

**Ecologische streefbeelden voor stromende wateren
Veluwe & Vallei**

**N.G. Jaarsma
P.F.M. Verdonschot
R.C. Nijboer
M.W. van den Hoorn**

REFERAAT

Jaarsma, N.G., P.F.M. Verdonshot, R.C. Nijboer, M.W. van den Hoorn, 2001. *Ecologische streefbeelden voor stromende wateren Veluwe & Vallei*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 377.108. blz. 7 fig.; 10 tab.; 7 foto's; 24 ref.

Het project "Ecologische streefbeelden voor stromende wateren Veluwe & Vallei" heeft ten doel om toetsbare streefbeelden te ontwikkelen voor de stromende wateren in het beheersgebied van de waterschappen Veluwe en Vallei & Eem. Het is het vervolg van het project "Maatweb stromende wateren Veluwe & Vallei". In het maatweb-project zijn de verschillende macrofaunagemeenschappen van de stromende wateren in het beheersgebied beschreven. Voor de in totaal 13 onderscheiden gemeenschapstypen uit dit rapport zijn negen streefbeelden ontwikkeld. Deze bestaan uit een beschrijving van de gewenste abiotische condities in combinatie met biotische indicatorsoorten van macrofauna en macrofyten. Daarnaast zijn de te verwachten vissen, amfibieën en vogels bij de streefbeelden vermeld. Selectie van de macrofauna heeft plaatsgevonden met behulp van literatuuronderzoek. Tevens zijn, door middel van statistische analyse, ecologische preferenties van macrofaunataxa voor een aantal voor het streefbeeld relevante milieuv variabelen bepaald.

Trefwoorden: beken, ecologische waterkwaliteit, maatweb, macrofauna, macrofyten, optimum, streefbeeld, stromende wateren, tolerantie, Vallei en Eem, Veluwe, vissen

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 50,00 (€23) over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 377. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

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

Inhoud

| | |
|---|----|
| Samenvatting | 5 |
| 1 Inleiding | 7 |
| 2 Werkwijze | 9 |
| 2.1 Uitgangspunten | 9 |
| 2.2 Gegevensbronnen | 9 |
| 2.3 Totstandkoming streefbeelden | 9 |
| 2.4 Toelichting streefbeeldbeschrijving | 10 |
| 2.4.1 De naam van het streefbeeldtype | 10 |
| 2.4.2 Algemene karakterisering en landschappelijke ligging | 11 |
| 2.4.3 Abiotische en biotische kenmerken; 5-S model | 11 |
| 2.4.4 Koppeling met de aquatische natuurdoeltypen | 12 |
| 2.4.5 Bedreigingen en beheer | 13 |
| 2.5 Selectie macrofauna streefbeelden | 13 |
| 2.5.1 Berekening van optima en toleranties | 14 |
| 2.5.2 Bruikbaarheid van optima en toleranties | 15 |
| 2.5.3 Ecologische informatie uit literatuur | 18 |
| 2.6 Selectie overige soorten streefbeelden | 18 |
| 3 Ontstaanswijze en karakteristieken van de beken | 19 |
| 3.1 Geohydrologie van de Veluwe en de Gelderse vallei | 19 |
| 3.2 Geomorfologische beektypen in het beheersgebied | 20 |
| 3.2.1 Sprengbeken | 20 |
| 3.2.2 Bronbeken | 20 |
| 3.2.3 Laaglandbeken | 22 |
| 4 Onderscheiden beektypen en ecologische kwaliteit | 23 |
| 4.1 Profielschets per beektype | 23 |
| 4.2 Huidige en vroegere kwaliteit van de stromende wateren | 30 |
| 4.3 Geografische spreiding beektypen | 32 |
| 5 Sturende variabelen en knelpunten | 33 |
| 5.1 Sturende variabelen voor de beekgemeenschappen in het beheersgebied | 33 |
| 5.2 Natuurlijke karakteristieken en knelpunten | 33 |
| 5.2.1 Stroming | 33 |
| 5.2.2 Structuren | 36 |
| 5.2.3 Stoffen | 37 |
| 6 Indicatoren | 39 |
| 6.1 Water- en oeverplanten | 39 |
| 6.2 Vissen | 42 |
| 6.3 Amfibieën en reptielen | 43 |
| 6.4 Vogels | 45 |
| 7 Beschrijving van de streefbeelden | 47 |
| 7.1 Streefbeeld zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb _{zz}) | 48 |
| 7.2 Streefbeeld sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb) | 51 |

| | | |
|------------------------|--|-----|
| 7.3 | Streefbeeld bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb) | 53 |
| 7.4 | Streefbeeld natuurlijke bovenlopen (Bo _{na}) | 56 |
| 7.5 | Streefbeeld snelstromende bovenlopen (Bo _{ss}) | 59 |
| 7.6 | Streefbeeld half-natuurlijke bovenlopen (Bo _{hn}) | 61 |
| 7.7 | Streefbeeld kwelgevoede middenlopen (Mi _{kw}) | 64 |
| 7.8 | Streefbeeld regenwatergevoede middenlopen (Mi _{re}) | 67 |
| 7.9 | Streefbeeld benedenlopen (Be) | 71 |
| 8 | Ontwikkelingsreeksen | 77 |
| 8.1 | Ontwikkelingsreeks sprengkoppen en bronnen | 77 |
| 8.2 | Ontwikkelingsreeks bovenlopen van sprengen- en bronbeken | 79 |
| 8.3 | Ontwikkelingsreeks middenlopen | 82 |
| 8.4 | Ontwikkelingsreeks benedenlopen | 84 |
| 9 | Herstelmaatregelen; inrichting en beheer | 87 |
| 9.1 | Stroming | 88 |
| 9.2 | Structuren | 90 |
| 9.3 | Stoffen | 92 |
| 9.4 | Keuze en prioritering maatregelen | 94 |
| | Literatuur | 97 |
| | | |
| <i>Bijlagen</i> | | |
| I | Ecologische macrofaunatabel | 99 |
| IIa | Overzicht rapporten archiefmateriaal stromende wateren | 101 |
| IIb | Overzichtstabel beken archief | 103 |
| III | Gebruikte definities en indelingen abiotische karakteristieken | 105 |

Samenvatting

Dit rapport beschrijft ecologische streefbeelden voor de stromende wateren in het beheersgebied van de waterschappen Veluwe en Vallei & Eem. Het is een vervolg op het “Ecologisch maatweb stromende wateren Veluwe & Vallei”. Dit maatweb is in 1996 door bovengenoemde waterschappen in samenwerking met Alterra (voorheen IBN-DLO) tot stand gekomen. In het maatweb worden 13 beektypen onderscheiden op basis van de voorkomende combinaties van ongewervelde waterdieren (macrofauna). Voor 9 van die 13 typen zijn in dit rapport streefbeelden opgesteld. Dit zijn:

- zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb_{zz})
- sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb)
- bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb)
- natuurlijke bovenlopen (Bo_{na})
- snelstromende bovenlopen (Bo_{ss})
- halfnatuurlijke bovenlopen (Bo_{hn})
- kwelgevoede middenlopen (Mi_{kw})
- regenwatergevoede middenlopen (Mi_{re})
- benedenlopen (Be)

Een streefbeeld is een beschrijving van de gewenste situatie. In dit geval is dat de ecologisch meest gewenste situatie. Bij de formulering van de streefbeelden is rekening gehouden met de mogelijkheden die in het gebied bestaan voor beekherstel. In een aantal gevallen betekent dit dat het streefbeeld op dit moment reeds wordt benaderd, in andere gevallen moet er nog veel gebeuren om naar de streefbeelden toe te werken. In die situaties waar de huidige situatie nog het verst verwijderd is van de ecologisch gewenste situatie zijn tussendoelen opgesteld die kunnen fungeren als ijkpunten richting eindstreefbeeld.

Als informatie voor het opstellen van de streefbeelden is gebruik gemaakt van oude gegevens uit de archieven van Staatsbosbeheer en Alterra. Daarnaast zijn gegevens gebruikt over het voorkomen van planten en dieren in vergelijkbare stromende wateren in de rest van Nederland. Door middel van statistische analyse van deze gegevens is een inschatting gemaakt van de ecologische voorkeuren van een groot aantal waterdieren. Voor de ongewervelde waterdieren (macrofauna) is een ecologische tabel opgesteld. Deze tabel, in combinatie met specifieke ecologische literatuur en expert judgement, heeft als basis gediend voor de selectie van macrofaunasoorten voor de streefbeelden. De streefbeelden zijn voorzover relevant aangevuld met water- en oeverplanten, vissen, amfibieën, reptielen en vogels.

In de streefbeeldbeschrijving wordt eerst een algemene karakterisering gegeven waarin het streefbeeld in algemene termen wordt beschreven. Daarna wordt het systeem beschreven aan de hand van de hiërarchische volgorde uit het 5-S model. Het 5-S model is een theoretisch model dat is ontwikkeld als instrument voor

ecologisch beekherstel. Het bestaat uit de onderdelen systeemvoorwaarden, stroming, structuren en stoffen die allen sturend zijn voor de 5° S, namelijk de soorten. Voor de componenten uit het model zijn de kenmerkende ranges van milieuvariabelen aangegeven die het streefbeeld karakteriseren. Daarna wordt per streefbeeld een opsomming gegeven van de bijbehorende soorten die indicatief zijn voor het streefbeeld of juist verstoring indiceren. Er wordt een koppeling gemaakt met het meest overeenkomende landelijke aquatische natuurdoeltype. In het onderdeel bedreigingen en beheer worden een aantal beheersaspecten beschreven die specifiek van belang zijn voor het beektype. In een apart hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van mogelijke maatregelen die kunnen worden genomen bij ecologische herstelprojecten.

Toetsing aan de streefbeelden vindt in eerste instantie plaats door middel van een vergelijking van de soortensamenstelling van de macrofauna van een beek met de kensoorten uit de streefbeelden. Hiervoor is het programmapakket EKOVI uitgebreid met een functionaliteit die deze vergelijking mogelijk maakt. Daarbij wordt gebruik gemaakt van eenvoudige methodiek die de similariteit (mate van overeenkomst) tussen beide soortenlijsten berekend. Toetsing vindt eveneens plaats aan de abiotische karakteristieken van de streefbeelden. Hiervoor zijn kenmerkende ranges van milieuvariabelen aangegeven die het streefbeeld karakteriseren.

1 Inleiding

In 1996 is het project ecologisch maatweb stromende wateren Veluwe/Vallei afgerond. Dit project had ten doel om een typologie te ontwikkelen van de macrofaunagemeenschappen van de stromende wateren in het beheersgebied van waterschap Veluwe en waterschap Vallei & Eem. Tevens was het doel om hiermee een basis te leggen voor een ecologische beoordeling van stromende wateren in de regio. De resultaten van het maatweb zijn inmiddels geïmplementeerd in het beoordelingsinstrumentarium EKO.V. De afkorting EKO.V staat voor **E**cologische **K**arakterisering van **O**ppervlaktewateren in het beheersgebied **V**eluwe/**V**allei. Met dit geautomatiseerde systeem is het mogelijk om nieuwe gegevens over het voorkomen van macrofauna in stromende wateren te vergelijken (nieuwe monsters toe te delen) aan de ontwikkelde typologie. Hiermee kan snel een indruk worden gekregen om welk type stromend water het gaat en het ecologisch functioneren van dit water.

Een vervolgstap in de ecologische waterbeoordeling is de ontwikkeling van streefbeelden voor de verschillende typen stromende wateren. Als basis hiervoor dient het ontwikkelde maatweb met de hieruit voortvloeiende typologie.

Het doel van dit vervolgproject is het opstellen van streefbeelden voor stromende wateren in het beheersgebied van de waterschappen Veluwe en Vallei en Eem. Daarbij wordt veel belang gehecht de ontwikkeling van een maatlat waarmee de stromende wateren getoetst kunnen worden aan deze streefbeelden. Binnen het project zijn de volgende onderdelen te onderscheiden:

- Beschrijving van de huidige abiotische situatie en beïnvloeding;
- Beschrijving abiotisch streefbeeld;
- Inventarisatie van historische gegevens;
- Inventarisatie van huidige gegevens;
- Inventarisatie van referenties buiten beheersgebied;
- Beschrijven autecologie van soorten, uitmondend in soorten-milieumatrix.

In totaal zijn vijf ontwikkelingsreeksen voor stromende wateren opgesteld met daarbij de sturende variabelen, hieraan zijn uiteindelijk negen streefbeelden gekoppeld. Deze negen streefbeelden worden in dit rapport beschreven.

De ontwikkelde streefbeelden zijn beschreven aan de hand van de biotische en abiotische componenten van een beekstelsel. In eerste instantie zijn dit de te verwachten soorten macrofauna, maar ook vegetatie en vissen zijn opgenomen. In de praktijk is gebleken dat macrofauna als organismengroep een belangrijke indicatorwaarde heeft voor het functioneren van stromende wateren. Het maatweb, wat ten grondslag ligt aan de streefbeelden, is eveneens gebaseerd op het voorkomen van macrofauna. Daarnaast wordt een beschrijving gegeven van de abiotische condities en randvoorwaarden. Dit zijn de systeemvoorwaarden (klimaat/geologie), stromingscondities, structuurkenmerken (breedte, diepte, structuren in de beek) en stoffen (nutriënten zuurgraad etc.). De geografische spreiding binnen het

beheersgebied wordt genoemd samen met een aantal voorbeeldbeken die kenmerkend zijn voor de aan het streefbeeld ten grondslag liggende beektype of het streefbeeld het dichtst benaderen.

Uit workshops gehouden ter voorbereiding van de uiteindelijke uitwerking van de streefbeelden werd de wens geuit voor een bredere beschrijving van een beekstelsysteem. Daarop zijn ook oevervegetatie, amfibieën en vogels voor zover relevant in het streefbeeld betrokken. De basis van de streefbeelden vormt echter de macrofauna met de bijbehorende abiotische randvoorwaarden waaraan moet worden voldaan. Toetsing aan de streefbeelden moet daarom ook in eerste instantie hieraan plaatsvinden. Deze componenten weerspiegelen namelijk de toestand van de natte doorsnede van de beek en zijn daarom de meest geschikte indicatoren voor het ecologisch functioneren van een beekstelsysteem. Daarbij moet gedacht worden aan hydrologische en hydraulische aspecten zoals voeding van de beek en stromingscondities, trofiegraad (fosfaat en nitraat), saprobie (organische belasting) en structuuraspecten zoals breedte en diepte, lengte- en dwarsprofiel en structuur van de beekbodem.

