen onder overhangende wortels te verkrijgen en meer beschaduwing te creëren.

* Stimuleren van vegetatie-ontwikkeling in de vijvers

* Achterwege laten van regulier onderhoud
    - Niet verwijderen van vegetatie uit de beek.
    - Niet verwijderen van stenen, overhangende wortels, dood hout, blad en dergelijke.
    - Het instandhouden van de reeds aanwezige structuurvariatie in oevers en bodem.

* Migratie
    - Gezien de risico's van het opheffen van migratiebarrières enerzijds (gevaar contact Amerikaanse rivierkreeft) en de noodzaak van uitbreiding anderzijds (populatieuitbreiding gewone rivierkreeft) dienen migratiebarrières op deeltrajecten te worden verwijderd en tussen deeltrajecten te blijven bestaan. Een deeltraject bevat 2 tot 3 vijvers en verbindende beektrajecten.

LITERATUUR

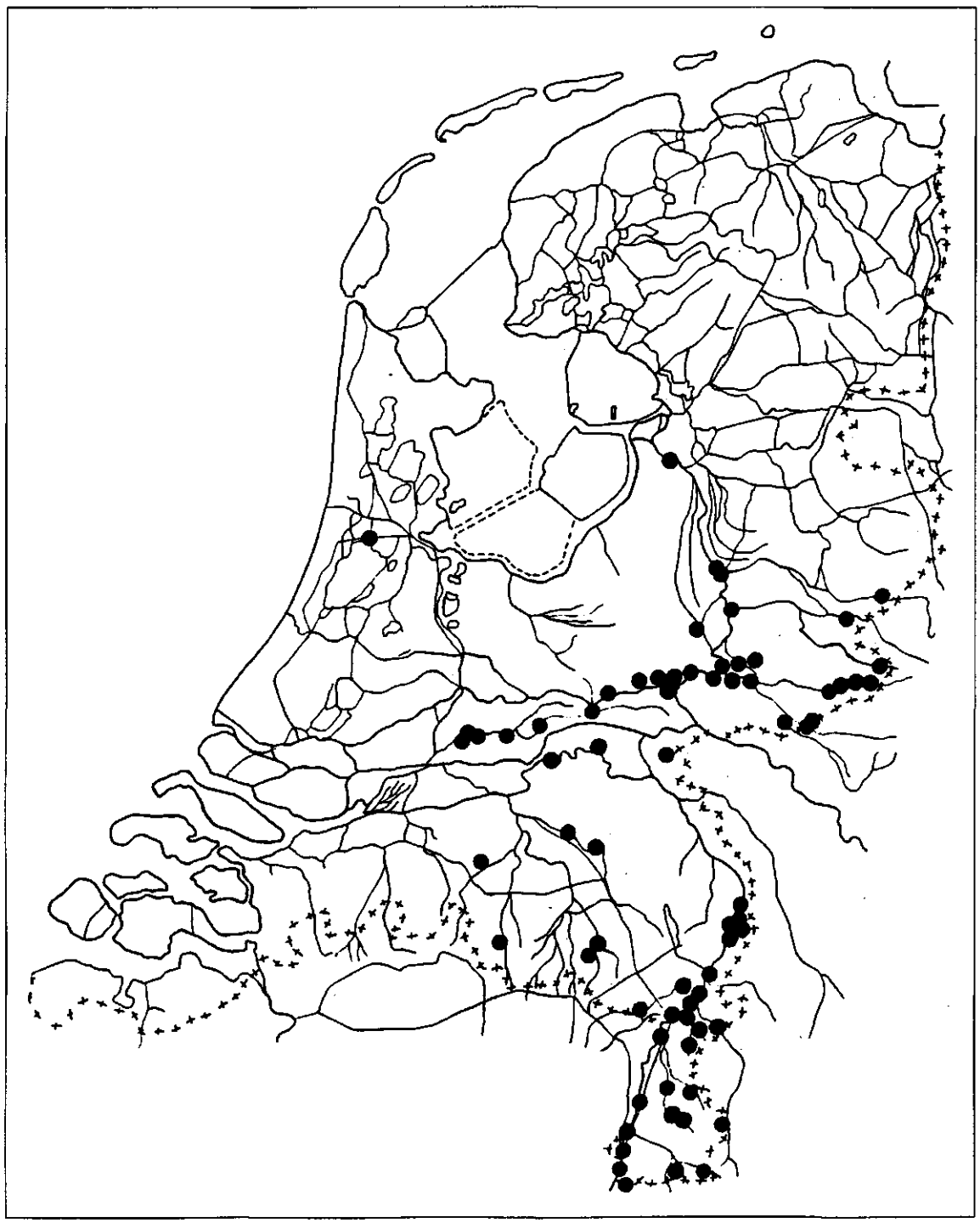
Arrignon J. 1991. L' écrevisse et son élevage. Paris Lavoisier. 208 pp.
Behrendt A. 1983. Why not crayfish? Fish Farmer, mai: 18-19.
Benning R. Van Lente R., Kuypers N., Stemkens J., Vrielink A. & Van Veldhuizen M. 1989a. Beheersvisie voor de bovenloop van de Beekhuizense beek. IAHL, Veld. Afdeling Groenbeheer & Cultuurtechniek, gemeente Rheden. 54 pp. + bijl.
Benning R. Kuypers N., Van Lente R., Stemkens J., Van Veldhuizen M. & Vrielink A., 1989b. Beheersvisie voor de middenloop van de Rozendaalse beek. IAHL, Veld. Afdeling Groenbeheer & Cultuurtechniek, gemeente Rheden. 54 pp. + bijl.
Claessens E.E.C.M. 1982. Ecologische aspecten van Veluwse sprengen en beken. Basisrapport 3 t.b.v. de werkgroep sprengen en beken op de Veluwe. Provincie Gelderland, Arnhem.
Commissie Infiltratie Veluwe 1976. Rapport van de CIV.
Cukerzis J.M. 1968. Interspecific relations between Astacus astacu L. and A. leptodactylus Esch. Ekologia Polska, Seria A, 16(31): 629-636.
Cukerzis, J.M. 1988. Astacus astacus in Europe, 309-340. D.M. Holdich and R.S. Lowery. Freshwater crayfish: biology, management and exploitation. Croom Helm, London.
De Klein J.J.M. & Van Vilsteren W.A. 1995. Beheersplan Oppervlaktewater 1994-1998. Gemeente Rheden. Ontwerp. Deel 2. Beheers- en onderhoudsplannen. Tauw Civiel en Bouw bv, Deventer. Integraal Waterbeheer Onderhoudsplan Gemeente Rheden. 63 pp. + bijl.
Ettema A. et al. 1979. Beheersplan park Rosendael. Scriptie Bosbouw en Cultuurtechnische School, Velp.
Geelen J.F.M. 1978. Zoetwaterkreeften in Nederland. Natura, Amsterdam, 75(9): 263-265.
Geelen J.F.M. 1978. The distribution of the crayfish Orconectus limosus (Rafinesque) and Astacus astacus (L.) (Crustacea, Decapoda) in the Netherlands. Zoologische Bijdragen, 23: 4-19.
Gerard P. 1990. Mesures de protection a l'egard de l'ecrivisse indigene. Actes du colloque, Gerer la nature? 8: 745-746.
Heidemij 1980. Hydrologisch onderzoek park Rozendael. Stichting het Geldersch Landschap, Heidemij adviesburo Arnhem. 29 pp.
Heidemij 1981a. Hydrologisch onderzoek park Rozendaal. Aanvulling: De waterleverantie van de hoofdspreng. Stichting het Geldersch Landschap, Heidemij adviesburo Arnhem. 4 pp.
Heidemij 1981b. Aanvullende debiet- en grondwaterstandsmetingen in park Rozendaal. Stichting het Geldersch Landschap, Heidemij adviesburo Arnhem. 3 pp.
Hofmann J. 1971. Die Flusskrebse, Biologie, Haltung und wirtschaftliche Bedeutung. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 105 pp.
Holthuis L.B. 1958. De verspreiding van de rivierkreeft. Kaart RIVON 1958.
IWACO 1995. Verslag van onderzoek naar waterbodemverontreiniging in de Rozendaalse beek. IWACO, 's-Hertogenbosch, Porvincie Gelderland, Arnhem. 12 pp.

Jungbluth Jurgen H. 1975. Die rezente Verbreitung der Fluskrebse in Hessen. (Decapoda:Astacidae). Hydrobiologia, 46(4): 425-434.
Kant G.R. 1982. Hydrologische aspecten in relatie tot de watervoering van de beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. Basisrapport 1 t.b.v. de werkgroep sprengen en beken op de Veluwe. Provincie Gelderland, Arnhem.
Kossakowski J. 1973. The freshwater crayfish in Poland. Freshwater Crayfish, 1: 17-26.
Kuper H. 1981. Rosendael, een landgoed met een roemrucht verleden. Een biologische inventarisatie van een landgoed, gelegen in de Gemeente Rozendaal (Gld.). Stuurgroep 'Milieukartering Arnhem', Arnhem. 79 pp.
Leeflang K.W.H. 1938. De chemische samenstelling van de neerslag in Nederland. Chemisch Weekblad 35.
Maas F.M. 1959. Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Proefschrift, Wageningen. 166 pg.
Meinardi C.R. 1974. De chemische samenstelling van het grondwater van de Veluwe. R.I.D. mededeling 74-4.
Meinardi C.R. 1974. Beken en sprengen rond de Veluwe; een eerste indruk omtrent kwaliteit en kwantiteit van het afgevoerde water. R.I.D.
Polder W.N. 1965. Over voorkomen, oecologie en biologie van de Beekprik, Lampetra planeri (Bloch) - Petromyzontidae - in Nederland. Rijksuniversiteit Utrecht, RIVON, Zeist. 30 pp.
R.I.D. 1970. De hydrologie van de Veluwe. Rapport Den Haag 14 pp.
Schot J.A. & Verdonschot P.F.M. 1996. Astacus astacus, een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur. IBN-rapport.
Soderback Bjorn. 1992. Predator avoidance and vulnerability of two co-occuring crayfish species, Astacus astacus (L.) and Pacifastacus leniusculus (Dana). Ann. Zool. Fennici, 29: 253-259.
Stichting voor Bodemkartering 1975. Bodemkaart van Nederland, blad 40 west Arnhem.
Stouten P.B. 1982. Algemene richtlijnen voor herstel en onderhoud van beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. Basisrapport 4 t.b.v. de werkgroep sprengen en beken op de Veluwe. Provincie Gelderland, Arnhem.
Stouten P.B. 1982. Gedetailleerde beschrijving van een aantal beken op de Oost- en Zuid-Veluwe. Basisrapport 5 t.b.v. de werkgroep sprengen en beken op de Veluwe. Provincie Gelderland, Arnhem.
Svardson G. 1972. The predatory impact of Eel (Anguilla anguilla L.) on populations of crayfish (Astacus astacus L.). Report, Institute of freshwater research, Drottningholm, 52: 149-191.
Van Alewijk G.L.N. 1986. Een inventarisatie van schietmotten en kokerjuffers (Insecta: Trichoptera) uit bronbeken en sprengen op de Veluwezoom, met oekologische en fenologische gegevens. LUW-verslag, Wageningen. 7-14.
Van Dam H., Mertens A. & Janmaat L.M. 1993. De invloed van atmosferische depositie op diatomeeën en chemische samenstelling van het water in sprengen, beken en bronnen. IBN-rapport 052.
Van Herwerden P.J. & Wapstra J.E. 1967/68. Een inventarisatie van de natuurgebieden van de gemeenten Rheden en Rozendaal. Landbouwhogeschool Wageningen. (alleen melding voorkomen rivierkreeft)
Van Kessel A.A.L. & Roeterd E. 1994. Het Rozendaalse beek-systeem. Zoetwaterkreeft in nood! NUON VNB Afd. Geohydrologie, Apeldoorn.29 pp.
Venema 1975. Hydrobiologische inventarisatie van zestien beken op de Veluwezoom. Landbouwhogeschool, Afdeling Natuurbeheer, Wageningen.