De daadwerkelijke toetsing aan de ontwikkelde streefbeelden vindt plaats door middel van een evaluatie van de overeenkomst met de opgestelde soortenlijsten van macrofauna. Het programmapakket EKOVA is hiervoor uitgebreid met een functie waarmee soortenlijsten van nieuwe bemonsteringen kunnen worden vergeleken met de streefbeelden. Het aantal overeenkomstige soorten, het percentage soorten uit het streefbeeld en de similariteit (Jaccard index) kunnen op deze manier worden bepaald. Per streefbeeld zijn deze parameters gekwantificeerd, zodat een kwantitatieve toetsing hieraan kan plaatsvinden.

2 Werkwijze

2.1 Uitgangspunten

Bij het opstellen van de streefbeelden voor de stromende wateren van de Veluwe en de Gelderse Vallei is uitgegaan van de huidige situatie zoals die is vastgelegd in het "maatweb stromende wateren Veluwe/Vallei" (Gerritsen *et al.*, 1996). De in dit rapport beschreven typen van stromende wateren hebben als basis gediend voor de streefbeelden en beïnvloedingsreeksen. De huidige abiotische toestand komt hierin ook naar voren en is als basis genomen voor de formulering van sturende parameters voor beekherstel in het beheersgebied. Als randvoorwaarde voor de beschrijving van de streefbeelden is gehanteerd het behoud van de huidige functies van de stromende wateren in het beheersgebied. Dit betekent dat de opgestelde streefbeelden een realistische inschatting zijn van de ecologische potenties en het maatschappelijke draagvlak voor beekherstel.

2.2 Gegevensbronnen

De volgende bronnen van gegevens zijn aangeboord:

- Maatwebbewerking stromende wateren (Gerritsen *et al.*, 1996)
- Archiefmateriaal van beken op de Veluwe en in de Gelderse Vallei (zie bijlage II)
- Gegevens van vergelijkbare stromende wateren elders in Nederland
- Achtergronddocumenten aquatische natuurdoeltypen (bronnen en beken)
- Overige literatuur over flora, fauna, abiotiek van beken
- Databases met ecologische gegevens van macrofauna (Alterra)
- Mondelinge mededelingen (workshops, diverse deskundigen)

2.3 Totstandkoming streefbeelden

Het proces dat is doorlopen om tot de uiteindelijke formulering van de streefbeelden is in de volgende stappen onderverdeeld.

- Het beschrijven van de huidige situatie en de vormen van beïnvloeding (maatweb)
- Het opstellen van beïnvloedingsreeksen van de stromende wateren in het beheersgebied (workshop met provincie en overige belangengroepen)
- Het maken van de uiteindelijke keuze voor de typen waarvoor een streefbeeld wordt opgesteld
- Het opstellen van concept streefbeelden middenlopen
- Het organiseren van workshops/discussiegroepen waar de concept streefbeelden voor middenlopen zijn besproken
- Het maken van een definitieve keuze voor de opzet van de streefbeelden
- Het uitvoeren van literatuuronderzoek naar de ecologie van soorten in archieven

- Het opstellen van een ecologische macrofaunatabel gebaseerd op de dataset van het maatweb
- Het verder uitwerken van de beïnvloedingsreeksen en streefbeelden
- De koppeling van de geselecteerde soorten aan de streefbeelden
- Het maken van de eindrapportage

2.4 Toelichting streefbeeldbeschrijving

De streefbeeldbeschrijving bestaat uit de volgende onderdelen:

- Naam type
- Algemene karakterisering
- Landschappelijke ligging
- Abiotische en biotische kenmerken: (volgens 5S-model)
 - √ Streefbeeldvoorwaarden
 - √ Stroming
 - √ Structuren
 - √ Stoffen (+ overzichtstabel abiotiek)
 - √ Soorten (indicatoren)
 - Macrofauna:
 1. Kentaxa streefbeelden beheersgebied
 2. Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken
 3. Storingsindicatoren
 - Water- en oevervegetatie
 - Vissen
 - Amfibieën en reptielen
 - Vogels
- Overeenkomend landelijk natuurdoeltype
- Bedreigingen en beheer
- Inrichting en beheer

2.4.1 De naam van het streefbeeldtype

De naam van het type is afgeleid uit de typenbeschrijvingen van de aan de streefbeelden ten grondslag liggende monstergroepen uit de maatwebbewerking (Gerritsen *et al.* 1996). De naam is dusdanig aangepast dat er een duidelijke afbakening van de streefbeelden plaatsvindt. Bij het noemen van de naam moet er meteen een beeld naar voren komen van hoe het type eruit ziet. De code van het streefbeeld staat tussen haakjes vermeld achter de naam, het eraan ten grondslag liggende type uit het maatweb staat eveneens vermeld. De namen zijn:

- Zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb_{zz}); MW-type C,
- Sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb); MW-type O,
- Bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb); MW-type S,
- Natuurlijke bovenlopen (Bo_{na}); MW-type A,
- Halfnatuurlijke bovenlopen (Bo_{nn}); MW-type I,

- Snelstromende bovenlopen (Bo_{ss}); MW-type P,
- Kwelgevoede middenlopen (Mi_{kw}); MW-type B,
- Regenwatergevoede middenlopen (Mi_{r0}); MW-type Q,
- Benedenlopen (Be); MW-typen N en U.

2.4.2 Algemene karakterisering en landschappelijke ligging

Onder deze kopjes wordt een algemeen beeld van het type beek geschetst. Daarnaast komen specifieke aspecten aan bod die de beken onderscheiden van de andere typen. De landschappelijke ligging is vaak sterk bepalend voor het type beek.

2.4.3 Abiotische en biotische kenmerken; 5-S model

De abiotische en biotische kenmerken zijn beschreven aan de hand van het 5-S model. Het 5-S model is afkomstig uit “beken stromen” (Verdonschot *et al.*, 1995). Dit rapport is opgesteld als een leidraad is voor ecologisch herstel van beken. Het 5-S model bestaat uit de componenten (tabel 2.1). Een korte toelichting van het 5-S model wordt gegeven in hoofdstuk 9. Voor een uitgebreide beschrijving van model wordt verwezen naar “beken stromen” (Verdonschot *et al.*, 1995).

Tabel 2.1 Onderdelen van het 5-S model:

| Onderdeel | Omvat | Voorbeeld |
|--------------------|--|----------------|
| Systeemvoorwaarden | Klimatologische en geomorfologische aspecten | Verval |
| Stroming | Hydrologische en hydraulische aspecten | Stroomsnelheid |
| Structuren | Morfologische aspecten | Lengteprofiel |
| Stoffen | Waterkwaliteitsaspecten | Trofie |
| Soorten | Indicatorsoorten | Macrofaunataxa |

De abiotische karakteristieken van de streefbeelden zijn ingevuld met als uitgangspunt de abiotiek van de hieraan ten grondslagliggende typen uit het maatweb (Gerritsen *et al.*, 1996). De range van waarden binnen het maatwebtype zijn dus richtinggevend voor de inschatting van de potenties. Vaak is de benedengrens van de ranges als maatgevend genomen, klassengrenzen van algemeen gehanteerde indelingen zijn gebruikt voor de precieze afbakening. Daarnaast zijn in een aantal gevallen de klassengrenzen uit het maatwebrapport aangehouden (bijlage III). Ook zijn een aantal abiotische karakteristieken uit het aquatisch supplement (beken en bronnen) gehanteerd. In tabel 2.2 staat een overzicht van de gehanteerde methode per parameter. In bijlage III staat een overzicht van de gebruikte indelingen voor abiotische variabelen.

Tabel 2.2 Overzicht invulling abiotiek streefbeelden

| Parameter | Streefwaarde gebaseerd op |
|----------------------------------|---|
| Stroomsnelheid (cm/s) | Stromingskarakteristieken van het type uit het maatweb; gemiddelde, onder- en bovengrens in combinatie met natuurdoeltypen (Verdonschot, 2000a & 2000b) |
| pH | Natuurdoeltypen (Verdonschot, 2000a & 2000b) |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Maatweb benedengrens, saprobie-indeling (bijlage III) |
| Breedte (m) | Gemiddelde + range uit maatweb |
| Diepte (m) | Gemiddelde + range uit maatweb |
| t-P (mgP/l) | Maatweb benedengrens, trofie-indeling (bijlage III) |
| $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mgN/l) | Maatweb benedengrens, saprobie-indeling (bijlage III) |
| O_2 (%) | Maatweb range, beste kwaliteit |
| NO_3^- (mgN/l) | Maatweb benedengrens, trofie-indeling (bijlage III) |
| Temperatuur | Alleen bij bronnen en bovenloopjes, grondwatertemperatuur (Verdonschot, 2000a) |

De biotische karakteristieken (soorten) bestaan uit macrofauna en macrofyten en in mindere mate vogels en amfibieën die indicatief zijn voor de situatie van het streefbeeld. De gebruikte methodiek voor de selectie van de soorten staat uiteengezet in de paragrafen 2.5 en 2.6.

2.4.4 Koppeling met de aquatische natuurdoeltypen

In de streefbeeldbeschrijving wordt het meest overeenkomende landelijke aquatische natuurdoeltype genoemd uit de achtergronddocumenten Aquatisch supplement bronnen (deel 1) en Aquatisch supplement beken (deel 2) (Verdonschot, 2000a en Verdonschot, 2000b).

De overeenkomst tussen de opgestelde streefbeelden en de landelijke aquatische natuurdoeltypen staat weergegeven in de tabel 2.3. Deze koppeling is niet strikt en de uitwerking van de streefbeelden is een regionale uitwerking voor de beken in het beheersgebied. De soorten uit de natuurdoeltypen komen deels overeen met die van de streefbeelden. Omdat de streefbeelden een gebiedsgerichte uitwerking zijn van de landelijke typologie zijn ze gedetailleerder. Een ander verschil is dat in de landelijke typologie referentiegemeenschappen worden beschreven, dus de gemeenschappen in de meest natuurlijke situatie. Bij het opstellen van de streefbeelden is rekening gehouden met de randvoorwaarden die de overige functies stellen aan de beek en met beïnvloeding door menselijk handelen. Daarnaast zijn de streefbeelden breder doordat ook oevervegetatie, amfibieën en vogels zijn betrokken in de beschrijving. In een aantal specifieke situaties zoals licht zure of droogvallende sprengen komt de gemeenschap sterk overeen met die uit de natuurdoeltypen. Dit milieu is dermate specifiek dat de indicatorsoorten voor een belangrijk deel overeenkomen.

Tabel 2.3 Overeenkomst streefbeelden met de landelijke aquatische natuurdoeltypen.

| Code | Streefbeeld | Natuurdoeltype |
|------------------|--|--|
| Bb _{zz} | Zwak zure bronnen en bovenloopjes | (Zwak) zure bovenloopjes |
| Sb | Sprengen en bovenloopjes van sprengbeken | Matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer |
| Bb | Bronnen en bovenloopjes van bronbeken | Bronnen met geconcentreerde hoge afvoer |
| Bo _{na} | Natuurlijke bovenlopen | Langzaam stromende bovenloopjes |
| Bo _{hn} | Halfnatuurlijke bovenlopen | Langzaam stromende bovenlopen |
| Bo _{ss} | Snelstromende bovenlopen | Snelstromende bovenloopjes of -lopen |
| Mi _{kw} | Kwelgevoede middenlopen | Snelstromende middenlopen |
| Mi _{re} | Regenwatergevoede middenlopen | Langzaam stromende middenlopen |
| Be | Benedenlopen | Langzaam stromende benedenlopen |

2.4.5 Bedreigingen en beheer

Tenslotte worden per type de belangrijkste **bedreigingen** genoemd en suggesties gedaan voor **inrichting en beheer**. Beide zijn bedoeld als leidraad voor het beheer van beken maar zijn niet volledig. Per streefbeeld zijn de belangrijkste knelpunten uitgewerkt van de hieraan ten grondslag liggende monstergroep. Voor individuele beken kunnen de omstandigheden hiervan afwijken en telkens moet dus ook kritisch worden gekeken naar de relevantie en effectiviteit van de voorgestelde maatregelen.

2.5 Selectie macrofauna streefbeelden

Voor de selectie van macrofaunataxa voor de streefbeelden is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Gegevens over macrofauna uit het maatweb (Gerritsen *et al.*, 1996)
- Historische gegevens (bijlage II)
- Gegevens over het voorkomen van macrofauna in stromende wateren (database Alterra)

Van deze gegevens is eerst een lijst opgesteld van macrofaunataxa die in het beheersgebied zijn aangetroffen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen soorten die in het maatweb zijn aangetroffen en soorten uit archieven. Bij de invulling van de streefbeelden is een selectie van de soorten uit deze lijst gemaakt met behulp van:

- Optima en toleranties van macrofaunataxa (database Alterra)
- Ecologische informatie uit literatuur (diverse bronnen)
- Zeldzaamheidslijst macrofaunataxa (Nijboer, in prep.)

Aanvullend zijn soorten uit de achtergronddocumenten van de natuurdoeltypen bronnen en beken toegevoegd.

2.5.1 Berekening van optima en toleranties

Gegevens over het voorkomen van macrofauna in stromende wateren in Nederland, die in de loop der jaren door Alterra zijn verzameld, zijn gebruikt voor het bepalen van de optima en toleranties van macrofaunataxa. Het optimum van een taxon voor een bepaalde milieuvariabele is de waarde van die variabele waarbij het taxon de hoogste abundantie bereikt. Dit is dus de optimale omstandigheid van het taxon voor de variabele. Het optimum wordt bepaald door het gewogen gemiddelde te bepalen van de waarde van de variabele voor het taxon. Hiervoor wordt per lokatie de abundantie van het taxon vermenigvuldigd met de waarde van de variabele. Dit wordt voor alle lokaties gesommeerd volgens (naar Ter Braak en Verdonschot, 1995: p. 262),

$$U_{jk} = \frac{\sum Y_{ij} * X_{jk}}{N}$$

waarbij:

- U_{ik} = optimum van taxon i voor parameter k,
- Y_{ij} = aantal individuen taxon i op lokatie j,
- X_{jk} = waarde van parameter k op lokatie j
- N = aantal lokaties.

De tolerantie van een taxon is een maat voor de afwijking van het gewogen gemiddelde. Dit wordt bepaald door de gewogen standaardafwijking te bepalen volgens (naar Ter Braak en Verdonschot, 1995: p. 262),

$$T_{ik} = \sqrt{\frac{\sum Y_{ij} * (X_{jk} - U_{ik})^2}{Y_{i+} * (1 - 1/N_2)}}$$

waarbij:

- T_{ik} = de tolerantie van taxon i voor parameter k,
- Y_{i+} = de som van alle individuen van taxon i over alle lokaties en
- N_2 = het effectieve aantal waarnemingen van soort j

N_2 wordt berekend volgens (Ter Braak en Verdonschot, 1995: p. 262):

$$N_2 = \left\{ \sum \left(\frac{Y_{ij}}{N} \right)^2 \right\}^{-1}$$

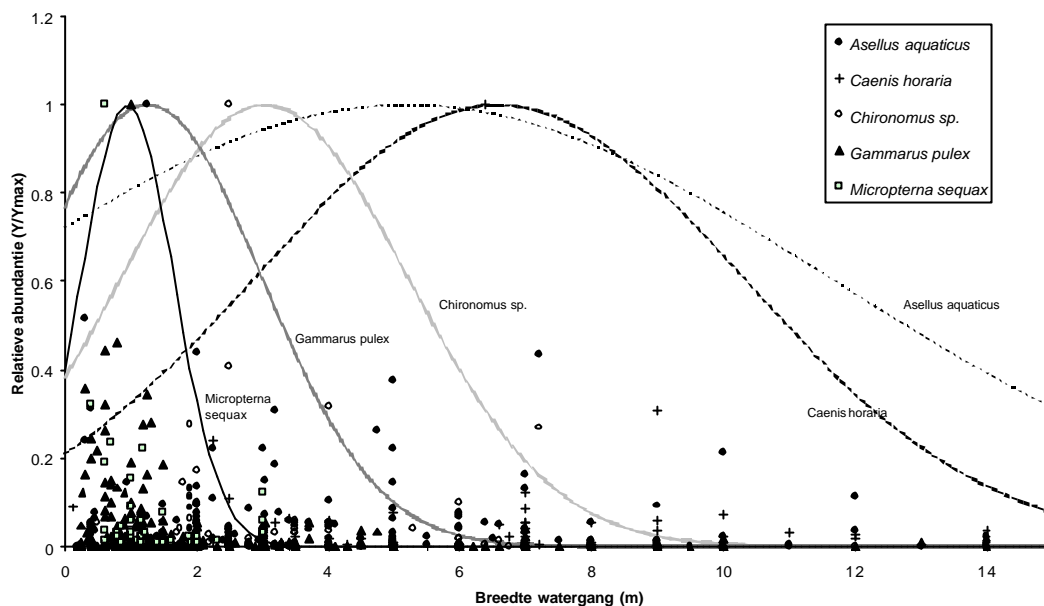
Met behulp van de optima en toleranties van taxa kunnen responsiecurves worden opgesteld. Met behulp van de formule (Ter Braak en van Dam, 1989: p212),

$$F_i(k) = C_i * \exp(-0.5 * (X_k - U_{ik})^2 / T_{ik}^2)$$

waarbij:

- $F_i(k)$ = verwacht aantal individuen van taxon i als functie van de waarde van parameter k,
- U_{ik} = optimum van taxon i voor parameter k,
- T_{ik} = tolerantie van taxon i voor parameter k,
- C_i = maximaal aantal individuen taxon i,
- X_k = waarde van parameter k

Figuur 2.1 geeft een voorbeeld van een uitwerking van de berekening van optima en toleranties voor vijf taxa uit de dataset als functie van de breedte van een watergang. Hierbij zijn ook de relatieve abundanties van die taxa bij elke gemeten waarde weergegeven als vergelijking.



Figuur 2.1 Gaussische responscurves van de macrofaunataxa *Asellus aquaticus*, *Caenis horaria*, *Chironomus sp.*, *Gammarus pulex* en *Micropterna sequax* voor de breedte van een watergang.

Doordat de Gaussische responscurves voor de variabele breedte per soort zijn weergegeven is een vergelijking van de preferentie van de verschillende soorten mogelijk. Als voorbeeld heeft de kokerjuffer *Micropterna sequax* een beperkte tolerantie voor de breedte van een watergang. Het optimum voor de soort ligt binnen de onderzochte beken rond 1 meter, in beken van meer dan 3 meter is de soort niet of nauwelijks meer aangetroffen. De waterpissebed *Asellus aquaticus* heeft juist een zeer brede tolerantie en is niet karakteristiek voor wateren van kleine of grote breedte maar kan overal worden aangetroffen.

2.5.2 Bruikbaarheid van optima en toleranties

De berekende optima en toleranties voor de taxa uit de database van Alterra geven een beeld van de omstandigheden waaronder deze taxa voorkomen in de bemonsterde Nederlandse beken. Hierbij dienen de volgende kanttekeningen te worden geplaatst.

- De uitkomsten van de berekeningen zijn afhankelijk van de gebruikte dataset, een scheve verdeling van beektypen kan een vertekend beeld geven van het voorkomen van een taxon,
- Wanneer een taxon niet is aangetroffen onder bepaalde milieuomstandigheden wil dit niet zeggen dat het onder die omstandigheden niet kan voorkomen,

- Variabelen waarvoor optima en toleranties worden berekend zijn vaak niet onderling onafhankelijk. Een voorbeeld hiervan is dat voor brontaxa het berekende optimum voor nitraat vaak hoog ligt. Het is echter waarschijnlijker dat een andere factor bepalend is en dat de gevonden relatie een gevolg is van het veelvuldig voorkomen van hoge nitraatgehalten in bronnen, waarvoor betreffende taxa niet erg gevoelig zijn
- Zoals in figuur 2.1 is te zien liggen de voorspelde abundanties (curve) in bijna alle gevallen hoger dan de waargenomen abundanties. De hoogste waargenomen abundantie van een taxon is in alle gevallen ten minste 2 maal hoger dan de op één na hoogste abundantie. De hoge maximale abundantie veroorzaakt dus een overschatting van de voorspelde abundantie. Mogelijk dat het gebruik van getransformeerde aantallen een beter resultaat geeft. Voor een vergelijking van de ecologische bandbreedte van taxa voor een milieuvariabele is de overschatting van de abundantie echter niet direct een probleem.
- In veel gevallen zijn er voor een specifiek taxon slechts een beperkt aantal waarnemingen beschikbaar. Dit zijn vaak juist de zeldzame taxa die in het streefbeeld thuishoren. Voor een goede inschatting van de optima en toleranties zijn meerdere waarnemingen nodig. Door Ter Braak en van Dam (1989) werd een grens van minimaal 10 waarnemingen aangehouden.

Van de macrofaunataxa uit het beheersgebied zijn voor een aantal variabelen de optima en toleranties berekend. Dit is gedaan voor breedte, diepte, EGV, kwel, nitraat, totaal-fosfaat, stroomsnelheid, saprobie (NH_4^+), droogval, schaduw en submerse vegetatiebedekking. De berekende optima en toleranties zijn in tabelvorm weergegeven. Hierbij zijn per variabele klassen gedefinieerd waarin per taxon het optimum en de afwijking van het optimum zijn ingedeeld. De afwijking van het optimum is gedefinieerd als optimum +/- de tolerantie. Dit traject omvat circa 70% van alle waarnemingen van individuen van de betreffende soort en is een maat voor het traject waarvoor de soort indicatief is. Door optimum en optimum +/- tolerantie in de gedefinieerde klassen in te delen is een indruk verkregen voor de klasse(n) waarbinnen het taxon voorkomt. Taxa waarvan zowel het optimum als optimum +/- tolerantie in 1 klasse vallen kunnen als indicatief voor die klasse worden aangemerkt. Tabel 2.4 geeft een voorbeeld van deze indeling op basis van breedte.

Tabel 2.4 Ligging van optima en toleranties van een aantal macrofaunataxa voor de breedte van de watergang.

| Taxonnaam | Taxoncode | Bron | N-gem. | klein (breedte < 2.5m) | middelgroot (breedte 2.5 - 4m) | groot (breedte >4m) |
|-------------------------------|----------------|------|------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Taxon met abundantie 1 | eenmaal | - | 697 | | | |
| Ablabesmyia longistyla | ABLALONG | MW | 38 | | | |
| Ablabesmyia monilis | ABLAMONI | MW | 22 | | | |
| Ablabesmyia phatta | ABLAPHAT | MW | 7 | | | |
| Acilius canaliculatus | ACILCANA | A | 6 | | | |
| Acricotopus lucens | ACRILUCE | MW | 35 | | | |
| Acroloxus lacustris | ACLOLACU | MW | 36 | | | |
| Adicella reducta | ADICREDU | MW | 12 | | | |

In de eerste kolom van de tabel staat de taxonnaam, vervolgens de 8-lettercode en de derde kolom geeft aan uit welke bron het voorkomen van het taxon bekend is; A=Archief, MW=Maatweb. Het gemiddelde aantal waarnemingen van de soort voor alle parameters uit de tabel in bijlage I, staat vermeld in de kolom N-gem. Daarna volgt de indeling van de breedteklassen. Deze indeling is overgenomen uit het maatwebrapport (Gerritsen *et al.*, 1996) en staat in bijlage III: <2,5=klein, 2,5-4=middelgroot, >4=groot.

De tabel dient als volgt gelezen te worden:

Als het optimum +/- tolerantie voor een taxon in dezelfde klasse vallen is die klasse aangegeven door een zwart vlak. De klasse waarin optimum alléén of optimum samen met [optimum+tolerantie] of [optimum- tolerantie] valt is donkergrijs gemaakt. De klassen waarin alleen [optimum+tolerantie] of [optimum-tolerantie] vallen zijn lichtgrijs gemaakt.

Bijvoorbeeld de kokerjuffer *Adicella reducta* wordt binnen de gebruikte dataset voornamelijk aangetroffen in kleine beekjes, de slak *Acroloxus lacustris* voornamelijk in grote beken terwijl de vedermuggenlarve *Ablabesmyia phatta* voornamelijk in de kleine tot middelgrote beken wordt aangetroffen. Het fictieve taxon **eenmaal** is een taxon dat in alle monsters van de dataset met een abundantie 1 voorkomt. Dit is een extreem voorbeeld van een taxon dat geen enkele positieve of negatieve preferentie voor milieuvariabelen heeft en dus maatgevend is voor de spreiding van de waarden van een milieuvariabele binnen de dataset. Het optimum en de tolerantie van dit taxon zijn een maat voor de ligging van het zwaartepunt voor elke variabele binnen de dataset. Wanneer voor een specifiek taxon het optimum en de tolerantie in een andere klasse vallen dan voor het taxon “**eenmaal**”, wijst dit op het bestaan van een preferentie van dat taxon voor die klasse. Er moet daarbij rekening worden gehouden met de kanttekeningen zoals die hierboven zijn gemaakt. Taxa die hun optimum in dezelfde klasse hebben als het taxon “**eenmaal**” kunnen indicatief zijn voor die klasse of juist indifferent. Hiertussen kan met de gebruikte methodiek geen onderscheid worden gemaakt. Van belang is ook het aantal waarnemingen van het taxon voor een variabele. In de tabel zijn ook taxa opgenomen waarvoor slechts 1 waarneming beschikbaar is. Van deze taxa vallen optimum en optimum +/- tolerantie samen, waardoor ze indicatief lijken voor de klasse waarin de gemeten waarde valt. In werkelijkheid kan van deze taxa alleen worden gezegd dat ze onder die omstandigheden zijn aangetroffen.

Door bij de selectie van kensoorten voor de streefbeelden een combinatie van factoren (profiel) te hanteren bijvoorbeeld:

Oligo-β-mesosaprobe, kleine, snelstromende beken kan een selectie worden gemaakt van de bijbehorende soorten. Hierbij wordt op basis van expert judgement en literatuuronderzoek een definitieve keuze gemaakt voor een soort.

Op dezelfde wijze zijn per type ook storingsindicatoren geselecteerd. De taxa die als storingsindicator zijn opgenomen worden in het algemeen met de grootste abundantie aangetroffen in gekanaliseerde en genormaliseerde beken met een hoge trofie- en saprobiegraad. Daarnaast indiceren ze in voorkomende gevallen slechte zuurstofcondities, droogval of stagnantie. Kanttekening bij het opnemen van

storingsindicatoren is dat het vaak algemene soorten betreft die overal kunnen voorkomen. Pas wanneer ze in hoge abundantie worden aangetroffen zijn ze ook daadwerkelijk indicatief voor verstoring.

Voor de taxa waarvan geen of slechts beperkt gegevens beschikbaar zijn is gebruik gemaakt van informatie uit de literatuur.

2.5.3 Ecologische informatie uit literatuur

Door middel van literatuuronderzoek zijn verdere kenmerkende soorten voor de beken in het beheersgebied geselecteerd. Voor soorten waarvoor optima en toleranties (beperkt) bekend zijn is aanvullend literatuuronderzoek uitgevoerd. Belangrijke bronnen van literatuur zijn de aquatische ecotooptypen (Van der Hoek & Verdonschot, 1994), Ecologische Karakterisering van Oppervlaktewateren in Overijssel (EKOO) (Verdonschot, 1990), Limnofauna Neerlandica (Mol, 1980) en het aquatisch supplement beken en bronnen (Verdonschot, 2000a en Verdonschot, 2000b). Daarnaast staan in de literatuurlijst diverse bronnen van informatie genoemd die zijn aangeboord voor informatie over specifieke taxa.

2.6 Selectie overige soorten streefbeelden

De overige soorten van de groepen macrofyten, vissen, amfibieën en vogels die als indicatoren bij de streefbeelden staan vermeld zijn afkomstig uit:

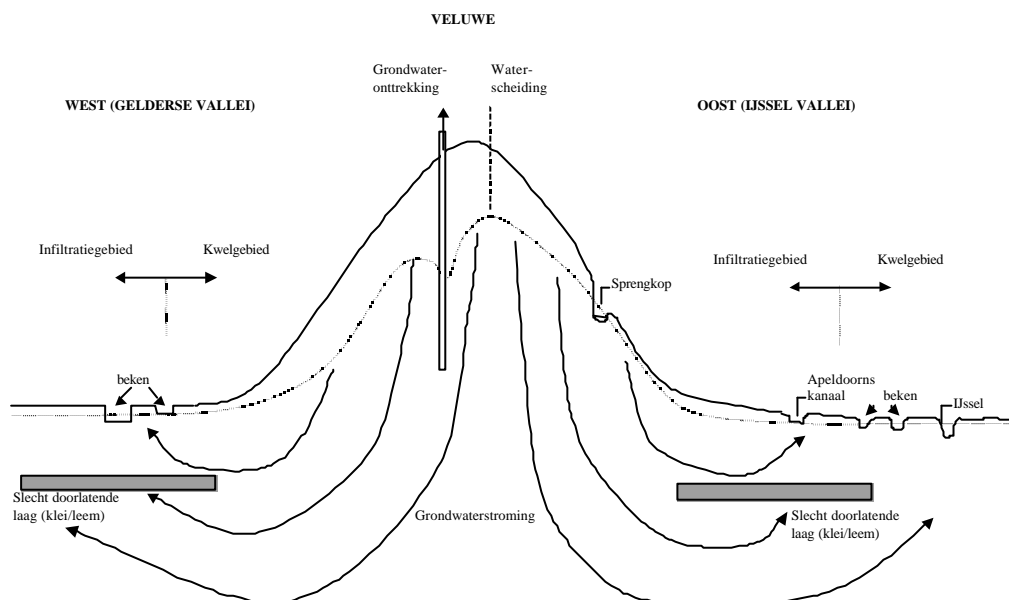
- Maatweb (vegetatie)
- Literatuuronderzoek
- Archiefsoorten
- Internet (amfibieën)

In hoofdstuk 6, Indicatoren staat per organismengroep vermeld welke informatie is gebruikt om tot een keuze voor de streefbeeldsoorten te komen.