Verdonschot P.F.M. 1995. Beken stromen, Leidraad voor ecologisch beekherstel. STOWA 95-03, WEW-06:1-236.
Westman Kai & Westman, Pia. 1992. Present status of crayfish management in Europe. Finnish Fish. Res., 14: 1-22.
Willemsen G.F. 1980. Enkele hydrobiologische bijzonderheden in Rozendaal. Natura 77: 1-6.

BIJLAGEN

Bijlage 1. Vindplaatsen van *Astacus astacus* in Nederland naar Holthuis (1958).



Bijlage 2. Ontwikkelingen in natuurlijke chemische samenstelling van neerslag, grond- en bronwater in de Beekhuizense beek.

parameter	neerslag vóór 1940[1]	neerslag 1978[1]	geïnfiltreerde neerslag[1]	bronwater bh 1959[2]	bronwater bh 1974[3]	bronwater rb 1974[4]	grondwater 1991[5]
pH		4,4		6,5	6,3-6,9	6,3-6,7	7,7
NO_3^--N mg/l	0,02	0,9	0,25	0	0,07	sp	0,45
PO_4^{3-}-P mg/l		0,01			0,003	0,17	0,21
NH_4^+-N mg/l	0,4		0,78		0,11	0,17	0,04
Na^+ mg/l	3	1,6	7			14,5	9,0
Cl^- mg/l	4	2,8	9		26	18	7,0
Ca^{2+} mg/l	1,5	0,8	3,5	18,7	26	19	17,0
Mg^{2+} mg/l	1	0,3	2,5	3,8	7,6		1,3
K^+ mg/l		0,2					1,1
SO_4^{2-} mg/l	4,5	7,6	10		30,1	28,2	10,0
HCO_3^- mg/l	3		6			49	55
EGV µS/cm				152	258	160	120
t. hardh. °D				3,5		2,2	2,7

referentie: [1] = Kant 1982, [2] = Maas 1959, [3] = Van Dam et al. 1993, [4] = ongepubl. RIN, [5] = coördinaten: 195,540 NB, 447,940 OL, 12,14- 10,14 m +NAP diepte; NUON 1994
bh = Beekhuizense beek, rb = Rozendaalse beek, sp = spoor

Bijlage 3. Overzicht van de kunstwerken in de Rozendaalse beek opgenomen door IBN-DLO januari 1996.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
KUNSTWERKEN														
waterval					3		2	1		1				
duiker			1	1	1	1	2	1	1			2	2	
stuw					3	5	12				3	1		
cascade						1	2							

Bijlage 4. Overzicht van fysische factoren van de Rozendaalse beek naar [2]Benning et al. (1989) en [1]De Klein & Van Vilsteren (1995).

	B1	B2	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
FYSISCHE FACTOREN												
stroming[1] (m/s)	< 0,1	< 0,1	≈ 0,2	≈0,1-0,3	≈0,1-0,3	<0,1-0,2	≈ 0,2	≈ 0,2	≈ 0,2	≈ 0,2	<0,2	<0,2
diepte[1] (m)	≈ 6,1	≈ 0,1	≈0,2- 0,5	≈0,3-0,8	≈0,2-0,5	≈0,2-0,8	≈ 0,3	≈ 0,3	≈ 0,2	≈ 0,2	≈ 0,2	≈ 0,2
diepte[2] (m)						<0,1-0,7	0,3-0,7	0,1-1,5	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,7	0,1-0,7
breedte[1] (m)	1,5-15	≈ 1	2-10	2-25	≈ 1,5	1,5-20	1,5-2,0	1,5-2,0	≈ 1,5	≈ 1,5	1,5 -2	1,5-2

Bijlage 5. Overzicht van structuurkenmerken van de Rozendaalse beek naar Benning et al. (1989).

	A+B=(B8)	C = (B9)	D = (B10)	E = (B12)	F = (B11)	I = (B13)	J = (B14)
BESCHOEIING							
azobé	*	*		*	*		*
hout	*					*	
bielsen				*			
vlechtwerk				*			
beton	*	*	*	*		*	*
cement	*						
bakstenen muur	*		*	*		*	
stenen muur				*			
keien						*	
tegels		*					
natuurlijke beschoeiing				*			
ORGANISCH MAT.							
weinig	*		*	*			
matig							
redelijk veel	*	*	*				
veel	*		*			*	
zeer veel	*					*	
OVERIG SUBSTRAAT							
stenen			*	*			
OEVER BEGROEIING							
weinig/laag	*		*	*	*		*
matig	*	*	*			*	*
veel/hoog	*	*	*			*	*

Bijlage 6. Overzicht van structuurkenmerken van de Rozendaalse beek naar De Klein & Van Vilsteren (1995).

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
SUBSTRAAT														
lemige bodem	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
zandige bodem	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
plaatselijk grindige bodem							*						*	*
plaatselijk grof org. mat.	*	*			*	*	*			*	*	*	*	*
plaatselijk fijn org. mat	*				*	*	*			*	*	*	*	*
plaatselijk slibbig								*	*					
OEVER														
steil talud	*													
relatief steil talud														
flauw talud														
relatief flauw talud	*													
zwaar beschaduwd														
beschaduwd														
beschoeid	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
onbeschoeid					*		*				*		*	
begroeid					*									
OMGEVING														
bos	*	*												
gazon		*			*									
tuin								*	*	*	*	*	*	*
weiland						*	*							
bebouwing					*		*							
KUNSTWERKEN														
waterval	*				*		*			*				
duiker					*	*	*	*	*		*	*		*
stuwen						*								
sluis								*						
RIOOL														
overstort								*						
lozing					*		*							
Onttrekking richting riool									*					

Bijlage 7. Overzicht van structuurkenmerken van de vijvers en sprengen in de Rozendaalse beek naar De Klein & Van Vilsteren (1995).

	01	02	03	04 en 05	V1-V3	V4	V5
SUBSTRAAT							
lemige bodem	*	*	*	*	*	*	*
zandige bodem			*	*	*	*	*
plaatselijk grof org. mat.	*	*					
grof org. mat			*	*	*	*	
fijn org. mat.							
organisch materiaal							*
plaatselijk slibbig					*	*	*
OEVER							
beschoeid	*		*		*	*	*
onbeschoeid		*					
steil talud	*	*		*			
relatief steil talud			*				
beschaduwd	*	*		*			
OMGEVING							
bos	*	*	*	*			
gazon					*	*	*
KUNSTWERKEN							
waterval					2	1	
duiker					1	1	

Bijlage 8. Overzicht van structuurkenmerken van de Rozendaalse beek opgenomen door IBN-DLO januari 1996

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
WATERBODEM														
oppervlakte in m²	213	254	291	290	124	257	944	253	479	163	64	306	534	177
substraat	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
vegetatie		0,96	13,26	2,78	2,11	0,80	2,07	3,45	0,27	0,33	0,16	2,11	0,54	0,58
wortels		0,09		0,25	1,22		1,38	0,40	0,99	0,06		0,69	1,41	0,63
takken	0,57	0,14	0,10	1,20	1,04	0,39	1,63	0,12	0,18	0,36			0,04	
blad	59,21	94,88	66,74	16,90	43,13	1,38	7,44	10,82	18,10	23,92	15,65	18,10	48,18	14,01
org. mat.	1,56			0,53	0,20	0,87	0,02		0,11	2,66	6,46	0,20	4,17	
detritus	1,02	0,72		0,16	0,13		1,02	0,99						
slib	26,46	0,16	10,97	0,14			1,34	6,02	67,85	18,85	42,11	21,97	43,54	74,84
zand		2,53		69,61	29,51	44,92	55,65	74,32	10,47	22,12	24,53	40,06	1,89	9,91
grind	0,35	0,52		7,11	16,90	47,60	14,64	1,59	0,92	12,98	7,20	16,46	0,06	0,03
stenen	0,02			0,59	3,12	4,04	14,41	2,07	1,10	8,12	0,97	0,34	0,16	
dakpan/beton				0,72	0,36		0,56	0,21	0,03	2,28		0,10		
OEVER														
lengte in m 2 x ..	120	270	282	173	72	165	688	138	255	116	63	254	207	95
substraat	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
zand/leem[1]	54,17	74,07	30,14		55,56	36,36	63,05	83,33	71,57	46,13	32,54	45,26	79,71	18,50
leem	14,58	20,37	66,84	100	24,31	54,55	5,67	1,81	9,80	27,66	3,97	5,11	1,21	76,22
zand	14,58	4,63	3,01			4,55	18,53	3,62	1,96	4,30		8,57	8,45	5,29
zand/leem/grind[1]	12,50	0,93					1,09		1,96				1,21	
leem/grind[1]	2,08													
zand/grind	2,08						0,73					0,98	1,21	
??[2]					20,14	4,55	8,72	11,23	10,78	21,91	51,59	39,09	3,38	
humus							2,18		3,92		7,94	0,98	4,83	
zand/humus											3,97			
beschoeiing	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
onbeschoeid	75,00				41,67		60,24					4,62	58,94	4,49
oever toegankelijk[3]	25,00			100	9,72		34,68	10,87			82,54	20,74		14,01
dichte beschoeiing		100	100		55,55	100	5,09	89,13	100	100	17,46	74,65	41,06	81,50

[1] mengsel van leem met zand en/of grind in wisselende verhouding, maar altijd met voldoende leem om schuilplaatsen in de oever te kunnen graven
[2] op diverse plaatsen was substraatbepaling niet mogelijk door vaste oeverbekleding
[3] beschoeiing is of vervallen of van materiaal waar *A. astacus* tussendoor kan kruipen

Bijlage 9. Overzicht van structuurkenmerken van 1 m brede stroken langs de oevers van de vijvers in de Rozendaalse beek opgenomen door IBN-DLO juli 1996.