3 Ontstaanswijze en karakteristieken van de beken

3.1 Geohydrologie van de Veluwe en de Gelderse vallei

Tijdens de laatste ijstijd is het gebied van de Veluwe voor het belangrijkste deel gevormd. IJstongen (gletsjers) hebben door uitschuring en opstuwing diepe kommen (glaciale dalen) en stuwwallen gevormd. Figuur 3.1 geeft een schematische dwarsdoorsnede van de Veluwe weer. Ten oosten en ten westen van het Veluwemassief liggen de IJsselvallei en de Gelderse Vallei. De grondwaterstromen vanuit het infiltratiegebied van de Veluwe komen hier aan het oppervlakte in het kwelgebied. Hier ontstonden natuurlijke beken die het water uit het gebied afvoerden. Op de flanken van het Veluwemassief zijn destijds sprengen gegraven op plaatsen waar het grondwater ondiep onder het maaiveld zat.



Figuur 3.1 Schematische oost-west doorsnede van de Veluwe (naar Kant, 1982).

Het natuurlijke afwateringspatroon van de oost-Veluwe bestond uit een aantal kleinere en grotere beeksystemen die de Veluwekwel en het neerslagoverschot afvoerden naar de IJssel. In later tijden is het stelsel van waterlopen door de mens uitgebreid en zijn kleinere ontwateringssloten en grotere waterlopen zoals het Apeldoorns kanaal aangelegd. Op de zuid-Veluwe op de overgang met de Rijn is de stuwwal erg steil, hier ontstonden bronbeken die het water naar de Rijn afvoerden. Ook zijn hier in later tijden sprengbeken gegraven.

De Gelderse Vallei werd oorspronkelijk door overstromingen van de Rijn en de Zuiderzee geteisterd. Daarom zijn reeds vanaf de 17^e eeuw dijken aangelegd om het

water te keren. Sinds de aanleg van de Grebbedijk in 1890 en de Afsluitdijk in 1932 wordt het gebied niet meer door overstromingen bedreigd. De afwatering vormde wel reeds lange tijd een probleem. Oorspronkelijk waterde het zuidelijke deel af op de Rijn. Door verveningen, natuurlijke bodemdalingen en stijging van de waterstand van de Rijn werd zuidwaartse ontwatering geleidelijk onmogelijk. Voor de aanleg van het Valleikanaal stroomde het water, ook van het zuidelijke deel van de Vallei, via de Bisschop Davidsgrift door de Broekersloot in de Lunterse beek. Het water van de Lunterse beek stroomde via de Heiligenbergerbeek naar Amersfoort, waar het samenkwam met de Barneveldsebeek en zo de Eem vormde. Om waterstaatskundige redenen werd in 1934 besloten tot de aanleg van het Valleikanaal, wat in 1949 gereedkwam. Sinds WO II zijn zo goed als alle beken in de Vallei genormaliseerd. Deze normalisaties (afsnijden van meanders, aanleg normprofiel) hadden tot doel de periodieke wateroverlast te beperken en te zorgen voor een gunstig waterpeil voor de landbouw. In deze jaren zijn ook veel stuwen aangelegd. Biologisch en landschappelijk gezien heeft een sterke verarming van de beeksystemen betekend.

3.2 Geomorfologische beektypen in het beheersgebied

In het beheersgebied kunnen een aantal beektypen worden onderscheiden op basis van een verschil in voeding en ontstaanswijze. De belangrijkste typen zijn de door de mens gegraven sprengbeken, de natuurlijk ontstane bronbeken en de laaglandbeken.

3.2.1 Sprengbeken

Sprengbeken zijn door de mens gegraven met als doel om papiermolens aan te drijven en schoon water te winnen voor de papier- en wasindustrie. Op plaatsen waar het grondwater relatief ondiep onder het bodemoppervlak was gelegen werden de zogenaamde sprengkoppen gegraven tot een diepte van circa 1.5 tot soms 7 meter beneden maaiveld. Deze sprengkoppen zijn vaak omgeven door wallen (IJerman, 1979). De aangesneden grondwaterlaag treedt uit en vormt een beek door de laagste delen van het landschap te zoeken. Om ter hoogte van de molen een zo hoog mogelijk verval te bewerkstellingen zijn trajecten van sprengbeken vaak "opgeleid". Dit betekent dat de loop van de beek de hoogtelijnen in het gebied zoveel mogelijk volgt en dus een zeer gering verval heeft. Om te voorkomen dat de beek weer zijn eigen weg zocht werd een dijkje aangelegd. Bij de watermolen aangekomen werd een waterval aangelegd welke een waterrad aandreef (IJerman, 1979). Sprengbeken hebben vaak een betrekkelijk continu afvoerpatroon en een constant lage watertemperatuur.

3.2.2 Bronbeken

Bronbeken zijn natuurlijke beken die in het beheersgebied voornamelijk op de zuid Veluwe worden aangetroffen. Ze worden gevonden op plaatsen waar het grondwater

van nature boven het maaiveld staat en zodanig oppervlakkig afstroomt. Deze situatie wordt aangetroffen in erosiedalen of op hellingen van stuwwallen. Bij deze beken treedt het grondwater in drassige laagten of soms in een natuurlijk ontstane holte uit. Het verschil met de sprengbeken is de natuurlijke ontstaanswijze en het grote verval van de zuid Veluwe bronbeken. Bronbeken hebben meer nog dan sprengbeken een continue afvoerpatroon en een constant lage watertemperatuur. Het lengte en dwarsprofiel van bronbeken van oorsprong natuurlijk (meanderend, asymmetrisch dwarsprofiel). In de huidige situatie zijn veel van de Veluwe bronbeken echter door menselijk ingrijpen verstoord en is van een natuurlijke morfologie vaak nauwelijks sprake.



Foto 1. Seelbeek bij Heveadorp, een typische bronbeek. Deze beek is een karakteristiek voorbeeld van een beek uit monstergroep S: bronbeken uit het maatweb stromende wateren.

3.2.3 Laaglandbeken

Een laaglandbeek ontspringt vaak in een gebied met een ondiepe grondwaterstand en een gering verhang, het kan echter ook het vervolg van een bronbeek zijn. Laaglandbeken onderscheiden zich van de overige beektypen door het geringe verhang en de langzamere stroming. Een voorbeeld van een typische laaglandbeek in het beheersgebied is de Hierdense beek.

Een bijzonder type laaglandbeken dat wordt aangetroffen in het beheersgebied zijn de kwelbeken van de noord-west Veluwe. Deze beken worden gevoed door kwelwater van de Veluwe dat door een veenpakket stroomt, dat overgaat in klei-op-veen en klei (Werkgroep beken, 1973). De beekjes kunnen op basis daarvan gekarakteriseerd worden als “veenbeekjes”. Het zijn daarnaast zeer korte beekjes die uitmonden in de randmeren, de vroegere Zuiderzee. Voor de afsluiting van de Zuiderzee (Afsluitdijk) kwamen bij de mondingen van deze beken brakke omstandigheden voor.

In de Gelderse Vallei kwamen van oorsprong beekjes voor die het veengebied natuurlijk afwaterden. Ze werden gevoed door regenwater en kwelwater van de Veluwe. De kwelvoeding is in de loop van de tijd sterk afgenomen en in de huidige situatie wordt het afvoerpatroon van deze beken sterk bepaald door het neerslagoverschot. In de zomer staan ze nu soms droog of voeren weinig water af, ‘s winters stromen ze goed.



Foto 2. De Grote beek bij Barneveld, een voorbeeld van een slecht functionerende laaglandbeek in de Gelderse Vallei. Karakteristiek voor monstergroep Q: matig belaste, genormaliseerde boven- en middenlopen.

4 Onderscheiden beektypen en ecologische kwaliteit

In dit hoofdstuk wordt van de verschillende typen stromende wateren in het beheersgebied de huidige abiotische situatie beschreven. Deze beschrijving is gebaseerd op het Ecologisch Maatweb stromende wateren Veluwe & Vallei (Gerritsen *et al.*, 1996). Alle onderscheiden typen uit het maatweb worden beschreven ten aanzien van de abiotische componenten uit het 5-S model (Verdonschot, 1995). Deze beschrijving dient enerzijds als basis voor de op te stellen abiotische referenties en anderzijds voor het aanwijzen van bestaande knelpunten. De kenmerkende soorten per type worden hier niet genoemd maar zijn beschreven in (Gerritsen *et al.*, 1996). Achtereenvolgens worden de bronnen en sprengkoppen, bovenlopen, middenlopen en benedenlopen beschreven. Dit zijn de minst beïnvloede van de aangetroffen beektypen. Daarna worden de typen van stromende wateren beschreven die de sterker beïnvloede vorm van de vorige typen zijn. In paragraaf 4.3 worden de verschillende regio's besproken die in het beheersgebied worden aangetroffen en die elk hun eigen specifieke beektypen herbergen. De geologische opbouw van deze deelgebieden verklaard reeds een aanzienlijk deel van de geografische spreiding van de beektypen en maakt de keuze voor streefbeeld inzichtelijker.

4.1 Profielschets per beektype

Sprengkoppen en bronbeken

In het beheersgebied kunnen drie typen van bronnen en sprengkoppen worden onderscheiden. Hieronder worden ze aan de hand van de onderdelen van het 5-S model (Verdonschot, *et al.* 1995) beschreven



C. Stagnerende en/of verdrogende sprengkoppen en bronbeken

Systeemeigenschappen

Ligging: Sprengbeken op noord-oost-Veluwe, ten noorden van Emst
Landschap: Natuurgebied, tussen beboste wallen

Stroming

Hydrologie: Kwelgevoed, langzaam stromend, gemiddelde stroomsnelheid 4,8 cm/s (0 – 25 cm/s)

Structuren

Dimensies: Klein (breedte: 2,2m. (0,8 – 4), diepte: 0,16 m. (0,08 – 0,38)
Beekmilieu: Weinig tot soms zeer veel vegetatie, veel opgehoopt organisch materiaal (grove detritus), venige bodem
Schaduw: Beschaduw

Stoffen

Trofie: Fosfaat laag, nitraat zeer hoog
Saprobie: β -mesosaprob
Overig: Oligo- tot β -meso-ionisch, soms sterk zuur

Voorbeeld: Heerdersprengen, Horsthoeker beken



O. Sprengkoppen

Systeemeigenschappen
Ligging: Sprengkoppen of bovenloopjes van sprengbeken op noord-oost en zuidoost Veluwe
Landschap: Natuurgebied, bos

Stroming
Hydrologie: Snelstromend, gemiddelde stroomsnelheid 24,8 cm/s (5 - 45) en een constante afvoer

Structuren
Dimensies: Klein (breedte: 0,9 - 3 m, diepte 0,08 - 0,29 m)
Beekmilieu: Vegetatie-arm
Schaduw: Meestal sterk beschaduw

Stoffen
Trotie: Nitraat zeer hoog, fosfaat laag
Saprobie: Oligo- tot β -mesosaproob
Overig: Oligo- tot β -meso-ionisch, licht zuur en een klein deel is ijzerrijk

Voorbeeld: bovenloop, direct aansluitend op sprengkop van de Eerbeeksebeek te Eerbeek



S. Bronbeken

Systeemeigenschappen
Ligging: In of dichtbij brongebied van bronbeken op de overgang van de zuid-Veluwe-rand naar het Rijndal
Landschap: Natuurgebied, bos en parkachtige bosstroken op stuwwal
Dimensies: Klein (breedte: 0,25 - 1,5 m, diepte 0,02 - 0,14 m)

Stroming
Hydrologie: Kwelgevoed, snelstromend gemiddeld 30,1 cm/s (20 - 40) met een constante afvoer

Structuren
Dimensies: Klein (breedte: 0,25 - 1,5 m, diepte 0,02 - 0,14 m)
Beekmilieu: Geen vegetatie, bodem van zand en grind
Schaduw: Meestal sterk beschaduw

Stoffen
Trotie: Hypertroof, hoge nitraatgehaltenes, fosfaat betrekkelijk laag
Saprobie: Oligo- tot β -mesosaproob
Overig: β -meso-ionisch, neutrale pH

Voorbeeld: Seelbeek

Bovenlopen van spreng- en bronbeken

De bovenlopen zijn vertegenwoordigd in de monstergroepen A, P en I



A. Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet

Systeemeigenschappen

Ligging: Bovenloopjes of brongebied van spreng- of kwelbeekjes op de noordoost-Veluwe en kwelgevoede bovenloopjes van laaglandbeken in het Hierdense beek gebied

Landschap: Bos, houtwallen en weiland

Stroming

Hydrologie: Vrij constante watervoerendheid, matige stroming gemiddeld 27,9 cm/s (11.5 – 42.5), vallen 's zomers nooit droog, veel kwel. Tijdelijke stagnatie van afvoer kan periodiek in een aantal beken optreden

Structuren

Dimensies: Smal, ondiep (0,4 - 4 m)

Beekmilieu: Redelijk gevarieerd en natuurlijk beekmilieu met redelijke variatie aan stroomsnelheden en mozaïek van substraten, door beschaduwing en stroming weinig vegetatie

Schaduw: Half beschaduwd

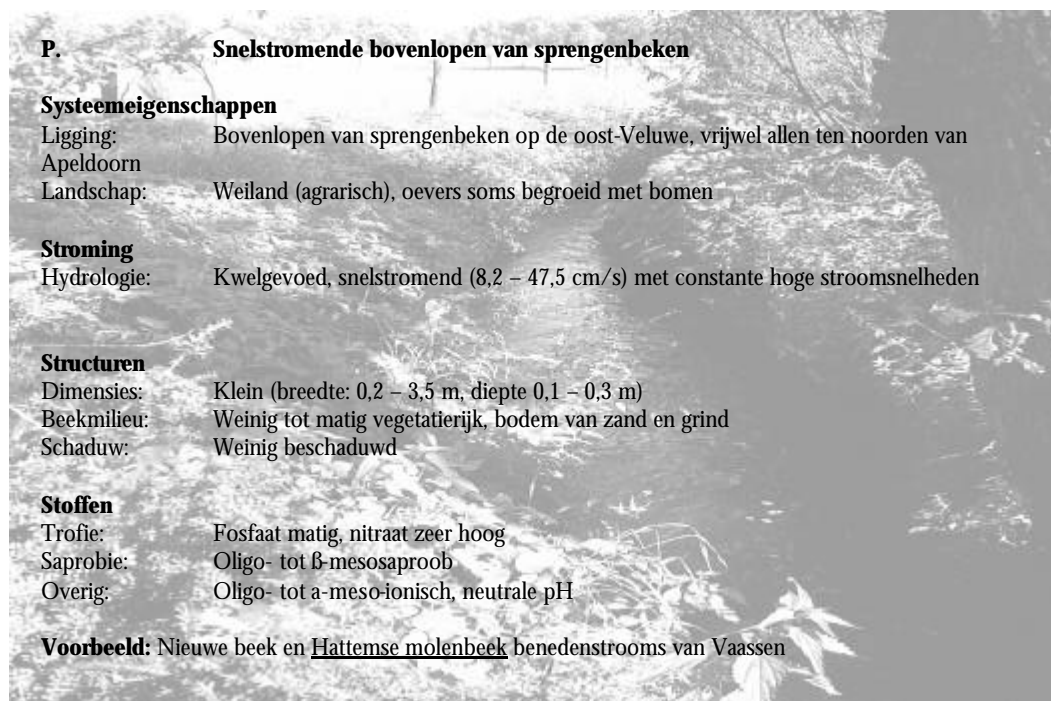
Stoffen

Trofie: Nitraat zeer hoog, fosfaat laag

Saprobie: Oligo- tot a-mesosaproob

Overig: β -meso-ionisch, licht zuur en soms ijzerrijk

Voorbeeld: Oude beek (bovenlopen Beekbergse beek) te Beekbergen



P. Snelstromende bovenlopen van sprengbeken

Systeemeigenschappen

Ligging: Bovenlopen van sprengbeken op de oost-Veluwe, vrijwel allen ten noorden van Apeldoorn

Landschap: Weiland (agrarisch), oevers soms begroeid met bomen

Stroming

Hydrologie: Kwelgevoed, snelstromend (8,2 – 47,5 cm/s) met constante hoge stroomsnelheden

Structuren

Dimensies: Klein (breedte: 0,2 – 3,5 m, diepte 0,1 – 0,3 m)

Beekmilieu: Weinig tot matig vegetatierijk, bodem van zand en grind

Schaduw: Weinig beschaduwd

Stoffen

Trofie: Fosfaat matig, nitraat zeer hoog

Saprobie: Oligo- tot β -mesosaproob

Overig: Oligo- tot a-meso-ionisch, neutrale pH

Voorbeeld: Nieuwe beek en Hattense molenbeek benedenstrooms van Vaassen

I. Matig stromende bovenlopen van sprengbeken

Systeemeigenschappen

Ligging: Overwegend in sprengbeken op de oost-Veluwe
Landschap: Weilanden, al of niet omgeven door beboste wallen, soms tussen bebouwing

Stroming

Hydrologie: Overwegend kwelgevoed, matig stromend (8 – 58 cm/s)

Structuren

Dimensies: Klein (breedte: 1,3 – 6 m, diepte 0,1 – 0,5 m)
Beekmilieu: Weinig met waterplanten begroeid, normprofiel, bodem van zand met slib
Schaduw: Matig beschaduw

Stoffen

Trofie: Fosfaat laag, nitraat zeer hoog
Saprobie: Oligo- tot a-mesosaproob
Overig: Oligo- tot β -meso-ionisch, licht zuur tot neutrale pH

Voorbeeld: Loenense beek

Middenlopen

Q. Matig belaste genormaliseerde boven- en middenlopen

Systeemeigenschappen

Ligging: Overwegend middenlopen in de Gelderse Vallei maar ook in noordwest-, oost- en zuid Veluwe
Landschap: Open agrarisch gebied

Stroming

Hydrologie: Langzaam stromend, gemiddelde stroomsnelheid 14 cm/s (0 – 25 cm/s) met 's zomers een zeer geringe afvoer, vaak gestuwd

Structuren

Dimensies: Klein (breedte: 2,9 m. (1 – 7), diepte: 0,4 m. (0,2 – 0,9))
Beekmilieu: Vegetatierijk, normprofiel, zandbodem met slib
Schaduw: Meestal niet beschaduw

Stoffen

Trofie: Fosfaat hoog, nitraat hoog
Saprobie: Meso- of polysaproob
Overig: Meso-ionisch, licht basische pH

Voorbeeld: Fliert bij Twello en Lunterse beek 8 km na RWZI



B. Matig stromende boven- en middenlopen

Systeemeigenschappen
 Ligging: In agrarisch gebied op de noord-west-Veluwe
 Landschap: Open, agrarisch gebied (meest weiland en soms bouwland)

Stroming
 Hydrologie: Meest kwelgevoed, matig stromend (10 – 38 cm/s) met een constante afvoer

Structuren
 Dimensies: Klein (breedte: 1,3 – 5,7 m, diepte 0,03 – 0,5 m)
 Beekmilieu: Meest weinig, soms sterk met waterplanten begroeid, licht meanderend, bodem van zand

Schaduw: Onbeschaduwd

Stoffen
 Trofie: Fosfaat matig, nitraat zeer hoog
 Saprobie: Oligo- tot a-mesosaproob
 Overig: β-meso-ionisch, neutrale tot licht basische pH

Voorbeeld: Varelse beek, Bijsselse beek

Benedenlopen

N. Belaste, genormaliseerde midden- en benedenlopen



Systeemeigenschappen
 Ligging: Verspreid over beheersgebied in de benedenlopen van genormaliseerde laaglandbeken

Landschap: Open agrarisch gebied

Stroming
 Hydrologie: Stroming sterk fluctuerend, afvoerpieken in natte perioden en tijdens droge perioden vaak nagenoeg stilstaand, gemiddelde stroomsnelheid 15 cm/s (5 – 26 cm/s)

Structuren
 Dimensies: Groot (breedte: 6,5 – 10 m, diepte 0,6 – 1,2 m)
 Beekmilieu: Breed en diep, genormaliseerd lengte en dwarsprofiel, weinig met waterplanten begroeid, bodem van zand met slib
 Schaduw: Onbeschaduwd

Stoffen
 Trofie: Fosfaat hoog, nitraat zeer hoog
 Saprobie: a-mesosaproob
 Overig: meso-ionisch, licht basische pH

Voorbeeld: Barneveldse beek bij Amerfoort

U. Belaste sloot- en kanaalbeken

Systemeigenschappen

Ligging: Sloot- en kanaalbeken in de provincie Utrecht
Landschap: Open agrarisch gebied

Stroming

Hydrologie: Langzaam stromend, gemiddelde stroomsnelheid 9 cm/s (0 – 20 cm/s), periodiek stagnant

Structuren

Dimensies: Groot (breedte: 5,6 m. (1,5 – 8), diepte: 0,7 m. (0,4 – 1)
Beekmilieu: Vegetatierijk, genormaliseerd, zand- of kleibodem
Schaduw: Onbeschaduwd

Stoffen

Trofie: Fosfaat hoog, nitraat zeer hoog
Saprobie: β -meso- tot sterk polysaproob
Overig: Meso-ionisch, licht basische pH

Voorbeeld: Fliert bij Twello en Lunterse beek 8 km na RWZI

Afgeleide typen

De beken uit de monstergroepen L, G en M zijn afgeleide typen van de hierboven beschreven typen. Voor deze monstergroepen zijn dan ook geen streefbeeld en opgesteld.

L. Belaste genormaliseerde beken

Systemeigenschappen

Ligging: Verschillende watertypen verspreid over het gehele beheersgebied (Gelderse vallei, oost- en zuid-Veluwe)
Landschap: Open agrarisch gebied

Stroming

Hydrologie: Overwegend geringe stroming, gemiddelde stroomsnelheid 15 cm/s (5 – 35 cm/s), weinig tot geen kwelinvloed

Structuren

Dimensies: Sterk verschillend (breedte: 2,9 m. (0,8 – 7), diepte: 0,3 m. (0,1 – 0,8)
Beekmilieu: Matig met vegetatie begroeid, genormaliseerd, zand en slib
Schaduw: Niet tot matig beschaduwd

Stoffen

Trofie: Fosfaat hoog, nitraat zeer hoog
Saprobie: a-meso- tot sterk polysaproob
Overig: Meso-ionisch, pH neutraal licht zuur tot licht basisch

Voorbeeld: Westenengse beek

G. Matig belaste genormaliseerde bovenlopen en bovenloopjes

Systeemeigenschappen

Ligging: Overwegend bovenlopen van sprengbeken op de oost- en noord-west-Veluwe en de Renkumse beken

Landschap: Ligging tussen weilanden benedenstrooms van bosgebied, beek zelf is vaak omgeven door bosjes en beekbegeleidende vegetatie

Stroming

Hydrologie: Hooguit enige kwelinvloed, langzaam stromend, gemiddeld 20 cm/s (2 – 42 cm/s)

Structuren

Dimensies: Klein; breedte: 2 m (1,1 – 3,5), diepte 0,3 m (0,1 – 0,9)

Beekmilieu: Soms veel maar meest weinig met waterplanten begroeid, weinig natuurlijke morfologie, bodem van zand, plaatselijk slib- en bladrijk

Schaduw: Half beschaduwd

Stoffen

Trofie: Fosfaat matig, nitraat zeer hoog

Saprobie: Mesosaproob

Overig: Oligo- tot β -meso-ionisch, pH overwegend neutraal, variërend van licht zuur tot licht basisch, soms lagere zuurstofgehaltenes

Voorbeeld: Tongerense beek en Eper beken (opgeleide trajecten, slecht functionerende bovenlopen)

M. Half natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes

Systeemeigenschappen

Ligging: Bovenlopen van laaglandbeken of meer benedenstroomse delen van sprengbeken in het gebied van de Hierdense beek en de Veldbeek en op de oost- Veluwe

Landschap: Afwisselend weiland, bouwland en bos, vaak is er beekbegeleidende beplanting

Stroming

Hydrologie: Overwegend kwelgevoed, matig tot snelstromend, gemiddeld 27,1 cm/s (10 – 42,5 cm/s), deels temporair

Structuren

Dimensies: Klein; breedte: 1,7 m (0,6 – 3,5), diepte 0,17 m (0,01 – 0,4)

Beekmilieu: Vegetatie-arm, beperkt genormaliseerd, bodem van zand/grind, met veel (grove) detritus en slib

Schaduw: Half beschaduwd

Stoffen

Trofie: Fosfaat matig, nitraat zeer hoog

Saprobie: Oligo- tot β -mesosaproob

Overig: β -meso-ionisch, pH overwegend neutraal, variërend van licht zuur tot licht basisch, soms lagere zuurstofgehaltenes

Voorbeeld: Tongerense beek en Eper beken (opgeleide trajecten, slecht functionerende bovenlopen)

4.2 Huidige en vroegere kwaliteit van de stromende wateren

De huidige kwaliteit van de beken in de Gelderse Vallei en Utrecht laat in de meeste gevallen sterk te wensen over. Hier worden met name monstergroep Q en U aangetroffen. Dit zijn vaak organisch belaste en genormaliseerde midden- en benedenlopen van beken of kanaalbeken. In vroeger tijden bestond het gebied uit een groot veenpakket wat tussen de stuwwallen van de Utrechtse heuvelrug en de Veluwe was gelegen. Er stroomden natuurlijke beekjes die het water afvoerden via de Grift/Eem richting Zuiderzee. In de jaren na de tweede Wereldoorlog zijn tijdens grootscheepse “beekverbeteringen” de beken in het gebied rechtgetrokken en is het gebied sterk ontwaterd en verdroogd (Projectgroep Eem, 1973). Momenteel zijn vrijwel alle aanwezige beken genormaliseerd en vertonen ze een sterk fluctuerend afvoerpatroon doordat de kwelvoeding is afgenomen en het overtollige regenwater zo snel mogelijk wordt afgevoerd. Door de intensieve landbouw in het gebied worden de beken door nutriënten en organische stof beïnvloed en zijn ze vervuild. Nutriëntgehalten zijn hoog tot zeer hoog en stroming is beperkt of er is zelfs sprake van stagnatie. Er worden slibrijke systemen aangetroffen met weinig structuur, die een macrofaunagemeenschap herbergen zonder typerende beeksoorten. Kenmerkend zijn grote aantallen slakken, platwormen bloedzuigers en haften. Ook de waterplantengemeenschap is matig tot slecht ontwikkeld met waterpest als dominante soort. Voor deze midden- en benedenlopen is een apart streefbeeld opgesteld.

Monstergroep B bestaat voor het belangrijkste deel uit kleine, kwelgevoede beekjes in open agrarisch gebied op de noord-west Veluwe. Deze beekjes monden uit in de randmeren en stonden voor de aanleg van de Afsluitdijk onder invloed van de Zuiderzee. De mondingen hadden bij hoog water een brak karakter, waardoor een zeer bijzonder systeem bestond. Na de afsluiting van de Zuiderzee werden hier nog zeldzame soorten als de beekschaatsenrijder (*Aquarius najas*) aangetroffen. Er bestond een bijzondere bodemkundige situatie doordat ze gevoed werden door Veluwekwel wat door een veenpakket stroomt, dat overgaat in klei-op-veen en klei (Werkgroep beken, 1973). De beekjes worden op basis daarvan gekarakteriseerd als “veenbeekjes”. Toen werden een aantal karakteristieke stromend watersoorten aangetroffen zoals de kokerjuffers *Silo* sp. (waarschijnlijk *Goera* sp.?) en *Hydropsyche angustipennis* en larven van kriebelmugjes *Simulium* sp.. De vegetatie van de beken bestond uit bijzondere soorten als doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en paarbladig fonteinkruid (*Groenlandia densa*). Uit de aanwezigheid van een aantal bijzondere en gevoelige soorten en het vrijwel ontbreken van *Chironomus* en Tubificidae werd geconcludeerd dat de waterkwaliteit van de beken goed was, benedenstroomse aanwezigheid van draadwieren werd gerelateerd aan de kleibodem en de toevoer van fosfor en organische stoffen uit het veen (Werkgroep beken, 1973). Op dit moment worden deze beken gekenmerkt door dominantie van slakken, borstelarme wormen en *Gammarus pulex*. De algehele indruk is dat van een langzaamstromende, begroeide, voedselrijke wateren met een goede zuurstofhuishouding. Een aantal zeldzame en kenmerkende soorten van stromend water worden nog wel aangetroffen maar de indruk bestaat dat de stroming en trofiegraad in de loop van de tijd is verslechterd.