vijver nr IBN	bos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	XIII	XIV	XV
WATERBODEM															
opgenomen lengte in m	104	90	506	116	282	232	30	33	52	128	38	49	185	40	17
substraat	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
algen			0.65		0.33	6.29		0.34	0.36	2.59	0.38				
vegetatie	67.71	0.13	1.80	2.05	20.74	1.78	51.22	45.72	8.92	0.84	0.78	0.35	0.32	3.53	
wortels	0.19	3.28	4.46	0.01	2.01	0.94			0.27	0.40		0.12	0.26		
takken	0.57	0.79	1.55	0.16	0.77	0.33	0.02	2.97	0.38	0.33	0.67	0.22	0.72	0.34	0.60
blad	5.95	69.06	11.64	19.53	1.91	1.62	46.14		3.79	4.92	1.37	0.02	5.06	8.28	4.71
org. mat.	4.63		15.12	0.92	23.04	5.17		20.33	11.90	18.94	13.30	0.87	0.26	0.40	
detritus			0.18		1.99	11.51					0.07	0.05	2.11		
slib	2.70	7.12	12.13		27.43	26.33		14.04	53.54	22.66	41.85	67.93	84.34	71.60	68.12
zand		18.86	46.16	40.49	17.03	36.91		8.03	16.46	48.70	41.58		3.82	0.85	10.73
leem	18.23	0.04	0.01	31.53			2.62								
grind	0.02	0.65	3.25	0.54	0.59	3.04			0.13	0.58		0.34	0.10		0.24
grindkeien		0.03	0.80	4.56	0.48	0.01		8.57			0.01	0.13	1.04	14.95	4.79
dakpan/bakstenen e.d.		0.03	2.25	0.20	3.63	6.06			4.33	0.04		30.97	1.98	0.05	1.99
OEVER															
lengte in m		95	573	120	295	630	35	30		165	135	49	185	40	
substraat	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
zand/leem[1]		89.41	35.43	45.84	55.93	20.98		33.33		30.30	66.66	46.30	70.27	37.50	
leem	72.23		0.87	16.67	1.69	3.17	100				7.41	9.26	8.11		
zand			28.80	33.33	20.34	8.73		50.00		51.52	18.52	18.52	18.92	37.50	
zand/leem/grind[1]			1.75			1.59								12.50	
zand/grind			7.85		6.78									12.50	
zand/humus			4.35	4.17	3.39					6.06			2.70		
zand/leem/humus[1]			3.49		1.69						3.70	7.41			
leem/humus[1]	27.27														
zand/leem/klei[1]		11.53													
??[2]			12.22		1.69	15.52		16.67			3.70	9.26			100
beschoeiing	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
onbeschoeid	100		84.75	30.42	59.81				42.31					5.05	
oever toegankelijk[3]			11.81	1.46	8.46	57.79								87.12	
dichte beschoeiing		100	3.43	68.12	31.73	41.65	100	100	57.69	100	100	100	100	7.83	100

[1] mengsel van leem met zand, grind of humus in wisselende verhouding, maar altijd met voldoende leem om schuilplaatsen in de oever te kunnen graven
[2] op diverse plaatsen was substraatbepaling niet mogelijk door vaste oeverbekleding
[3] beschoeiing is of vervallen of van materiaal waar *A. astacus* tussendoor kan kruipen

Bijlage 10. Overzicht chemische gegevens Rozendaalse beek.

monster naam	datum dd/mm/jj	temp. °C	O_2 mg/l	O_2 ver. %	bzv mg/l	N-Kj. mgN/l	NH_4^+ mgN/l	NO_2^- mgN/l	NO_3^- mgN/l	N_{tot} mgN/l	NH_3 µg/l	PO_4^{3-} mgP/l	P_{tot} mgP/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	K^+ mg/l	Na^+ mg/l	Fe mg/l	pH	EGV mS/m
c00	31/10/74	6,0					0,17	0,04	spoor			0,17		18	28,2	49	19,0	4,0		14,5	3,60	6.3 6.7	16
r00	12/02/92	9,1	0,5	4		0,1	0,1	0,04	2,6	2,74	0,01	0,02	0,03	17	34	12	15,2	4,3	1,2	11,0	0,15	5,9	20
r00	25/05/92	11,9	3,3	31		0,3	0,1	0,01	0,7	1,01	0,32	0,04	0,11	17	23	54	21,0	3,2	0,8	10,0	0,06	7,2	17
r00	25/08/92	14,4	9,0	85		0,3	0,1	0,02	0,4	0,72	0,98	0,05	0,05	15	21	50	18,8	2,7	0,6	9,3	0,54	7,6	19
r00	28/10/92	8,1	2,2	19		0,2	0,2	0,01	0,6	0,81	0,49	0,03	0,04	17	20	53	21,0	2,9	0,8	9,8	0,07	7,2	21
r00b	02/02/83	2,0	13,1	94	1	0,3	0,1	0,00	0,4	0,70		0,02	0,39	10								7,5	16
r00b	01/03/83	4,5	12,2	94	1	0,4	0,2	0,01	0,8	1,21		0,03	0,05	10								8,0	17
r00b	05/04/83	6,0	11,7	96	1	0,1	0,1	0,00	0,2	0,30		0,02	0,06	12								7,5	17
r00b	11/05/83	12,5	10,4	95	2	0,3	0,0	0,01	0,1	0,41		0,07	0,08	12								8,1	18
r00b	10/06/83	17,5	9,5	106	2	0,5	0,1	0,01	0,1	0,61		0,08	0,08	13								8,0	19
r00b	05/07/83	18,0	8,8	96	2	0,4	0,1	0,00	0,1	0,50		0,02	0,04	12								8,0	15
r00b	03/08/83	15,0	9,3	90	1	0,9	0,0	0,00	0,1	1,00		0,02	0,05	13								7,7	18
r00b	01/09/83	16,0	8,9	92	1	0,5	0,0	0,00	0,1	0,60		0,02	0,05	12								7,8	20
r00b	29/09/83	13,5	10,1	97	1	0,3	0,1	0,00	0,1	0,40		0,03	0,03	12								7,8	19
r00b	25/10/83	4,5	12,3	94	1	0,2	0,1	0,01	0,2	0,41		0,11	0,12	12								7,8	18
r00b	23/11/83	3,0	12,5	96	1	0,2	0,0	0,00	0,2	0,40		0,02	0,02	11								7,9	18
r00b	22/12/83	4,5	12,0	94	1	0,3	0,0	0,00	0,2	0,50		0,02	0,03	12								7,0	17
r00b	26/01/84	3,0	12,4	89	0	0,2	0,1	0,00	0,3	0,50		0,03		12								7,9	17
r00b	22/02/84	3,5	12,8	99	1	0,2	0,0	0,01	0,3	0,51		0,02	0,04	13								8,8	16
r00b	21/03/84	4,5	12,5	102	2	0,2			0,2	0,40		0,02	0,04	13								7,4	18
r00b	19/04/84	8,5	11,9	104	1	0,3			0,1	0,40		0,02	0,04	13								8,2	18
r00b	17/05/84	13,0	10,2	95		0,4	0,1		0,2	0,60		0,03	0,06	13								7,9	20
r00b	14/06/84	15,0	9,5	100	2	0,4	0,1	0,00	0,0	0,40		0,03	0,04	13								7,4	22
r00b	11/07/84	17,0	8,6	94	3	0,6	0,1	0,00	0,2	0,80		0,02	0,08	12								7,9	17
r00b	07/09/84	11,5	10,2	93	2	0,2	0,1	0,00	0,2	0,40		0,04	0,04	12								7,8	18
r00b	05/10/84	9,5	10,3	89	2	0,3	0,1	0,00	0,2	0,50		0,03	0,04	12								7,6	18
r00b	31/10/84	8,5	10,3	87	2	0,3	0,1	0,00	0,2	0,50		0,04	0,04	12								7,6	18
r00b	29/11/84	7,5	11,4	93	1	0,3	0,1	0,01	0,3	0,61			0,04	12								7,6	18
r00b	04/01/85	0,5	12,1	84	2	0,2	0,0	0,00	0,3	0,50		0,04	0,03	12								7,5	18
r00b	29/01/85	2,5	12,5	96	1	0,4	0,1	0,01	0,3	0,71		0,06	0,12	12								7,6	16
r00b	27/02/85	2,5	12,5	96	2	0,4		0,00	0,3	0,70		0,04	0,12	11								7,4	17
r00b	29/03/85	5,0	11,7	94	1	0,4	0,1	0,01	0,4	0,81		0,03	0,08	12								8,1	19
r00b	25/04/85	8,5	10,8	95	4	0,8	0,0	0,00	0,2	1,00		0,03	0,05	13								7,9	23
r00b	29/05/85	14,0	9,1	88	2	0,6	0,1	0,01	1,5	2,11		0,06	0,09	16								7,8	20
r00b	19/06/85	14,5	9,7	100	2	0,4	0,1	0,00	0,1	0,50		0,05	0,11	13								7,7	19
r00b	05/12/85	7,7	11,6	101	1	0,1	0,0	0,01	0,5	0,61		0,03	0,03	12								7,6	18

Bijlage 10. Vervolg 1.