Op de Veluwe worden in sprengkoppen, bronnen en bovenlopen van spreng- en bronbeken nog in een aantal gevallen goed functionerende systemen aangetroffen. Voorbeelden hiervan zijn de sprengkop en bovenloop van de Eerbeekse beek, de bovenloop van de Oude beek en de Seelbeek. Deze beken zijn gelegen in natuurgebied (bos) en benaderen het streefbeeld van respectievelijk sprengkoppen, natuurlijke bovenloopjes en -lopen en bronbeken. Een voorbeeld hiervan is de recente vondst van de watermijt *Ljania bipappillata* in de Oude Beek (pers med. Tj. H. van der Hoek). In het verleden kwamen waarschijnlijk in de Oude beek Elritsen voor (Blankena, *et al.*, 1994), waarnemingen uit 1918 kunnen volgens de auteurs uitsluitend betrekking hebben op deze beek. Ook uit de Verloren beek bij Epe is de Elrits bekend (Blankena, *et al.*, 1994). Dit is op dit moment een van de weinige vindplaatsen buiten Zuid-Limburg van deze vissoort.

Daarnaast worden sprengbeken aangetroffen die periodiek droogvallend of stagnant zijn en een licht zuur, venig milieu hebben zoals de Heerdersprengen. Omdat al deze beken een heel eigen beektype vormen met karakteristieke macrofaunasoorten is voor elk type een streefbeeld opgesteld. Snelstromende bovenlopen van beken zoals de Hattense Molenbeek vertegenwoordigen ook een eigen type. De stromingscondities van deze beken zijn goed, de inrichting en nutriëntengehalten laat soms te wensen over. Voor dit type, is ook een apart streefbeeld opgesteld. Dit geldt ook voor de matig stromende bovenlopen van sprengbeken zoals die van de Loenense beek. Deze bovenlopen hebben een redelijke waterkwaliteit en matige stroming, de inrichting laat vaak nog te wensen over en beïnvloeding door de landbouw is redelijk groot.



Foto 3. De Eerbeekse beek, een goed functionerende schone sprengbeek die het streefbeeld benadert.

De Hierdense beek is een typische laaglandbeek, het is een van de best onderzochte beken in het beheersgebied (en in Nederland). In verschillende trajecten van deze beek zijn macrofaunagemeenschappen aangetroffen die zijn toegedeeld aan de monstergroepen A, G, I, L, M en P (Jaarsma & Verdonschot, 2001). Dit illustreert de variatie in de macrofaunasamenstelling die kan worden aangetroffen binnen één beek, van gemeenschappen van belaste genormaliseerde beken tot gemeenschappen van snelstromende bovenlopen.

De Hierdense beek staat in contact met het IJsselmeer en had in het begin van deze eeuw nog een brakke monding met soorten als bot en zeedonderpad. Na de aanleg van de Afsluitdijk is deze situatie verdwenen. In de jaren zestig en zeventig zijn de beek en het beekdal sterk aangetast door gierlozingen en overbemesting van akkers en grasland. De sterfte van beekforellen vestigde de aandacht op deze problemen en is aanleiding geweest voor het starten van een systematisch onderzoek. Hieruit is ook het verdwijnen van andere, typerende beeksoorten uit de Hierdense beek vastgesteld. Door de relatief grote afstand van beken waar deze soorten nog wel voorkomen is herkolonisatie voor veel soorten onwaarschijnlijk (Higler & van den Hoek, 1996). Recent zijn een aantal maatregelen uitgevoerd in trajecten van de Hierdense beek die bemoedigende resultaten hebben opgeleverd. Bij monitoring van de ontwikkeling van de beek na herstelmaatregelen zijn een aantal zeer karakteristieke en zeldzame soorten aangetroffen (Cuppen, 2000).

Verspreid over het gehele beheersgebied worden daarnaast beken aangetroffen uit monstergroep L. Deze monstergroep bestaat uit een scala aan beektypen die als overeenkomstig kenmerk hebben dat ze organisch belast en genormaliseerd zijn. Het zijn slecht functionerende, slibrijke systemen die als gevolg van menselijke invloed zijn genivelleerd. In de ontwikkelingsreeksen (hoofdstuk 8) vertegenwoordigen de beken uit deze groep de slechtste kwaliteit.

Ook de monstergroepen G en M vertegenwoordigen genivelleerde systemen die zich door gericht beheer kunnen ontwikkelen naar een van de andere typen. Deze andere typen hebben ecologisch gezien een betere kwaliteit en komen in de ontwikkelingsreeks als een tussenstation tussen L en het streefbeeld.

4.3 Geografische spreiding beektypen

In het beheersgebied kunnen een aantal verschillende landschapstypen worden onderscheiden met ieder zijn eigen karakteristieke geologische opbouw. De geografische spreiding van de beektypen in het beheersgebied is hier sterk aan gerelateerd. Zo worden in de Gelderse Vallei met name de beektypen Q en U aangetroffen. De bronbeken (monstergroep S) worden vrijwel uitsluitend aangetroffen op de stuwwal op de overgang van de zuid Veluwe naar het Rijndal. De volgende vier regio's worden onderscheiden met kenmerkende beektypen:

- Gelderse Vallei/Utrecht (Q en U: regenwaterbeken en kanaalbeken)
- Noord-west Veluwe (B: korte, matig stromende kwelbeken)
- Hierdensebeek-gebied (M: Halfnatuurlijke bovenlopen/-loopjes)
- Oost Veluwe (A, C, I, O: kwelgevoede sprengenbeken)
- Zuidelijke stuwwallen (S en P: snelstromende sprengen- en bronbeken)

5 Sturende variabelen en knelpunten

Macrofaunagemeenschappen zijn goede indicatoren voor de kwaliteit van beeksystemen. Bij een bepaalde combinatie van soorten hoort meestal ook een specifieke combinatie van milieuomstandigheden. Met een typologische indeling op basis van macrofauna kan in combinatie met kennis van de milieuomstandigheden ter plaatse een indruk verkregen worden van de belangrijkste sturende variabelen. Ervaring heeft inmiddels geleerd welke milieuvariabelen in praktisch iedere situatie van belang zijn. Voorbeelden van belangrijke, telkens terugkerende, variabelen in stromende wateren zijn dimensie (breedte en diepte), stroomsnelheid en organische belasting. Daarnaast zijn er specifieke variabelen die op een kleiner schaalniveau bijvoorbeeld het verschil in soortensamenstelling tussen twee beektypen kunnen verklaren

5.1 Sturende variabelen voor de beekgemeenschappen in het beheersgebied

In het kader van het maatweb-project is een analyse gemaakt van de sturende en kenmerkende milieuvariabelen die de verschillende beektypen karakteriseren. De macrofaunagemeenschappen van de stromende wateren op de Veluwe en in de Gelderse Vallei worden in sterke mate bepaald door de hoofdfactoren dimensie en stroomsnelheid (zie figuur 5.1). Voor uitleg over het tot stand komen van deze figuur wordt verwezen naar Gerritsen *et al.* (1996). In de figuur staan de hoofdfactoren weergegeven in de kantlijn; naar rechts toe in de figuur neemt de stroomsnelheid toe en de dimensie af. Dit geldt eveneens voor de andere pijlen in de figuur tussen de typen; in de richting van de pijl neemt de factor toe of verbetert (morfologie). Uit de figuur is af te lezen dat de factoren: zuurstof saprobie, nutriënten, natuurlijkheid en morfologie in belangrijke mate verschillen tussen de beektypen en als sturende factoren kunnen worden beschouwd.

5.2 Natuurlijke karakteristieken en knelpunten

De knelpunten voor ecologisch herstel worden achtereenvolgens besproken aan de hand van de sturende variabelen voor de beken.

5.2.1 Stroming

Voor levensgemeenschappen van beken zijn stroomsnelheid en de variatie hierin zeer belangrijke sturende variabelen. Stroming ontstaat doordat een overschot van water via de weg van de minste weerstand wordt afgevoerd. In een natuurlijke situatie zoekt het water zelf zijn weg, door menselijk ingrijpen is die weg vaak verlegd (zie 5.2.2). Het afvoerpatroon van een beek wordt in belangrijke mate bepaald door de herkomst van het water (voeding).

Voeding van een beek

Beken kunnen worden gevoed door (combinaties van) oppervlakkig- en ondiep toestromend regenwater, ondiep grondwater en diep grondwater (kwel). De voeding van de beek is bepalend voor het afvoerpatroon. In het beheersgebied kunnen we verschillende typen beken onderscheiden op basis van de voeding. Beken die overwegend worden gevoed door oppervlakkig- en ondiep toestromend regenwater en lokaal (jong) grondwater worden voor het grootste deel aangetroffen in de Gelderse Vallei. Beken die (voornamelijk) worden gevoed door kwelwater zijn sprengbeken en bronbeken. Sprengbeken zijn gegraven door de mens op plaatsen waar het grondwater relatief dicht aan het maaiveld komt en worden verspreid over het beheersgebied aangetroffen. Bronbeken zijn natuurlijk ontstaan op plaatsen waar grondwater uittreedt en worden in het beheersgebied vooral aangetroffen op de stuwwallen. Laaglandbeken worden meer diffuus gevoed door neerslag en/of kwelwater maar kunnen ook de meer benedenstrooms gelegen trajecten zijn van een bron- of sprengbeek.

Door menselijke activiteiten kan de voeding van een beek worden beïnvloed. Grondwateronttrekkingen zijn hiervan een belangrijk voorbeeld, hierdoor wordt de grondwaterspiegel verlaagd en kunnen bronnen en sprengkoppen verdrogen. Kwelwatergevoede beken kunnen door afname van de kweldruk een verminderde stroming vertonen en veranderen in regenwatergevoede systemen.

Afvoerpatroon

Beken die voornamelijk worden gevoed door oppervlakkige en ondiepe toestroming van neerslag vertonen een afvoerpatroon dat het neerslagpatroon met een kort tijdsinterval volgt. In natte perioden komen hoge afvoeren voor en in droge perioden lage afvoeren of stagnantie. Drainage en kanalisatie versterkt daarbij de pieken in afvoer.

In een natuurlijke situatie is de fluctuatie in de afvoer gedempt doordat regenwater wordt vastgehouden in het brongebied en gelijkmatig wordt afgegeven aan de beek. In het verleden zijn echter veel beken en brongebieden van beken zodanig ingericht dat het overtollige water zo snel mogelijk kon worden afgevoerd. Dit werd bereikt door drainage van de omliggende gronden en kanalisatie van de beek. Hierdoor zijn de fluctuaties in afvoer toegenomen en zijn veel brongebieden en beeksystemen verdroogd.

Beken die overwegend worden gevoed door dieper grondwater hebben juist een constante afvoer gedurende het jaar. Doordat het grondwater een lange verblijftijd heeft in de bodem, vertoont de afvoer veel minder sterke seizoensfluctuaties. Door menselijke activiteiten zoals grondwateronttrekkingen en ingrepen in infiltratiegebieden worden grondwaterstromen beïnvloed en kan de afvoer van de beek afnemen. Door de afname van grondwaterstromen wordt de basisafvoer en stroomsnelheid van een beek lager. Het relatieve aandeel van regenwater en jong grondwater wordt groter, waardoor fluctuaties in afvoer groter worden.

Ingrepen in de hydrologie van beeksystemen hebben een onnatuurlijke afvoerregime ten gevolg, wat blijkt uit het optreden van piekafvoeren en stagnantie. Frequentie,

duur en intensiteit hiervan bepalen in sterke mate de samenstelling van de aanwezige levensgemeenschap. Voor de levensgemeenschappen van beken is een constante afvoer met water van een constante kwaliteit een belangrijke sturende factor. Stagnatie van de afvoer kan een belangrijk knelpunt zijn voor de ecologische ontwikkeling.

5.2.2 Structuren

De structuurkenmerken van een beek hebben betrekking op het lengte- en dwarsprofiel, kunstwerken zoals opgeleide trajecten en stuwen en structuren op de beekbodem en oever. Diversiteit in structuur betekent diversiteit in habitats in de beek. In natuurlijke beken is de structuurdiversiteit groot, door menselijk ingrijpen is deze in veel gevallen afgenomen.

Lengte- en dwarsprofiel

In een natuurlijke beek zijn het lengte- en dwarsprofiel gevarieerd. In een meanderende beek bestaan naast snelstromende delen (buitenbochten) ook meer beschutte, langzaam stromende delen (binnenbochten). Onder natuurlijke omstandigheden wordt de morfologie van een beek bepaald door de hydrologie. De stroming van het water stuurt erosie- en sedimentatieprocessen waardoor een meanderende beek ontstaat. De beekbodem vormt daarbij als het ware een mozaïek van substraten en daarmee habitats voor beekbewoners.

In een genormaliseerde beek is het lengteprofiel recht, zonder bochten. Het dwarsprofiel is meestal een normprofiel, zonder enige variatie in stroomsnelheid. Hierdoor is de variatie in habitats in de beek gering en de soortensamenstelling niet kenmerkend voor een natuurlijke beek.

Kunstwerken

Opgeleide trajecten van sprengbeken (zie 3.2.1) hebben een gering verval, zijn vaak verbreed en vertonen daardoor weinig stroming. Als gevolg hiervan kan zich meestal geen typische beekgemeenschap ontwikkelen. Opgeleide trajecten hebben wel een belangrijke cultuurhistorische waarde wat een reden kan zijn om ze in stand te houden.

Aan het einde van opgeleide trajecten (bij een waterval of schoepenrad) bestaan vaak barrières voor de migratie van beekvissen en macrofauna. Ook andere kunstwerken zoals stuwen kunnen voor bepaalde soorten migratiebarrières vormen voor de kolonisatie van potentieel geschikte beken of beektrajecten. Aanleg van een vispassage kan deze barrière voor een belangrijk deel opheffen, maar ook natuurlijke barrières kunnen de verspreiding van vissen of macrofauna beperken. Afhankelijk van de dispersiestrategie van een soort kunnen geïsoleerde beeksystemen wel of niet worden bereikt en gekoloniseerd. Voor vissen zullen meestal aaneengesloten beektrajecten van goede kwaliteit nodig zijn, terwijl het dispersievermogen van vliegende macrofaunasoorten veel groter is. Ook via dragers kunnen soorten zich verspreiden en nieuwe gebieden koloniseren. Van eendekroos, platwormen en stekelbaarsjes is bijvoorbeeld bekend dat ze via de poten van eenden kunnen worden verspreid.