monster naam	datum dd/mm/jj	temp. °C	O_2 mg/l	O_2 ver. %	bzv mg/l	N-Kj. mgN/l	NH_4^+ mgN/l	NO_2^- mgN/l	NO_3^- mgN/l	N_{tot} mgN/l	NH_3 µg/l	PO_4^{3-} mgP/l	P_{tot} mgP/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	K^+ mg/l	Na^+ mg/l	Fe mg/l	pH	EGV mS/m
r00b	06/01/86	2,6	11,1	82	2	0,2	0,2	0,01	0,5	0,71		0,07	0,07	12								7,0	17
r00b	11/02/86	2,5	13,7	104	1	0,2	0,2	0,02	0,6	0,82		0,03	0,05	13								7,6	18
r00b	12/03/86	4,3	13,3	99	1	0,4	0,0	0,00	0,4	0,80			0,01	12								8,0	17
r01	10/04/86	8,5	13,2	113	1	0,3	0,1	0,01	1,6	1,91		0,04	0,12	15								7,3	20
r01	12/05/86	13,4	10,4	95	2	0,1	0,1	0,02	0,8	0,92		0,02	0,06	14								7,6	25
r01	09/06/86	16,6	9,7	104	1	0,2	0,2	0,02	1,4	1,62		0,04	0,05	15								7,9	25
r01	09/07/86	17,9	9,1	96	1	0,4	0,0	0,02	1,2	1,62		0,05	0,08	15								7,9	22
r01	07/08/86	17,8	9,5	106	1	0,3	0,1	0,01	0,7	1,01		0,05	0,07	14								8,2	22
r01	02/09/86	13,9	13,9	136	1	0,2	0,1	0,02	0,8	1,02		0,02	0,03	28								8,0	22
r01	29/09/86	12,6	9,7	95	1	0,5	0,1	0,01	0,7	1,21		0,06	0,09	14								7,6	20
r01	29/10/86	10,3	11,9	106	1	0,4	0,1	0,02	1,0	1,42		0,04	0,09	14								7,8	29
r01	27/11/86	6,7	9,1	74	1	0,3	0,0	0,02	1,2	1,52		0,01	0,06	12								7,8	21
r01	26/01/87	3,5	12,4	91	1	0,1	0,1	0,01	1,1	1,21		0,04	0,11	15								7,7	19
r01	24/02/87	2,5	12,9	96	1	0,3	0,0	0,01	1,0	1,31		0,23	0,85	15								7,7	21
r01	25/03/87	7,8	11,0	93	2	0,5	0,1	0,04	1,6	2,14		0,02	0,10	18								7,6	19
r01	23/04/87	12,7	10,6	105	2	0,5	0,0	0,01	0,8	1,31		0,06	0,07	16								8,0	20
r01	24/05/87	16,4	9,4	92	1	0,6	0,0	0,02	1,8	2,42		0,08	0,08	16								7,8	20
r01	22/06/87	15,4	6,4	60	3	1,0	0,3	0,04	1,8	2,84		0,09	0,16	15								7,1	18
r01	23/07/87	18,2	9,6	106	1	0,7	0,1	0,02	0,8	1,52		0,09	0,22	13								7,7	18
r01	20/08/87	17,1	9,7	104	1	0,2	0,1	0,02	1,2	1,42		0,04	0,11	14								7,4	20
r01	15/09/87	16,8	5,9	62	2	0,8	0,1	0,03	1,3	2,13		0,05	0,10	16								7,4	20
r01	12/10/87	10,1	9,4	80	1	0,4	0,2	0,05	1,2	1,65		0,17	0,33	16								7,7	20
r01	10/11/87	6,6	10,3	82	2	0,3	0,1	0,01	1,0	1,31		0,04	0,11	17								7,7	20
r01	10/12/87	2,1	8,4	58	1	0,2	0,0	0,01	1,0	1,21		0,03	0,07	16								7,7	19
r01	11/01/88	6,5	9,1	74	2	0,6	0,0	0,44	1,8	2,84		0,03	0,08	15								7,6	18
r01	10/02/88	3,8	9,1	69	1	0,9	0,2	0,01	1,7	2,61		0,06	0,18	16								7,4	19
r01	10/03/88	5,8	9,9	80	1	0,3	0,1	0,01	1,2	1,51		0,02	0,11	15								7,7	21
r01	06/04/88	10,3	10,0	89	1	0,4	0,0	0,01	1,1	1,51		0,03	0,08	16								7,5	21
r01	03/05/88	14,3	9,4	88	2	0,7	0,0	0,01	0,9	1,61		0,03	0,13	14								7,9	22
r01	08/06/88	13,4	8,2	76	1	0,4	0,0	0,02	1,2	1,62		0,03	0,04	16								7,4	21
r01	07/07/88	16,7	9,9	104	2	0,4	0,0	0,02	0,9	1,32		0,04	0,15	16								7,8	22
r01	04/08/88	15,5	9,7	102	2	0,6	0,0	0,04	0,9	1,54		0,05	0,08	16								7,7	21
r01	30/08/88	14,5	5,5	60	4	0,7	0,1	0,03	1,1	1,83		0,03	0,11	16								7,5	20
r01	27/09/88	14,0	10,2	97	1	0,4	0,0	0,02	1,1	1,52		0,04	0,12	16								7,8	22
r01	26/10/88	10,6	11,1	100	2	1,1	0,1	0,02	0,9	2,02		0,05	0,44	14								7,5	21
r01	23/11/88	4,7	12,7	102	1	0,2	0,1	0,01	1,2	1,41		0,03	0,06	16								7,9	20
r01	15/12/88	7,3	11,9	99		0,3	0,0	0,02	1,3	1,62		0,09	0,09	14								7,7	20
r01	10/07/91	22,2	7,8	92	1	0,5	0,0	0,04	1,1	1,64		0,05	0,09	17								7,6	33

Bijlage 10. Vervolg 2.

monster naam	datum dd/mm/jj	temp. °C	O_2 mg/l	O_2 ver. %	bzv mg/l	N-Kj. mgN/l	NH_4^+ mgN/l	NO_2^- mgN/l	NO_3^- mgN/l	N_{tot} mgN/l	NH_3 µg/l	PO_4^{3-} mgP/l	P_{tot} mgP/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	HCO_3^- mg/l	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	K^+ mg/l	Na^+ mg/l	Fe mg/l	pH	EGV mS/m
r01	19/09/91	15,0	10,9	109		0,6	0,2	0,01	0,4	1,01		0,02	0,10	13								7,3	19
r01	25/02/92	5,6	12,4	98		0,6	0,1	0,01	0,9	1,51		0,04	0,13	16								7,8	21
r01	22/04/92	10,4	10,6	95		0,5	0,0	0,01	0,7	1,21		0,02	0,08	15								7,7	21
r01	23/06/92	16,9	9,1	95		0,6	0,0	0,03	0,6	1,23		0,03	0,07	16								7,9	20
r01	17/08/92	18,4	7,9	85		0,5	0,0	0,01	0,2	0,71		0,01	0,04	13								8,3	19
r01	13/10/92	8,6	12,8	110		0,4	0,1	0,01	0,9	1,31		0,02	0,03	15								7,6	21
r01	15/12/92	6,7	11,9	98		0,2	0,1	0,01	1,2	1,41	0,87	0,02	0,07	16	22							7,8	21
r02	22/02/93	2,6	13,2	98		0,5	0,1	0,02	1,2	1,72	0,80	0,03	0,06	18	24	64	26,0	5,5	1,7	11,0	0,2	7,9	22
r02	20/04/93	10,2	10,7	95		0,5	0,1	0,02	0,9	1,42	1,41	0,03	0,07	15	23	63	25,0	3,4	1,8	8,9	0,3	7,9	22
r02	29/06/93	15,4	10,2	101		0,8	0,3	0,04	1,3	2,14	6,25	0,06	0,09	18	28							7,9	25
r02	24/08/93	14,0	9,1	88		0,5	0,2	0,05	1,0	1,55	2,39	0,05	0,08	17	24	66	26,0	3,8	1,8	10,0	0,2	7,7	21
r02	19/10/93																						
r02	13/12/93	6,1	9,4	91		1,4	0,6	0,03	1,5	2,93	1,99	0,10	0,15	20	17							7,4	20
r02	23/02/94	3,9	13,0	97		0,2	0,1	0,01	1,0	1,21	0,44	0,02	0,05	16	21	69	27,0	3,7	1,2	9,5	0,3	7,6	24
r02	20/04/94	8,3	10,5	93		0,5	0,1	0,01	1,5	2,01	0,98	0,01	0,06	17	26	64	26,0	3,7	1,7	10,0	0,5	7,8	26
r02	28/06/94	19,8	10,1	100		1,1	0,1	0,06	1,0	2,16	1,84	0,05	0,10	18	29							7,7	22
r02	24/08/94	17,1	7,6	82		1,1	0,6	0,04	1,4	2,54	9,03	0,06	0,15	16	24	57	23,0	3,7	1,7	10,0	0,3	7,7	21
r02	18/10/94	6,2	12,2	98		0,5	0,1	0,02	1,4	1,92	0,83	0,03	0,07	19	28	65	27,0	4,0	1,8	12,0	0,4	7,8	23
r02	12/12/94	9,9	10,8	96		0,4	0,1	0,02	1,7	2,12	1,38	0,03	0,04	15	25							7,9	21

C00 = kop van de spreng; coördinaten: 194,33 NB, 447,31 OL; Commissie Infiltratie Veluwe, 1975
r00 = sprengvijver hoofdspreng
r00b = Kerklaan; coördinaten: 194,73 NB, 446,73 OL; ZOG
r01 = Ringallee; coördinaten: 195,01 NB, 446,13 OL; ZOG
r02 = Taveerne; coördinaten: 195,41 NB, 445,31 OL; ZOG

Bijlage 11. Overige chemische gegevens van de Rozendaalse beek.

Auteur	CIV
Monster	C00
kleur (mg Pt/l)	2
KMnO4 ongefilterd (mg/l)	12
totale hardheid (°D)	3,6
HCO_3 hardheid (°D)	2,2
vrij CO_2 (mg/l)	15
$NaHCO_3$ (mg/l)	0
agressie t.o.v. $CaCO_3$	agg.
Mn (mg/l)	0,90
H_2SiO_{32} (mg/l)	0,53
org. NH4 (mgN/l)	0,19

Bijlage 12. Overzicht gehaltes zware metalen Rozendaalse beek.

naam	datum	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
r01	10/04/86		0,65	0,93	7,6		12,7	1,7	24
r01	09/06/86		0,08	1,2	3,2			1,53	24
r01	09/07/86		0,13	3,2	7,3		29,1	3	38
r01	02/09/86		0,02	1,48	0,98		3,24	0,15	7
r01	26/01/87		0,03	0,57	3,70			1,03	13
r01	24/02/87		0,04	0,9	3,22		9,70	1,84	3
r01	25/03/87		0,1	1,17	7,50		9,50	1,87	17
r01	23/04/87		0,02	0,03	1,00		3,49	0,68	5
r01	24/05/87		0,01	1	3,87		2,40	0,95	7
r01	22/06/87		0,12	0,91	2,80		16,00	1,20	22
r01	23/07/87		1,46	1,91	1,91		24,20	3,53	18
r01	20/08/87		0,83	0,27	3,41		8,90	1,77	32
r01	15/09/87		0,09	15	3,70		21,40	3,20	22
r01	12/10/87		0,11	0,9	2,90		4,20	0,30	8
r01	10/11/87		0,06	0,8	1,36		5,30	1,24	4
r01	10/12/87			0,7	3,40		6,7	1,2	8
r01	11/01/88		0,04	0,55	1,99		4,8	0,87	4
r01	10/02/88		0,10	0,74	3,08		13,5	0,56	24
r01	10/03/88		0,06	1,88	3,94		3,94	0,69	1
r01	06/04/88		0,70	1,44	2,18		10,2	1,7	10
r01	03/05/88		0,12	0,82	7,4		11,6	2,3	13
r01	08/06/88		0,05	3,1	4,2		8,2	0,73	27
r01	07/07/88		0,01	2,69	2,47		2,62	5,6	9
r01	04/08/88		0,02	1,21	1,3		2,88	0,46	1
r01	30/08/88		0,10	2,63	3,44		26	1,57	20
r01	27/09/88		0,16	0,98	1,76		7	0,85	17
r01	26/10/88		0,13	1,95	6		39,9	1,85	33
r01	23/11/88		0,02	1,3	2,1		4,6	1,6	7
r01	15/12/92		0,1	0,5	4,0		14	0,5	15
r02	22/02/93	0,5	0,1	0,5	1,0	0,01	4	1,5	5
r02	20/04/93	1,5	0,1	1,0	3,0	0,01	8	0,5	10
r02	29/06/93	1,0	0,1	1,0	2,5	0,01	7	1,0	10
r02	24/08/93	1,0	0,1	0,5	2,0	0,01	5	0,5	5
r02	13/12/93	1,0	0,1	1,0	5,0	0,01	13	0,5	30
r02	23/02/94	1,0	0,1	1,0	0,5	0,01	1	0,5	5
r02	20/04/94	1,0	0,1	0,5	1,5	0,02	7	0,5	15
r02	28/06/94	1,5	0,1	1,0	4,0	0,01	10	3,5	25
r02	24/08/94	1,5	0,1	0,5	4,0	0,01	14	0,5	25
r02	18/10/94	1,0	0,1	1,0	2,0	0,01	11	0,5	10
r02	12/12/94	1,0	0,1	0,5	1,5	0,01	4	0,5	10

r00b = Kerklaan; coördinaten: 194,73 NB, 446,73 OL; ZOG
r01 = Ringallee; coördinaten: 195,01 NB, 446,13 OL; ZOG
r02 = Taveerne; coördinaten: 195,41 NB, 445,31 OL; ZOG

Bijlage 13. Macrofauna Rozendaalse beek.

		b.l.	m.l.	bo.l.		r00920	r00923	r01920	r01923
	1963	1974	1974	1974	1989	1992	1992	1992	1992
ABLALONG									1
ACLOLACU				1					
AESHNIAE					+				
AGABUSS6						4			
AGAPFUSC			2						
ANCYFLUV					+	8	6		
APSETRIF						1		7	6
ARRECYLI						11		1	
ASELAQUA		6				3	14		94
ASTAASTA					+				
AUDRPLUR								2	
BAETMUTI					+				
BAETVERN					+				
BATHCONT						13	16		
BINITENT		3							72
BRILMODE							1		
CALOSPLE					+				
CHCLPIGA							1		
CHIRGPLU									36
CHIRGTHU							3	7	9
CHPTVILL						2			
CLOEDIPT							1		3
CNETCOST				1					
CORIAFFI							2		
CORIXAS5							3		1
CORIXIA5								54	
CRCHIRSP									1
CRCLLACC									27
DENDLACT		+	3	3	+	10	20		
DITASPEC		+	1						
DIXASPEC									3
DUGELUGU			1						
DUGETIGR					+				
ELMIAENE					+				
ERPOOCTO		4	1	1	+	1	3		17
EUKIGDIS		1	1	1					
FORELILI								4	
GAMMFOSS	+	2	28	47	+				

Bijlage 13. Vervolg 1.

		b.l.	m.l.	bo.l.		r00920	r00923	r01920	r01923
	1963	1974	1974	1974	1989	1992	1992	1992	1992
GAMMPULE	+	29	36	30	+	150	135	4	6
GAMMROES		37	2	4				9	7
GASTACUL									2
GERRISS5							1		
GERRLACU					+	1	3		
GLSICOMP		+		1	+	4			
GLSIHETE							1		1
GLTOPALL									25
GYRAALBU								1	14
GYRINUS6						1			
GYRISUBS						6	12		
HALEDIGI				2					
HALILITO						2	2		
HEBDSTAG		1						13	12
HECLMARG									2
HERUBREV								1	
HERUMINU						1			
HERUOBSC							1		
HYMESTAG					+		2		
HYPOPALU							2		
HYPOPLAN							1		
HYPSANGU				8					
HYPSYCSP					+				
HYTENIGR						4		5	4
HYTUSSP6						3			
HYUSFUS6							1		
ILYBIUS6							1		
LABIBIPU							1		
LEBEINSI						6			
LEBERTSP							1		
LIDRHOFF								2	50
LIESSPEC							1		
LILUDECI						10			
LILULUNA						2			
LILUMARM				1					
LILUSSPE					+				
LUCUVARI						10	2		
LYMNSTAG							1		
MALONEBU								7	

Bijlage 13. Vervolg 2.

		b.l.	m.l.	bo.l.		r00920	r00923	r01920	r01923
	1963	1974	1974	1974	1989	1992	1992	1992	1992
MALOPISP						2	4		
MICHTENE								6	
MIPSECSP						40	82	120	1
MITECHLO								8	
NAISELIN							1		
NEMUPICT						1			
NOTOGLAU					+		2		
NOTOMACU					+				
NOTONESS							1	1	
NOTOOBLI							1		
ODAGORNA				1					
OLCHAETA		2							
OPHISERP								2	
ORCLADAE		+							
ORCLORTH						3			
PATEALBI								15	
PATEGALB						2			28
PISIAMNI					+				40
PISIDISP						10	4	3	6
PISIHENS									6
PLBACORN		+							
PLBIPLAN		+							
PLTRCONS						1	2		1
POLALATI			3						
POLIFELI	+	2							
POLINITE						10			
POLITENU			22	2					
POPENUBE								22	18
POPYANTI					+			17	
POTHHAMM								1	
PRDIUSSP		2					2	90	30
PROAMERI		+				4			
PRODOLIV						5	11	53	
RHPHILSP					+				
SEGMENSP									1
SETOPERS						2			
SIALLUTA					+				1
SIGADIST					+				
SIGAFALL					+			4	3

Bijlage 13. Vervolg 3.

		b.l.	m.l.	bo.l.		r00920	r00923	r01920	r01923
	1963	1974	1974	1974	1989	1992	1992	1992	1992
SIGASTRI					+	1			1
SPONLACU					+				
SPUMSPEC		5							
STLALACU						2	25		
TABANUSP		+							
THA GRAC							2		
TRITVULG							3		
TUFETUBI						2			
UNNICRAS								7	10
VALVPISC		4							2
VELIASS5						2	1		
VELICAPR					+	2	1		
WETTPODA							2		
ZAMYBARB						10			

1963 platworm inventarisatie
b.l. = benedenloop, Venema 1974
m.l. = middenloop, Venema 1974
bo.l. = bovenloop, Venema 1974
1989 inventarisatie Benning et. al., 1989
r00920 = hoofdspreng voorjaarsbemonstering 1992 ZOG
r00923 = hoofdspreng najaarsbemonstering 1992 ZOG
r01920 = Overbeeklaan voorjaarsbemonstering 1992 ZOG
r01923 = Overbeeklaan najaarsbemonstering 1992 ZOG

Bijlage 14. Overzicht van de kunstwerken in de Beekhuizense beek opgenomen door IBN-DLO januari 1996.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
KUNSTWERKEN						
waterval				1		1
duiker						
stuw	1		1	3	4	2
cascade						

Bijlage 15. Overzicht van fysische factoren van de Beekhuizense beek naar De Klein & Van Vilsteren (1995).

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
FYSISCHE FACTOREN												
stroming (m/s)	< 0,2	< 0,4	< 0,1	< 0,2	ca. 0,5	0,3 v 0,7	ca. 0,5	ca. 0,5	ca. 0,5	< 0,3	< 0,2	ca. 0,2
diepte (cm)	ca. 5-20	ca. 5-60	ca. 5-15	ca. 5-30	ca. 20-80	ca. 10-25	ca. 25	ca. 20	ca. 20	ca. 20	ca. 50	ca. 20-50
breedte (m)	ca. 0,5-1	ca. 2	ca. 1	ca. 1-1,5	ca. 2	ca. 2	ca. 2	ca. 1-2	ca. 1,5	ca. 1,5	ca. 12,5	ca. 1,5-2

Bijlage 16. Overzicht van structuurkenmerken van de Beekhuizense beek naar Stouten (1982).

	A	B	C	D	E	F	G	H	J
SUBSTRAAT									
zand		*			*				
grind		*			*				
slib			*						*
bladophoping	*			*					
blad			*						*
organisch mat.		*	*			*			*
OEVER									
beschoeid	*	*						*	
nat. beschoeiing					*				
begroeid		*							
OMGEVING									
bos	*								*
bomen		*							
tuin								*	
BRONNERING									
kwel	*	*		*		*	*		
ijzer kwel					*				
spreng	*					*	*		
KUNSTWERKEN									
stuw		*				*			
duiker			*						
waterval			*	*				*	*
ANDERS									
puin								*	
visvijver						*			

A + B + C + D ≈ B1 + V1, E ≈ B2, F = B4, G = B3, H ≈ B5 + B6

Bijlage 17. Overzicht van structuurkenmerken van de Beekhuizense beek naar De Klein & Van Vilsteren (1995).

	Beektrajecten												Vijvers		Sprengen	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	V1	V2	01	02
SUBSTRAAT																
lemige bodem		*			*	*		*						*		
zandige bodem	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
grindige bodem		*		*	*	*		*					*			
grof org. mat.	*				*	*					*	*	*	*		
fijn org. mat					*	*					*	*				*
veel org. mat.			*							*			*		*	
plaatselijk org. mat.				*		*				*						
OEVER																
steil talud	*	*		*									*		*	
flauw talud	*	*	*		*	*	*							*		*
beschoeid	*					*				*	*		*	*		
onbeschoeid	*				*			*	*	*	*	*	*	*		
begroeid	*		*	*		*	*	*								*
OMGEVING																
bos	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*
gras	*		*		*	*		*	*	*	*			*		
tuin				*	*	*	*	*								
weiland												*				
akker								*								
KUNSTWERKEN																
waterval		1						1		1*	1					
duiker	2				1			1	1			7	1			
stuw				1	5	1				2	2		1			
cascade		1														

B12 is het gedeelte beek na biljoen en bevat veel duikers, ze zijn echter niet allemaal bij het beektraject gerekend

Bijlage 18. Overzicht van structuurkenmerken van de Beekhuizense beek met vijvers opgenomen door IBN-DLO januari (beek) en juli (vijvers) 1996.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	V1	V2
oppervlakte in m^2	489	1515	192	241	838	1047	175	425
SUBSTRAAT	%	%	%	%	%	%	%	%
vegetatie	3,11	0,07	1,10	0,32	0,45		3.77	3.46
wortels	7,18	1,79	0,56	0,51	1,31	0,80	0.30	7.79
takken	1,03	1,40	0,42	0,85	0,66	0,63	7.73	6.49
blad	56,15	39,62	44,41	53,73	27,74	29,89	23.82	39.90
org. mat.	3,39	6,56	5,28	8,07	1,51	1,23	1.50	10.88
detritus	0,27	0,38	0,12	0,31	1,41		35.52	17.56
slib	20,13	10,72	14,36	6,32	9,13	12,84	23.98	0.07
leem	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
zand	8,16	32,50	62,89	27,29	45,94	25,77	2.43	11.76
grind	0,59	3,80	0,11	1,97	6,56	28,00	0.01	1.60
stenen		0,05	0,61	0,62	5,27	0,53	0.00	0.23
dakpan/beton					0,02	0,21	0.92	0.10
OEVER								
lengte in m	830	1344	360	390	724	1132	232	514
substraat	%	%	%	%	%	%	%	%
zand/leem[1]	35,08	60,94	45,83	46,15	38,73	45,31	48.28	28.21
leem	4,22	7,88	4,17	12,82	1,38	0,88	0.00	0.97
zand	18,07	16,00	29,17	23,07	19,36	15,47	6.47	14.40
zand/leem/grind[1]	0,60			1,28	0,69		2.16	0.00
leem/grind[1]	1,20						0.00	0.00
zand/grind	3,01	1,12	1,39	1,28		0,22	0.00	0.97
??[2]	15,57	6,49	5,56		38,45	36,34	34.48	18.48
humus	7,23	5,35	13,89	15,38	1,38	1,33	2.16	12.65
zand/humus	7,83	1,12				0,44	0.00	10.70
leem/humus	1,81	0,37					2.16	10.70
zand/leem/humus	2,41						4.32	2.92
beschoeiing	%	%	%	%	%	%	%	%
onbeschoeid	36,08	86,12	94,44	97,69	89,13	55,12	19.22	80.00
oever toegankelijk[3]	59,58	6,91			8,92	3,94	80.78	12.00
dichte beschoeiing	4,34	6,97	5,56	2,31	1,83	40,94	0.00	0.00