Beekbodem en oever

In natuurlijke beken is er in veel gevallen sprake van matige tot sterke beschaduwing. Dit heeft gevolgen voor de input van organisch materiaal en via de lichtinstraling op de primaire productie. De input van takken en blad is van invloed op de structuur van de beekbodem. Hierdoor kunnen zich plaatselijk dammetjes vormen die een variatie in substraat en stroming veroorzaken. In snelstromende, beschaduwde beken bestaat de beekbodem uit een mozaïek van kaal substraat (zand of grind), blad, takken en slib. In beken die zijn gelegen in open gebied vormen eventueel aanwezige waterplanten een belangrijk structuurcomponent. Voor de beken in het beheersgebied is in een aantal gevallen een toename van de beschaduwing nodig om het functioneren van de beeklevensgemeenschap te verbeteren.



Foto 4. Substraatpatroon van de Oude beek bij Engeland.

5.2.3 Stoffen

Stoffen die van belang zijn voor levensgemeenschappen van beeksystemen zijn nutriënten organische stoffen, macro-ionen en toxische stoffen.

Nutriënten en organische stoffen

In organisch belaste (saprobe) wateren worden slechte zuurstofcondities aangetroffen. Dit blijkt uit de grotere variatie in het zuurstofverzadigingspercentage en de hogere gehalten aan ammonium (NH_4^+). Goede stromingscondities en een goede zuurstofhuishouding hangen met elkaar samen. In stromend water vindt een verhoogde uitwisseling van zuurstof plaats met de atmosfeer. Hierdoor hebben organisch belaste maar goed stromende wateren vaak toch goede zuurstofcondities.

Stagnante wateren met een grote input van organisch (blad)materiaal kunnen soms ook lage zuurstofgehalten hebben als gevolg van de afbraak van het organische materiaal. Een verhoging van de stroomsnelheid kan zorgen voor een verbetering van de zuurstofcondities. In zuurstofarme wateren worden soortenarme gemeenschappen aangetroffen met een aantal soorten die aanpassingen hebben voor de opname van zuurstof.

In bovenlopen vormt input van organisch (blad)materiaal vaak de belangrijkste voedselbron, zodat er specifieke soorten (detrivoren) worden aangetroffen. Van bovenloop naar benedenloop verandert de soortensamenstelling als gevolg van de verschillende voedselbronnen die de beeksoorten kunnen benutten. Voor stromende wateren zijn nutriënten vooral van belang voor de primaire productie door algen en waterplanten. Voor de macrofauna is dit slechts indirect van belang via voedsel en structuur (Verdonschot *et al.*, 1995). Er zijn indicaties dat de trofiegraad invloed heeft op de soortensamenstelling en de structuur van het voedselweb van een beek. Mogelijk dat bij een toename van de voedselrijkdom zowel de soortenrijkdom als de complexiteit van het voedselweb van de beek toeneemt. Door de hogere productiviteit zou er meer energie beschikbaar zijn voor met name de hogere trofische niveaus zoals predatore macrofaunasoorten en vissen (Jaarsma *et al.*, 1998). Bij hogere nutriëntengehalten lijken echter ook "predatorresistente" soorten zoals slakken in abundantie toe te nemen (Jaarsma *et al.*, 1998). In het beheersgebied worden bij de hoogste trofiegraad (monstergroepen L, N, U en Q), gemeenschappen aangetroffen met veel slakken, oligochaeten en *Chironomus* sp. Dit zijn over het algemeen ook de slechtst stromende beken. De invloed van trofiegehalte is mogelijk verschillend voor stagnante en (snel)stromende systemen, in de laatste spelen nutriënten naar verwachting een minder grote rol (pers. med. P.F.M. Verdonschot, Alterra).

Over de invloed van de trofiegraad op levensgemeenschappen van stromende wateren is weinig bekend. Er zijn wel aanwijzingen dat nutriëntengehalten via de primaire producenten ook de hogere trofische niveaus beïnvloeden. Naar verwachting vormt de trofiegraad met name voor de langzaamstromende en stagnerende midden- en benedenlopen in het beheersgebied een knelpunt voor de ecologische ontwikkeling.

Macro-ionen

Van de macro-ionen zijn calcium en chloride de belangrijkste. De kalkrijkdom van de beken in het beheersgebied is laag als gevolg van de aanwezigheid van kalkarme substraten. De buffering van de beken is daardoor eveneens laag en in een aantal gevallen kunnen ze gevoelig zijn voor verzuring.

Chloride is een indicator voor lozingen en landbouwkundige beïnvloeding. Het chloridegehalte van het water is in de meeste gevallen recht-evenredig met het elektrisch geleidingsvermogen (EGV). Voor levensgemeenschappen van oppervlaktewateren ligt er een grens bij een chloridegehalte van circa 300 mg/l. Wateren beneden deze grens zijn zoet, boven deze grens worden wateren tot de brakke wateren gerekend. De wateren in het beheersgebied zijn allen zoet en chloridegehalten zullen naar verwachting niet direct van invloed zijn op de gemeenschap. Bij de streefbeeldens zijn echter wel streefwaarden voor EGV opgenomen als maat voor de beïnvloeding door menselijke activiteiten.

6 Indicatoren

Indicatoren voor beekherstel zijn soorten die in de oude verstoorde situatie ontbraken en zich in een natuurlijke of verbeterde situatie kunnen vestigen en handhaven. Voor de beek als natte doorsnede zijn dit soorten van de groepen macrofauna, vegetatie en vissen. Voor het beekdal zijn dit ook oeverplanten, amfibieën en vogels. Deze laatste groepen zijn in het algemeen minder indicatief voor het functioneren van een beek op zich, maar wel voor het geheel van beek en omgeving oftewel het stroomgebied. Een voorbeeld van een indicatorsoort is de IJsvogel die afhankelijk is van heldere beekjes met een begeleidende (overhangende) vegetatie. Onder de oevervegetatie van beken kunnen kwelindicatoren worden aangetroffen die een indruk geven van de voeding van de beek. Deze indicatoren kunnen in het streefbeeld worden opgenomen als afrekenbare eenheden. Een bepaald percentage van de oever moet bedekt zijn met kwelafhankelijke vegetatie of een bepaald aantal soorten moet minimaal voorkomen.

Macrofauna

Belangrijke indicatorsoorten voor het functioneren van beken binnen de groep van macrofauna zijn de stromingsminnende soorten. Deze soorten hebben speciale aanpassingen om zich onder (sterke) stroming te kunnen handhaven. Vaak zijn het ook soorten die gevoelig zijn voor lage zuurstofgehalten en zullen verdwijnen bij een lozing van organische stof. Daarnaast zijn er een aantal kwelafhankelijke macrofaunasoorten en soorten die kenmerkend zijn voor licht zure wateren of droogval. Slecht functionerende beken zoals organisch belaste beken zullen veel soorten en individuen herbergen van tolerante geslachten zoals *Chironomus*. en *Tubifex*. De ecologische macrofaunatabel in bijlage I geeft van een groot aantal in het beheersgebied aangetroffen soorten de ecologische indicatorwaarde weer voor dimensie, stroming, trofie, saprobie, zuurgraad en droogval.

6.1 Water- en oeverplanten

De indicatorwaarde van water- en oeverplanten is in het algemeen minder groot dan de macrofauna. Waterplanten kunnen indicatief zijn voor kwel, zwakke gebufferde (licht zure) omstandigheden, stroming en trofiegraad. Toch zijn individuele soorten of combinaties van soorten (gemeenschappen) van water- en oeverplanten in een aantal gevallen indicatief voor een goed functionerend systeem. Voor de onderscheiden streefbeelden worden deze gemeenschapstypen met de indicatorsoorten beschreven. De volgende gemeenschappen zijn karakteristiek voor stromende wateren en zijn aangetroffen in het beheersgebied (naar Schaminée *et al.*, 1995 en Weeda *et al.*, 2000).

Gemeenschappen van bronnen en bronbeekjes en sprengen

Bronnen en bronbeekjes hebben een soortenarme vegetatie die afhankelijk is van koel en voedselarm bronwater. Brongemeenschappen komen voor in zowel onbeschaduwde als beschaduwde kalkarme tot min of meer kalkrijke milieus.



Foto 5. Oevervegetatie van de bovenloop van de Oude beek bij Engeland.

De begroeiingen beslaan doorgaans kleine oppervlakten langs randen van bronnen of vormen lintvormige stroken langs bronbeken. Het zijn soortenarme, vaak mosrijke gemeenschappen. Bij uitzondering en pas na lange tijd worden deze gemeenschappen ook aangetroffen in door mensen gegraven sprengen. De grootste bedreiging vormt de verlaging van de grondwaterspiegel, hetgeen leidt tot uitdroging van de bronssystemen. Verdroging leidt eveneens tot eutrofiëring (mineralisatie), wat samen met de toevoer van verrijkt en/of chemisch vervuild water een belangrijke bedreiging is voor voedselarme brongemeenschappen. Daarnaast vormen betreding van de bronvegetatie en de aanleg van (stenen) bouwsels rond de bron een grote bedreiging (Weeda *et al.*, 2000). De bronvegetaties worden in de Vegetatie van Nederland

(Schaminée, *et al.*, 1995) in drie associaties onderverdeeld die allen in het beheersgebied worden aangetroffen:

7 Klasse der bronbeekgemeenschappen (Montio-Cardaminetea)

7A Orde der bron- en bronbeekgemeenschappen (Montio-Cardaminetalia)

7Aa Verbond van bittere veldkers en bronkruid (Cardamino-Montion)

Kensoorten: bittere veldkers (*Cardamine amara*), donkergroene basterdwederik (*Epilobium obscurum*), moerasmuur (*Stellaria uliginosa*), gewone peltia (*Peltia Epiphylla*) en lippenmos (*Chiloscyphus polyanthos*)

7Aa1 Bronkruid-associatie (Philonotido Fontanae-Montietum)

Kensoorten: beek-staartjesmos (*Philonotis fontana*) en groot bronkruid (*Montia fontana* subsp. *Fontana*)

7Aa2 Associatie van paarbladig goudveil (Pellio Epiphyllae-Chrysosplenietum Oppositifolii)

Kensoorten: paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolium*)

7Aa3 Kegelmoss-associatie (Pellio-Conocephaletum)

Kensoorten: kegelmoss (*Conocephalum conicum*)

Gemeenschappen van bovenlopen

In langzaamstromende bovenlopen van sprengbeken kunnen de volgende associaties worden aangetroffen (Schaminée, *et al.*, 1995; Weeda, *et al.*, 2000):

5Ca1 Associatie van waterviolier en sterrekroos (Callitricho-Hottonietum)

Kensoorten: waterviolier (*Hottonia palustris*) en gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*)

5Ca2 Associatie van klimopwaterranonkel (Ranunculetum hederacei)

Kensoorten: klimopwaterranonkel (*Ranunculus hederaceus*)

Begeleiders: gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*), haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*) en gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*)

5Ca3 Associatie van teer vederkruid (Callitricho-Myriophylletum Alterniflori)

Kensoorten: Teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*)

Begeleidend: drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*)

Kenmerkend voor snelstromende bovenlopen van sprengbeken zijn (Schaminée, *et al.*, 1995; Weeda, *et al.*, 2000):

5Ca4 Associatie van vlottende waterranonkel (Callitricho hamulatae-Ranunculetum fluitantis)

Kensoorten: vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) en grote waterranonkel (*Ranunculus peltatus* var. *heterophyllus*)

Begeleidend: haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*), kleine egelskop (*Sparganium emersum*), brede waterpest (*Elodea canadensis*) en gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*)

Gemeenschappen van middenlopen

In regenwatergevoede middenlopen kunnen worden aangetroffen (Schaminée, *et al.*, 1995; Weeda, *et al.*, 2000):

5Ba1 Associatie van doorgroeid fonteinkruid (Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati)

Kensoorten: doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) is een constante soort.

5Bc Verbond der kleine fonteinkruiden (Parvopotamion)

Kensoorten: haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*), en smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)

Kenmerkend voor de kwelwatergevoede middenlopen zijn vegetaties met fonteinkruiden uit het verbond der kleine fonteinkruiden (Schaminée, *et al.*, 1995; Weeda, *et al.*, 2000).

5Bc Verbond der kleine fonteinkruiden (Parvopotamion)

Kensoorten: haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*), en smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)

5Bc1 Associatie van klein fonteinkruid (Potametum-Berchtoldii)

Kensoorten: klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldii*) en gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*) (zwak)

5Bc2 Associatie van paarbladig fonteinkruid (Groenlandietum)

Kensoorten: paarbladig fonteinkruid (*Groenlandia densa*) en smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) (constante begeleider)

5Bc5 Associatie van waterviolier en kransvederkruid (Myriophyllo Verticillati-Hottonietum)

Kensoorten: kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*), spits fonteinkruid (*Potamogeton acutifolius*), waterviolier (*Hottonia palustris*) en rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*)

Begeleidend: stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*) en brede waterpest (*Elodea canadensis*)

5Ca1 Associatie van waterviolier en sterrekroos (Callitriche-Hottonietum)

Kensoorten: waterviolier (*Hottonia palustris*), gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*) en rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*)

Gemeenschappen van benedenlopen:

Langzaam tot matig stromende benedenlopen (Schaminée, *et al.*, 1995; Weeda, *et al.*, 2000).

5Ba1 Associatie van doorgroeid fonteinkruid (Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati)

Kensoorten: doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) is een constante soort.

8Ab2 Associatie van Egelskop en Pijlkruid (Sagittario-Sparganietum)

Kensoorten: kleine egelskop (*Sparganium emersum*), pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*) zwanebloem (*Butomus umbellatus*) en grote egelskop (*Sparganium erectum*)

6.2 Vissen

Typische beekvissen zijn beperkt tot een aantal soorten, waarvan de meeste worden aangetroffen in de beken in het beheersgebied. Zo wordt de beekprik nog op een aantal plaatsen aangetroffen en is de elrits bekend uit de Verloren beek bij Epe en in het verleden waarschijnlijk uit de Oude Beek (Blankena, *et al.*, 1994). Beide soorten zijn kritisch ten aanzien van waterkwaliteit en stroming en hebben een beschermde status omdat ze met uitsterven worden bedreigd in de Nederlandse beken. Een overzicht van kenmerkende en begeleidende vissoorten voor sprengen- en kwelbeken geeft tabel 6.1, de informatie is ontleend aan de Nie (2000) en Blankena *et al.*, (1994). Per streefbeeld worden de kenmerkende en begeleidende vissen genoemd.