[1] mengsel van leem met zand en/of grind in wisselende verhouding, maar altijd met voldoende leem om schuilplaatsen in de oever te kunnen graven
[2] op diverse plaatsen was substraatbepaling niet mogelijk door vaste oeverbekleding of bevriezing
[3] beschoeiing is of vervallen of van materiaal waar *A. astacus* tussendoor kan kruipen

Bijlage 19. Chemische analyses van de Beekhuizense beek (Maas, 1959, Kant, 1982, ZOG).

monster	datum	temp	O_2	O_2ver.	N_{tot}	Kj-N	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	NH_3^+	PO_4^{3-}	P_{tot}	egv	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}
naam		°C	mg/l	%	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	µg/l	mgP/l	mgP/l	mS/m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Maas	1956							0	0				10,9	6,5				18,7	3,8			
Kant	1981/82						0,21		0,38		0,09		25,4	7,2	17	26	108	39,6	5,6	1,4	9	0,15
c10b	10/74	6,3	11,3	96			0,11		0,07		0,02		25,8	6.9/6.3	26	30,1		26	7,61			
d10A	05/11/90						0,02	<0.01	0.35		0,03	0,03	21	7,2	13,3	20	92	31	4,8		8,5	0,04
d10B	05/11/90						0,28	<0.01	0,4		0,02	0,02	20,5	7.3/7.4	18,3	17	79	27,5	4,5		10,5	0,03
d10C	05/11/90						0,05	<0.01	1,35		0,01	0,02	18,5	7.4/7.6	14,2	23	62	23,5	4,8		9,5	0,05
d10D																						
b00	12/02/92	7,3	2	16	0,61	0,4	0,1	0,01	0,2	0,18	0,02	0,06	33	7,1	17	24	164	54	6,6	0,9	9,9	0,26
b00	25/05/92	14,9	4	40	1,31	0,9	0,1	0,01	0,4	0,64	0,07	0,15	26	7,4	17	18	126	38	5,5	1,2	11	0,39
b00	25/08/92	15,5	1,6	16	1,21	1,1	0,1	0,01	0,1	0,54	0,04	0,09	34	7,3	17	20	185	56	6,4	1	10	0,94
b00	28/10/92	7,4	3,9	32	0,82	0,7	0,4	0,02	0,1	1,16	0,04	0,09	31	7,3	16	25	162	52	6,3	1,8	9,4	0,26
b01	25/02/92	5,1	12,6	98	2,32	0,4	0,1	0,02	1,9	0,77	0,04	0,09	21	7,8	18	25	50	22	4,7	1,5	11	0,2
b01	22/04/92	9,2	11	95	2,21	0,6	0,1	0,01	1,6	1,04	0,02	0,07	20	7,8	18	27	49	21	4,6	1,5	12	0,23
b01	23/06/92	15,4	9,2	91	2,33	0,7	0,1	0,03	1,6	2,08	0,02	0,08	20	7,9	18	31						
b01	17/08/92	14,9	8,9	88	1,82	0,4	0,1	0,02	1,4	2,01	0,01	0,03	18	7,9	16	24	50	19,2	4,1	1,4	10	0,46
b01	13/10/92	6,8	13	107	2,11	0,4	0,1	0,01	1,7	0,69	0,01	0,01	20	7,7	18	26	52	21	4,7	1,5	11	0,17
b01	15/12/92	6,6	11,7	96	2,01	0,2	0,1	0,01	1,8	0,86	0,02	0,02	20	7,8	18	25						
b01	20/12/93	6	11,9	96	2,11	0,3	0,1	0,01	1,8	0,41	0,01	0,02	20	7,5	17	25	45	21	4,5	1,4	10	0,1
b03	20/12/93	7,2	9,5	78	1,71	0,4	0,1	0,01	1,3	0,18	0,03	0,04	20	7,1	15	22	60	23	4,4	1,2	9,4	0,1
b1	20/12/93	6,2	9,2	74	0,91	0,4	0,1	0,01	0,5	0,27	0,03	0,06	22	7,3	14	20	91	32	4,7	1,1	8,2	0,1
b7	20/12/93	6,5	11,3	92	2,31	0,5	0,1	0,01	1,8	0,27	0,04	0,04	20	7,3	18	24	46	22	4,5	1,6	10	0,1

Maas = bron bij hotel; coördinaten 196,35 NB, 447,74 OL; Maas, 1959
Kant = sprengekop ?; Kant, 1982
c00 = coördinaten 196,18 NB; 447.18 OL; CIV, 1975
d10A = 20 m voor waterval bij theehuis; coördinaten 196,36 NB, 447,75 OL; Van Dam et. al., 1993
d10B = spreng in dal (bronkop) vijverkop; coördinaten 196,15 NB; 447.08 OL; Van Dam et. al., 1993
d10C = 100 m voor waterval bij meertje ; coördinaten 196,08 NB, 447,04 OL; Van Dam et. al., 1993
b00 = sprengekop ; coördinaten 196,60 NB; 448,00 OL; ZOG
b01 = Zutphensestrw.; coördinaten 196,30 NB; 445,80 OL; ZOG
b1 = grote waterval einde traject B1; coördinaten 196,4 NB; 447,7 OL; ZOG
b7 = bij watermolen einde traject B7; coördinaten 196,05 NB, 446,05 OL; ZOG

Bijlage 20. Overzicht zware metalen Beekhuizense beek (ZOG).

monster	datum	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
naam		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
b01	25/02/92	0,1	0,5	0,5	1	0,5	5
b01	22/04/92	0,1	0,5	1,0	4	1,5	10
b01	23/06/92	0,3	0,5	2,5	9	2,5	10
b01	17/08/92	0,6	0,5	6,0	16	5,5	35
b01	13/10/92	0,1	0,5	0,5	2	1,0	5
b01	15/12/92	0,1	0,5	1,0	3	1,0	10

b01 = Zutphensestrw.; coördinaten 196,30 NB; 445,80 OL; ZOG

Bijlage 21. Overige chemische gegevens van de Beekhuizense beek.

Auteur	Maas	Kant	CIV	v.Dam		
Monster	maas	kant	C00	D10A	D10B	D10C
kleur (mg Pt/l)			2			
kleur 320 nm (mg Pt/l)				8	3	<2
kleur 455 nm (mg Pt/l(				29	8	6
KMnO4 ongefilterd (mg/l)			2			
KMnO4 gefilterd mg (O_2/l)				3,7	2,5	1,6
totale hardheid (°D)	3,5	6,83	5,4	5,4	4,87	4,37
HCO_3 hardheid (°D)			3,4			
vrij CO_2 (mg/l)			15	11	7	5
CO_3^{2-} (mg/l)				<1	<1	<1
$NaHCO_3$ (mg/l)			0			
agressie t.o.v. $CaCO_3$			agg.	st.	zw.	zw.
totaal an. org. C (mg/l)				20,7	17,1	11,3
opgelost org. C (mg/l)				2,8	1,4	1,5
Al (μ/l)				25	30	70
Mn (mg/l)			0,22	0,02	0,05	0,07
H_2SiO_{57} (mg/l)			0			
SiO_5^{3-}(mg Si/l)				5,6	5,6	4,75
anionen meq/l				2,33	2,20	1,99
kationen meq/l				2,36	2,25	2,03
org. NH4 (mgN/l)			0,13	0,11	0,07	0,07

Bijlage 22. Macrofauna Beekhuizense beek.

CODE	1963	1974	1974	1974	1987	1987	1987	1992	1992	1992	1992
		b.l.	m.l.	bo.l.	I	II	III	b00920	b00923	b01920	b01923
ACLOLACU									3		
ADICREDU							+				
AGABPALU								1			
AGAPFUSC		4			+	+	+				
AGRAMULT							+				
ANACGLOB									1		
ANACLIMB										1	
APSETRIF				1						3	7
ARRENUSP											25
ASELAQUA				8					1	3	
ATHRATER							+				
ATHRCINE							+				
AUDRPIGU									5		
BATHCONT									1		
BEEAMAUR					+	+	+		4		
BEEOMINU					+						
BOOPERYT										1	
CECLEASP							+				
CHIRONSP				3							
CHPTVILL		2			+	+	+				
CLADOTSP				1							
CLTANERV											1
CNETCOST		2									
CONCHASP				1							
CONESCUA									2		
CYRNFLAV							+				
CYRNTRIM							+				
DENDLACT	+	+		+					1		5
DITASPEC		+	+								
DIXAMACU									1		
DIXASPEC											1
DIXEFILI										1	
DIXELLSP											1
DUGELUGU			+								
ELODMIN6									8	11	36
ELODMINU			+	1							
ERPOOCTO			1							19	4
EUKIGDIS			1								

Bijlage 22. Vervolg 1.

CODE	1963	1974	1974	1974	1987	1987	1987	1992	1992	1992	1992
		b.l.	m.l.	bo.l.	I	II	III	b00920	b00923	b01920	b01923
GAMMFOSS		71	37	26							40
GAMMPULE		16	40	23				125	100	235	85
GLPHPELL			+		+	+	+				
GLSICOMP				1				2		6	2
HALEDIGI									1	20	
HALERADI						+	+	2		20	1
HALILITO											4
HEBDSTAG										10	
HERUBREV										3	
HERUOBSC											1
HYPSANGU			7				+				
HYPSCONT							+				
HYTENIGR											30
HYUSFUS6									1		
LEBERTSP											50
LECETINE							+				
LIBICRIN											1
LILASPEC								2	1		4
LILUDECI								3		20	
LILUFLAV				+							
LILULUNA										20	
LILURHOM			+		+		+			2	1
LIMONIAE		+	1	+				14	2	1	
LISIKOEN											2
LUCUVARI								2	5	10	10
LYPEPHAE							+				
LYPEREDU					+						
MALOPISP				4				5			
MIPSECSP								90		45	
MIPSGTRI				3							
MIPTSEQU					+	+	+		8		
MONAANGU							+				
MYSTNIGR							+				1
NATARSSP			1								
NERACINE			1	26					2		
NODOCILI											18
NOTOGLAU											14
NOTOOBLI											3
NYMPNYMP										1	

Bijlage 22. Vervolg 2.

CODE	1963	1974	1974	1974	1987	1987	1987	1992	1992	1992	1992
		b.l.	m.l.	bo.l.	I	II	III	b00920	b00923	b01920	b01923
ODAGORNA		2	1								
ODAGSPIN		1									
OECELACU							+				
OECEOCHR							+				
OECETEST							+				
OLCHAETA				1							
ORCLADAE		1									
ORTRICSP							+				
OSMYFULV									2		
PADOLAMI										2	3
PATEALBI								21		2	
PELTCAES											1
PHRYBIPU							+				
PHRYGRAN							+				
PISIAMNI										1	
PISIDISP			+					12		2	18
PLCNCOSP				+	+	+	+				
PLEAMINU											1
PLTRCONS								3		1	
POLIFELI		1	2								2
POLYTENU			3	3							
POTHMOLD								2			
POTRIRRO							+				
PROAMERI											1
PRODOLIV		1		1				50		2	1
PSAMBARB									2		
PTYCHOSP			1								
RANALINE											1
RHCRFUSC								2		2	
SESTPERS				+	+	+	+	20	10	12	
SILONIGR					+	+	+				
SPUMSPEC			1								
TABANUSP										12	1
TINOASSI					+		+				
VELIASS5										2	
WETTPODA											25
WORMSUBN						+					
ZAMYBARB								1			

Bijlage 22. Vervolg 3.

1963 platworm inventarisatie
b.l. = benedenloop, Venema 1974
m.l. = middenloop, Venema 1974
bo.l. = bovenloop, Venema 1974
I = Trichoptera inventarisatie, waterval bij restaurant Beekhuizen, van Alewijk & de Vos, 1986
II = Trichoptera inventarisatie, bronnenstelsel, van Alewijk & de Vos, 1986
III = Trichoptera inventarisatie, beek, van Alewijk & de Vos, 1986
b00920 = sprengbeek voorjaarsbemonstering 1992; coördinaten 196,6 NB, 447,9 OL; ZOG
b00923 = sprengbeek najaarsbemonstering 1992; coördinaten 196,6 NB, 447,9 OL; ZOG
b01920 = beek voorjaarsbemonstering 1992; coördinaten 196,3 NB, 445,7 OL; ZOG
b01923 = beek najaarsbemonstering 1992; coördinaten 196,3 NB, 445,7 OL; ZOG

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving het nummer van het gewenste IBN-rapport (en naam en afleveradres als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).
Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.
Onderstaande lijst vermeldt alleen de rapporten die in 1995 en 1996 zijn verschenen. Een volledige lijst is op aanvraag verkrijgbaar.

123 B.C. van Dam 1995. Methoden om de vatbaarheid van populieren voor populiereroest (Melampsora larici-populina Kleb.) te toetsen. 52 p. f 40,-
124 J.P. Peeters 1995. De ontwikkeling van verschillende boomsoorten op opgespoten havenslib in de Johannapolder nabij Poortugaal (proefveld 15, onderzoek in de periode 1970 t/m 1989). 100 p. f 50,-
125 A.F.M. van Hees 1995. 'Vechtlanden' bosreservaat Ommen; bossamenstelling en bosstructuur in de steekproefcirkels. 60 p. f 40,-
126 A.F.M. van Hees 1995. 'Het Leesten' bosreservaat Ugchelen; bossamenstelling en bosstructuur in de steekproefcirkels. 104 p. f 50,-
127 J. van den Burg 1995. Naaldvergeling, naaldval, naaldsamenstelling en bodemchemische eigenschappen van douglascultures en jonge douglasopstanden in de boswachterij Staphorst (winter 1990/91). 19 p. f 20,-
128 J. van den Burg 1995. Enkele gevolgen van de toepassing van de volleboommethode voor de volgende bosgeneratie. 108 p. f 50,-
129 J. van den Burg 1995. Reacties van zomereik en douglas op overmatige stikstof- en zuurbemesting van zandgronden in een potproef (vj. 1987 t/m nj. 1989). 56 p. f 40,-
130 J.C.A.M. Bervaes & L.M. van den Berg 1995. De compacte stad, het groen aan snee? 32 p. f 30,-
131 N.H. Edelenbosch 1995. Aanwasbepaling en nieuwe houtoogstprognoses op basis van herhaalde inventarisaties in boswachterij Smilde. 98 p. f 40,-
132 P.A.M. Visschedijk 1995. Beoordeling beheerskosten ten behoeve van recreatie in SBB terreinen. 22 p (niet leverbaar)
133 M.E.A. Broekmeyer 1995. Bosreservaten in Nederland. 87 p. f 46,-
134 D.A. Jonkers 1995. De fauna van de grote heidevelden in de gemeente Nunspeet. 142 p. f 50,-
135 H.G.J.M. Koop & L.J. van Os 1995. Start monitoring Natuurboszone Amsterdamse Bos; deelrapport 3. 65 p. f 40,-
136 J.B. den Ouden 1995. A-locatie bossen in Limburg; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van bosrelicten in de provincie Limburg. 181 p. f 75,-
137 B. Ploeger 1995. Recreatie en natuur in de Loonse en Drunense Duinen; deelonderzoek recreatietellingen en enquêtes. 107 p. f 50,-
138 H.G.J.M. Koop & M.E.A. Broekmeyer 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 1: bosreservaat Stamumansbos, Gaasterland. 44 p. f 35,-

139 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 2: bosreservaat Lheebroek, Dwingeloo. 53 p. f 44,-
140 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 3: bosreservaat Galgenberg, Amerongen. 39 p. f 35,-
141 H.G.J.M. Koop & M.E.A. Broekmeyer 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 4: bosreservaat Tussen de Goren, Chaam. 37 p. f 32,-
142 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 5: bosreservaat Vijlnerbos, Vaals. 46 p. f 34,-
143 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 6: bosreservaat Vechtlanden, Ommen. 46 p. f 34,-
144 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 7: bosreservaat Zeesserveld, Ommen. 37 p. f 32,-
145 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 8: bosreservaat Meerdijk, Spijk-Bremerberg. 52 p. f 36,-
146 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 9: bosreservaat Pijpebrandje, Speulderbos. 46 p. f 34,-
147 H.G.J.M. Koop & A.P.P.M. Clerkx 1995. De vegetatie van bosreservaten in Nederland; deel 10: bosreservaat Nieuw Milligen, Garderen-Oost. 41 p. f 32,-
148 H.G.J.M. Koop 1995. De bosstructuur van de kernvlakte in Het Leesten, bosreservaat 14. 19 p. f 20,-
149 P.M. Vis 1995. De bosstructuur van de kernvlakte in het Leenderbos, bosreservaat 23. 21 p. f 30,-
150 A.H.F. Stortelder, E. Platje & Th. Giessen 1995. Ecologisch beheer van beplantingen langs rijkswegen in Drenthe. 97 p. f 40,-
151 J.J.L. Sluijsmans & J.H. Spijker 1995. Onderzoek naar onkruidbestrijding op verhardingen; praktijkproeven en de mening van bewoners in de Bredase wijk 'Hoge Vucht'. 76 p. f 40,-
152 J.K. van Raffe 1995. Evaluatie van het Districtsmeerjarenplan; de evaluatie van een (nieuw) tactisch plan van Staatsbosbeheer en de daarvoor ontwikkelde computerprogrammatuur. 102 p. f 50,-
153 L.W.G. Higler, H.M. Beije & W. van der Hoek 1995. Stromen in het landschap; ecosysteemvisie beken en beekdalen. 132 p. f 50,-
154 J.G. de Molenaar 1995. Systeembeschrijving van de heide. Basisrapport heide 1; een bouwsteen voor het ontwikkelen van een kennismodel voor het heidebeheer. 99 p. f 40,-
155 J.G. de Molenaar 1995. Biodiversiteit en terreinheterogeniteit. Basisrapport heide 2; de ecologische betekenis van milieuvariatie. 66 p. f 40,-
156 J.G. de Molenaar 1995. Terreinheterogeniteit in de heide. Basisrapport heide 3; ecologische betekenis en praktische consequenties van milieuvariatie in de heide. 51 p. f 40,-
157 J.G. de Molenaar 1995. Functioneren en beheren van heide. Basisrapport heide 4. 44 p. f 30,-
158 J.L. Guldemond 1995. Mogelijkheden voor het behoud van de iep in Nederland. 48 p. f 30,-
159 D. Wijnbelt 1995. De relatie tussen leef- en gedragsstijl en woonmilieuvoorkeur in Nijmegen en de Waalsprong. 61 p. f 40,-
160 P.F.M. Verdonschot, H.G. Mosterdijk, W. Cellarius & M. van den Hoorn 1995. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 8; de verspreiding en monitoring van veensteekmuggen in 1994. 78 p. f 40,-

161 T.A. de Boer 1995. Zeilvliegen in Nederland. 21 p. f 30,-
162 H. Koop & S. van der Werf 1995. Natuurlijke bosgemeenschappen A-locaties en boscomplexen; achtergronddocument bij de Ecosysteemvisie Bos. 230 p. f 70,-
163 S.P. Tjallingii, J.H. Spijker & C.A. de Vries 1995. Ecologisch stadsbeheer; aanzetten voor een strategie voor de stad Utrecht. Kadernota in opdracht van de Dienst Stadsbeheer van de gemeente Utrecht. 84 p. f 40,-
165 K.G. Kranenborg & S.M.G. de Vries 1995. Hybride lariks uit de zaadgaard Vaals. 30 p. f 30,-
166 D.A. Jonkers 1995. Monitoring en evaluatie voor de beheersvisie op een aantal heidevelden in de gemeente Nunspeet. 21 p. f 30,-
167 G.M.J. Mohren (eindredactie) 1995. Simulatie van effecten van luchtverontreiniging en bodemverzuring op naaldbossen: toepassingen van een geïntegreerd opstandsmodel. 194 p. f 60,-
168 D.A. Jonkers 1995. Vogels en heterogeniteit van heideterreinen. Basisrapport heide 5. 48 p. f 30,-
169 M.H.A. van den Ham & R.H.M. Peltzer 1995. Dosis-effect-relatieonderzoek en ecologische verbindingszones; evaluatie van het dosis-effect-relatieonderzoek en onderzoek naar de mogelijkheden voor recreatie én natuur binnen de ecologische verbindingszones van de hogere zandgronden. 90 p. f 40,-
170 J. Verboom, J.H. Faber, J.T.R. Kalkhoven, J.B. Latour, P.F.M. Opdam & L. Posthuma 1995. Milieuverkenningen en fauna; op weg naar multiple-stress modellen. 86 p. f 40,-
171 G. van Donkersgoed & J.K. van Raffe 1995. Handleidingen SDT, RBS en DMP; handleidingen van de computerprogrammatuur die is gebruikt bij de evaluatie van het Districtsmeerjarenplan van Staatsbosbeheer. 78 p. f 40,-
172 P.J.M. Bergers & R.C. van Apeldoorn 1995. Gebiedsgericht en soortgericht beleid in moerassen; de noordse woelmuis als toets. 40 p. f 30,-
173 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot 1995. Proeftabel Nederlandse Culicidae. 106 p. f 50,-
174 J.K. van Raffe 1995. Functioneel en technisch ontwerp SDT, RBS en DMP; functioneel en technisch ontwerp van de computerprogrammatuur die is gebruikt bij de evaluatie van het Districsmeerjarenplan van Staatsbosbeheer. 97 p. f 40,-
175 J. van den Burg 1995. De groei van de berk in Nederland. 37 p. f 20,-
177 J.G. de Molenaar 1995. Beheersvisie heideterreinen gemeente Nunspeet. 104 p. f 50,-
178 H.J. Hekhuis & D.W. Bruil 1995. Handhaving groene wetten: samen naar een oplossing! Knelpunten en oplossingen voor een effectieve handhaving van de natuurbeschermingswetgeving. 137 p. f 50,-
179 R.J.A.M. Wolf 1995. Geschiedenis en beheer van de Nederlandse ooibossen. 131 p. f 50,-
180 M.H.J. Werner, S.M.J.M. Brasseur, E.H. Ries & P.J.H. Reijnders 1995. Habitatgebruik, activiteitspatroon en gedrag van teruggezette, gerevalideerde gewone zeehonden in de Oosterschelde: winterperiode 1993/1994. 70 p. f 40,-
181 N.H. Edelenbosch & E.J. Dik 1995. Mengteelt van populieren met suikerbieten, snijmaïs en gras. Deel 1: Economische evaluatie van mengteelt van bomen met landbouwgewassen. 99 p. f 40,-

182 C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1995. De invloed van insektenbestrijding en bemesting op de vitaliteit en groei van verzwakte zomereiken. 51 p f. 40,-

183 J.F. Jonkhof & S.P. Tjallingii 1995. Water in Ypenburg. Een structuurschets van het watersysteem voor het stedebouwkundig plan van VINEX-locatie Ypenburg. 22 p. f 30,-

184 De betekenis van bossen; voordrachten gehouden op het IBN/IKC - symposium 'De betekenis van bossen'. 1995 140 p. f 50,-

185 B.C. van Dam, C.C.G van Doorn, Y. van Oort & P. Goedhart 1995. Methoden om de vatbaarheid van schietwilg *(Salix alba)* voor de watermerkziekte *(Erwinia salicis)* te toetsen. I Een biotoets. 82 p. f 44,-

186 J.L. Mulder 1995. Herintroductie van dassen in Overijssel en Friesland. 44 p. f 32,-

187 F.A. Bink 1995. Relaties tussen dagvlinders en milieutypen op de heide. Basisrapport heide 6. 36 p. f 30,-

188 D.A. Jonkers 1995. Herpetefauna en de heterogeniteit van heidevelden. Basisrapport heide 7. 34 p. f 30,-

189 R.H.M. Peltzer 1995. Recreatie en natuur in de Loonse en Drunense Duinen; deelonderzoek relatie en natuur. 168 p. f 62,-

190 S.P. Tjallingii & J.F. Jonkhof (red.) 1995. De Twee Netwerken en de Stolp; een verkennend onderzoek naar de combinatiemogelijkheden van twee strategische benaderingen. 68 p. f 40,-

191 A.P.P.M. Clerkx & M.E.A. Broekmeyer 1995. Bosstructuur en bossamenstelling van bosreservaat 'Zeesserveld'; luchtfoto's en steekproefcirkels. 44 p. f 30,-

192 R.H.M. Peltzer & T.A. de Boer 1995. Het recreatieve gebruik van de Eijerlandse Duinen en het Krimbos op Texel. 73 p. f 40,-

193 J.T.R. Kalkhoven, R.C. van Apeldoorn & R.P.B. Foppen 1995. Fauna en natuurdoeltypen; minimumoppervlakte voor kernpopulaties van doelsoorten zoogdieren en vogels. 134 p. f 50,-

194 G.W.T.A. Groot Bruinderink, E. Hazebroek, A.T. Kuiters & P.A. Slim 1995. Geschiktheid van delen van de Utrechtse Heuvelrug en naburige uiterwaarden als leefgebied voor edelhert en wild zwijn. 46 p. f 32,-.

195 A. Oosterbaan, C.A. van den Berg, B.C. van Dam, C.C.G. van Doorn & L.G. Moraal 1995. Bandnecrose, bruinverkleuring en naaldval bij grove den. 31 p. f 30,-

196 B.R. Bierhuizen & P.J.M. Bergers 1995. De noordse woelmuis in het herinrichtingsgebied polder Zeevang, Noord-Holland. 50 p. f 30,-

197 J.P. Peeters, C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1995. De groei van tamme kastanje *(Castanea sativa)* in Nederland. 23 p. f 30,-

198 A.H.P. Stumpel & H. van der Voet 1995. Nieuwe poelen nuttig? Een oriënterend onderzoek naar de kolonisatie door kikkers, padden en salamanders. 59 p. f 40,-

199 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop 1995. Bosdynamiek in de Otterskooi; tien jaar monitoring van een elzenbos. 105 p. f 55,-

200 A.J. Beintema 1995. De ruime jas; flexibele invulling van het Ralatienotabeheer: kansen of risico's? 47 p. f 30,-

201 J. van den Burg 1996. Literatuurlijst van het groeiplaatseisenonderzoek met boomsoorten in Noord- en West-Europa. 37 p. f 30,-

202 B. Spaans, L. Bruinzeel & C.J. Smit 1996. Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en de Oosterschelde. 134 p. f 50,-

203 G.J.M. Wintermans 1996. Verstorende effecten voor vogels van de aanleg van een afvalwaterpersleiding (AWP-2) door het Markiezaat. 29 p. f . 30,-

204 W.K.R.E. van Wingerden, R.J.M. van Kats & D.R. Lammertsma 1996. Een verkennende studie naar het voorkomen van de Moerassprinkhaan *(Stethophyma grossum* L.) in uiterwaarden. 53 p. f 40,-

205 E.A.P. Wieman & H. Hekhuis 1996. Deel A: Bedrijfseconomische consequenties en functievervulling van kleinschalig bosbeheer; modelberekeningen en praktijksituaties 152 p. Deel B: Bijlagen. 194 p. Deze twee delen zijn niet afzonderlijk te bestellen. f 77,-

206 A. Oosterbaan & C.A. van den Berg 1996. Experimenteel onderzoek naar omvormingsmogelijkheden van douglas-monoculturen naar gemengd bos. 35 p. f 30,-

207 T.A. de Boer 1996. De effecten van waterrecreatie op de natuur in de Oosterschelde, Voordelta en Waddenzee: een literatuuronderzoek. 45 p. f 30,-

208 S.M.J.M. Brasseur & P.J.H. Reijnders 1996. De zeehond terug op z'n bank; een haalbaarheidsstudie voor het Brielse Gat. 31 p. f 30,-

209 H.J. Hekhuis & R.H.M. Peltzer 1996. Intensiteit van het recreatief bosgebruik in Overijssel; indelingscriteria en kosten. 63 p. f 40,-

210 M.E.A. Broekmeyer, A.P.P.M. Clerkx & H.G.J.M. Koop 1996. Bosdynamiek in het Norgerholt; tien jaar monitoring in een Hulst-Eikenbos. 112 p. f 55,-

211 W.A. Teunissen 1996. Ganzenschade in de akkerbouw; onderzoek naar factoren die een rol spelen bij het ontstaan van ganzenschade in de akkerbouw. 167 p. f 60,-

212 W. Schuring & P. Kolster 1996. Toepassing van plantaardige eiwitcoatings op bomen. 35 p. f 32,-

213 C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1996. De invloed van bodemvoorbereiding op natuurlijke verjonging van douglas en enkele andere soorten. 32 p. f 30,-

214 N. Dankers & G.J. M. Wintermans (red.). Exploratieboringen en ecologie; een bijdrage aan de MER van de NAM ten behoeve van de proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en de Noordzeekustzone. 213 p. f 92,-

215 H. Siepel, J. Burgers, R.J.M. van Kats, D.R. Lammertsma & A.P. Noordam 1996. De bijdrage van verruigde akkerranden aan de biodiversiteit van het landelijk gebied in Zuidelijk Flevoland. 73 p. f 40,-

216 J.K. van Raffe 1996. Tactische bosbedrijfsplanning; methodiek en computerprogrammatuur voor de planning van maatregelen en middelen. 129 p. f 50,-

217 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer, P.J. Szabo, A.F.M. van Hees, L.J. van Os & H.G.J.M. Koop 1996. Bosdynamiek in bosreservaat Galgenberg. 137 p. f 55,-

218 G.P. Gonggrijp 1996. Indelings- en waarderingsmethode voor aardkundige waarden. 95 p. f 43,-

219 H.G.J.M. Koop, L.J. van Os & A.P.P.M. Clerkx 1996. Start monitoringsysteem natuurtechnisch bosbeheer. 75 p. f 40,-

220 A. van den Ham & G. Kolkman 1996. Inzet van een tendersysteem bij de SBL-regeling. 45 p. f 30,-

221 J.J. Jansen, J. Sevenster & P.J. Faber 1996. Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. 202 p. f 52,50

222 S.P. Tjallingii, J.H. Spijker & J.F. Jonkhof 1996. Ecologische Ontwikkelingsvisie op beheer en inrichting van de stadswateren in Amstelveen. 107 p. f 50,-

223 E.J. Dik 1996. Herziene spilhout-volumefuncties van enkele boomsoorten; tabellen, omrekening naar werkhout-volume, bastpercentages en verloop van de diameter in de stam. 52 p. f 40,-

224 J. van den Burg 1996. Beworteling van boomsoorten in Nederlandse bossen. 66 p. f 40,-

225 W. Schuring, C. Das & P.W. Goedhart 1996. Het verplanten van laanbomen met naakte wortel in voor- en najaar; toepassing van wortelsnoei in de aanlegfase. 50 p. f 30,-

226 A.T. Kuiters, G.W.T.A. Groot Bruinderink & C.B. de Jong 1996. De Dieetkeus van damhert, ree en enkele andere herbivoren in de duinen van Zuid-Kennemerland. 53 p. f 40,-

227 J. Veen, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1996. Evaluatie van het beheer van de zilvermeeuwenpopulatie op Schiermonnikoog in 1986-1995. 73 p. f 40,-

228 L.W.G. Higler & Tj.H. van den Hoek 1996. Monitoring onderzoek Hierdense beek 1995. 40 p. f 30,-

229 P.J.M. Bergers & P.F.M. Opdam (red.) 1996. Versnippering en populaties: een verklarende woordenlijst. 25 p. f 30,-

231 J.G. de Molenaar 1996. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. I. De werking van begrazing. 221 p. f 70.,-

232 P.F.M. Verdonschot., J.A. Schot & M.W. van den Hoorn 1996. Astacus astacus; leefomstandigheden in de Rozendaalse beek en de Beekhuizense beek. 86 p. f 40.,-