Tabel 6.1 . Overzicht van habitateisen en voorkomen van vissoorten in beken. De beide laatste kolommen geven per vissoort aan of de soort begeleidend (kolom Beg.) of kenmerkend (kolom Ken.) is voor bovenlopen (b) of midden- en benedenlopen (m). De informatie is ontleend aan de Nie (2000).

| Nederlandse naam | Latijnse naam | Habitateisen | Verspreiding | Beg. | Ken. |
|---------------------------|-------------------------------|--|---|------|------|
| Alver | <i>Alburnus alburnus</i> | | | m | |
| Baars | <i>Perca fluviatilis</i> | | | m | |
| Beekforel | <i>Salmo trutta fario</i> | Zuurstofrijke, heldere, berg- en heuvellandbeken met veel variatie in vorm en stroomsnelheid, ongeschonden laaglandbeken | Vroeger Hierdense beek en Renkumse beken, overigens Zuid-limburg, Achterhoek, Brabant | | |
| Beekprik | <i>Lampetra planeri</i> | Relatief koel, stromend water van natuurlijke ondiepe beken, in sprengen en in de bovenloop van rivieren, helder en zuurstofrijk water met een bodem van zand en grint en met zand en modder overspoelde detritus | (oost) Veluwe, Brabant, Limburg Achterhoek | | b/m |
| Bermpje | <i>Barbatula barbatulus</i> | Uiteenlopende typen, voorkeur voor schoon, helder, stromend water waarin voldoende obstakels (stenen, takken boomwortels) aanwezig zijn, redelijk bestand tegen organische vervuiling, te grote stroomsnelheden kunnen fataal zijn. Bij voorkeur 10 - 20 cm stroomsnelheid, breedte 1 tot 3 meter. | Pleistoceen Nederland | | b/m |
| Blankvoorn | <i>Rutilus rutilus</i> | | | m | |
| Driedoornig stekelbaarsje | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | | | b/m | |
| Elrits | <i>Phoxinus phoxinus</i> | Onvervuilde heldere, vrij koele langzaam tot snelstromende structuurrijke beken | Zuid-Limburg en Veluwe (Oude beek en Verloren beek bij Epe) | | b |
| Kleine modderkruiper | <i>Cobitis taenia</i> | | | m | |
| Kopvoorn | <i>Leuciscus cephalus</i> | | | | m |
| Rivierdonderpad | <i>Cottus gobio</i> | Relatief koele en onvervuilde, langzaam tot snel stromende wateren met een hoog zuurstofgehalte en een stenige bodem/schuilgelegenheid in de vorm van takken, stenen en boomwortels | | | b |
| Riviergrondel | <i>Gobio gobio</i> | Zeer uiteenlopende wateren, lijkt voorkeur te hebben voor helder, stromend water, sterk bedreigd door normalisatie. | Heel Nederland | | m |
| Serpeling | <i>Leuciscus leuciscus</i> | | | | m |
| Snoek | <i>Esox lucius</i> | | | m | |
| Tiendoonig stekelbaarsje | <i>Pungitius pungitius</i> | | | b/m | |
| Vetje | <i>Leucaspis delineatus</i> | | | m | |
| Winde | <i>Leuciscus idus</i> | | | | m |

6.3 Amfibieën en reptielen

Amfibieën en reptielen zijn meestal niet specifiek aangewezen op beken maar kunnen wel in beken en poelen in beekdalen voorkomen. De in het verleden voorkomende plas-dras situaties langs beken en oude beekarmen zijn door kanalisatie grotendeels

verdwenen. De waarde van beken als natte verbindingzone is hierdoor sterk verminderd. Daarnaast vormen voedselverrijking door uit- en afspoeling van meststoffen en bestrijdingsmiddelen een bedreiging voor amfibieën (Krekels & Verbeek, 1994). Bij beekherstel kan de functie van een beek als habitat en natte verbindingzone voor amfibieën en reptielen weer worden hersteld.

Soorten die in en langs beken kunnen worden aangetroffen zijn: Kamsalamander, Kleine watersalamander, Knoflookpad, Gewone pad, Rugstreeppad, Heikikker, Bruine kikker, Poelkikker, Middelste groene kikker, Meerkikker en Ringslang. De onderstaande teksten zijn ontleend aan Krekels & Verbeek (1994) en aan internet (<http://www.ravon.nl/>).

De **kamsalamander** wordt aangetroffen in heel Nederland met uitzondering van Friesland. Veel vindplaatsen zijn gelegen langs beken en rivieren. De soort plant zich voor in stilstaande wateren die niet te klein zijn en een minimale plaatselijke diepte van circa 0.5 meter. Het landbiotoop dient voldoende voedsel en schuilplaatsen te bieden aan de kamsalamander, structuurrijke bossen in de directe omgeving van de voortplantingswateren zijn daarom noodzakelijk. In het beheersgebied is de soort zeldzaam en komt verspreid voor in de Gelderse Vallei en op de Veluwe, status landelijk en beheersgebied: ernstig bedreigd.

De **kleine watersalamander** is de meest algemene salamander in Nederland. De soort komt nog veelvuldig voor in sloten en poelen, mits deze maar niet al te veel vis bevatten. De kleine watersalamander is landelijke en in het beheersgebied niet bedreigd, zoals alle amfibieën is de soort echter wel opgenomen in de natuurbeschermingswet. Deze salamander staat vermeld als beschermde soort in de Conventie van Bern. De soort heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

De **knoflookpad** is een zeldzame pad die voornamelijk voorkomt op de rand van beek- en rivierdalen in het zuiden en oosten van Nederland. De Knoflookpad is een zeldzame Rode Lijst soort (status=bedreigd) en staat vermeld als streng beschermd in de Europese Habitatrichtlijn. In de Conventie van Bern is de soort strikt beschermd.

De **gewone pad** is een van de meest algemene amfibieën in Nederland. Padden komen voor in tal van watertypen en zijn als een van de weinige amfibieën goed bestand tegen hoge dichtheden aan vissen. De gewone pad is op landelijke schaal en in het beheersgebied niet bedreigd. Deze pad staat vermeld als beschermde soort in de Conventie van Bern. De soort heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

De **rugstreeppad** is herkenbaar aan zijn gele rugstreep. De soort komt voor met name het rivierengebied, in laagveengebieden, bij vennen en in de duinen. De Rugstreeppad komt niet voor op de Rode Lijst maar staat wel vermeld als streng beschermd in de Europese Habitatrichtlijn en is zowel landelijk als in het beheersgebied bedreigd. In de Conventie van Bern is de soort strikt beschermd.

De **heikikker** komt vooral voor in heide en in veengebieden. Door verzuring van de voortplantingswateren beschimmelen veel eiklonpen van de heikikker.

De heikikker is een zeldzame Rode Lijst soort (status=kwetsbaar) en staat vermeld als streng beschermd in de Europese Habitatrichtlijn. Landelijk en in het

beheersgebied is de soort bedreigd. In de Conventie van Bern is de soort strikt beschermd.

De **bruine kikker** is waarschijnlijk het meest algemene amfibie in Nederland. De soort komt voor in tal van watertypen en doet het ook goed in een stedelijke omgeving met tuinvijvers. De bruine kikker is niet bedreigd. Zoals alle amfibieën is de soort echter wel opgenomen in de natuurbeschermingswet. Deze kikker staat vermeld als beschermde soort in de Conventie van Bern. De soort heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

De **poelkikker** (of kleine groene kikker) is de kleinste van de drie groene kikkers. Het is een kritische soort die houdt van voedselarm, schoon water. De poelkikker is een zeldzame Rode Lijst soort (status=kwetsbaar) en staat vermeld staat vermeld streng beschermd in de Europese Habitatrichtlijn. In de Conventie van Bern is de soort beschermd.

De **middelste groene kikker** is een algemeen voorkomende groene kikker die weinig eisen stelt. De middelste groene kikker is niet bedreigd. Zoals alle amfibieën is de soort echter wel opgenomen in de natuurbeschermingswet en als beschermde soort in de Conventie van Bern. De soort heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

De **meerkikker** (of grote groene kikker) is de grootste van de drie groene kikkers. Meerkikkers komen voornamelijk voor in het westen en noorden van Nederland. Anders dan de naam doet vermoeden komen ze niet alleen in meren maar ook in sloten en poelen voor. Waterrijkdom lijkt belangrijker dan de afmetingen van het water. In het oosten en zuiden van het land is de soort een stuk zeldzamer en beperkt de soort zich veelal tot rivier- en de wat grotere beekdalen. De meerkikker is niet bedreigd. Zoals alle amfibieën is de soort echter wel opgenomen in de natuurbeschermingswet en als beschermde soort in de Conventie van Bern. De soort heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

De **ringslang** is een watergebonden slang met een ronde pupil en twee duidelijke gele en zwarte vlekken achter de kop. De ringslang komt voornamelijk voor ten noorden van de grote rivieren. De ringslang is een zeldzame Rode Lijst soort (status=kwetsbaar) en is landelijk bedreigd en in de Gelderse Vallei ernstig bedreigd. Deze slang staat vermeld als beschermde soort in Conventie van Bern, maar heeft geen speciale status in de Europese Habitatrichtlijn.

6.4 Vogels

Kenmerkende soorten van beken die in het beheersgebied kunnen voorkomen zijn de ijsvogel (*Alcedo atthis*), de waterspreeuw (*Cinclus cinclus*) en de grote gele kwikstaart (*Motacilla cinerea*).

De ijsvogel broedt langs beken, rivieren en kanalen met steile oevers en in afgravingen en zandwallen in de omgeving van water. Er is een grote voorkeur voor min of meer natuurlijke beken met steile oevers en overhangende bomen of struiken. Bedreigingen voor de ijsvogel zijn beekkanalisatie, ontbossingen en het verwijderen van oevervegetatie (Teixeira, 1979). In het beheersgebied wordt de soort vooral waargenomen in het bekengebied tussen Renkum en Oosterbeek, langs waterlopen in het Binnenveld, de Grift, de Blauwe kamer en landgoed Renswoude. Na 1967 zijn

broedgevallen bekend van de zuid-Veluwe: Oosterbeek, Heveadorp, Noordberg (Renkum), Oranje Nassau's Oord en de Blauwe kamer (Leys, *et al.*, 1993). En van de noord-oost-Veluwe en het Hierdense beek gebied (M. Koopmans, pers med.).

De grote gele kwikstaart is in zeer kleine aantallen uit het beheersgebied bekend als doortrekker. Het is in Nederland een schaarse broedvogel van heldere en snelstromende, natuurlijke beken. Als nestplaats dienen zowel door de mens aangelegde bouwwerken zoals bruggen en stuwen als natuurlijke beekoevers. Het voedsel bestaat voornamelijk uit allerlei insecten en hun larven, waarbij typische beekinsecten, met name steenvliegen een belangrijke plaats innemen (Teixeira, 1979). In en aan de rand van het beheersgebied zijn broedgevallen bekend o.a. bij Arnhem en Velp (Leys, *et al.*, 1993) en voor 1940 bij Beekhuizen en Apeldoorn (Teixeira, 1979).

De waterspreeuw is een broedvogel van snelstromende, heldere bergbeken met rotsblokken, stroomversnellingen en betrekkelijk weinig oevervegetatie. Broedgevallen van de soort in Nederland zijn bekend van Nijmegen, zuid-Limburg Noord-Brabant (?) en Winterswijk, uit het beheersgebied zijn geen broedgevallen bekend. Het is niet waarschijnlijk dat deze soort regelmatig in Nederland zal gaan broeden (Teixeira, 1979). De soort wordt vrijwel elke winter waargenomen in de omgeving van Arnhem, met name in het park Sonsbeek en bij Rozendaal met 1 of 2 exx. Daarnaast zijn incidentele waarnemingen bekend uit het Binnenveld bij Wageningen, Oosterbeek (Leys *et al.*, 1993) en op de noord- en oost-Veluwe (pers. med. M. Koopmans) De waterspreeuw is vroeger waargenomen langs de Hierdense beek (pers. med. L.W.G. Higler, Alterra).

In de grotere open beekdalen zoals het Renkums beekdal kunnen watersnip en kwartelkoning worden waargenomen (Leys *et al.*, 1993).

7 Beschrijving van de streefbeelden

In dit hoofdstuk worden de streefbeelden voor de beektypen beschreven, deze beschrijving bestaat uit twee onderdelen. In het onderdeel “algemene karakterisering” worden de abiotische en biotische karakteristieken van het streefbeeld in meer algemene termen beschreven. In het onderdeel “abiotische en biotische kenmerken” worden deze concreet ingevuld. Bij de invulling is de werkwijze toegepast zoals die in hoofdstuk 2 is beschreven. In tabel 7.1 staat de betekenis van de parameters die in de overzichtstabellen van de abiotiek zijn weergegeven. In de meeste gevallen is gekozen voor een range die de minimum- en maximum waarde voor een variabele weergeeft.

Tabel 7.1 Betekenis van de ranges van milieuvariabelen voor de typen.

| Parameter | range geeft weer: |
|--------------------------------------|--|
| Stroomsnelheid (cm/s) | minimum en maximum |
| PH | minimum en maximum |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | maximum |
| Breedte (m) | gemiddelde, kleinste en grootste breedte van het type uit het maatwebrapport |
| Diepte (m) | gemiddelde, kleinste en grootste diepte van het type uit het maatwebrapport |
| t-P (mgP/l) | maximum |
| NH ₄ ⁺ (mgN/l) | maximum |
| O ₂ (%) | minimum en maximum |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | maximum |

De totstandkoming van de getallen die de ranges van milieuvariabelen weergeven is beschreven in hoofdstuk 2. Zoals reeds is beschreven in hoofdstuk 5 zijn al deze variabelen direct of indirect sturend voor de macrofaunagemeenschap. De ranges en grenswaarden in de tabellen zijn zoveel mogelijk gebaseerd op ecologisch relevante grenswaarden. Echter, in veel gevallen is het moeilijk om scherp begrensde ranges aan te geven die ook ecologisch onderbouwd zijn.

Problemen bij het vaststellen van ecologisch relevante grenzen zijn:

- grenzen zijn nooit scherp, er is altijd sprake van een geleidelijke overgang,
- de effecten zijn vaak indirect via primaire producenten of via andere variabelen,
- het optreden van fluctuaties in de waarde van variabelen gedurende de dag of gedurende het jaar,
- gecombineerde effecten van variabelen, een voorbeeld hiervan is dat nutriëntengehalten in een beschaduwde, snelstromende beek andere invloed op de macrofaunagemeenschap zullen hebben dan in een stilstaand kanaal in open gebied,
- van de invloed van sommige milieuvariabelen is weinig bekend, vaak ook omdat onderzoek naar deze variabelen door bovenstaande problemen wordt bemoeilijkt.

Het is goed mogelijk dat, hoewel na verbetering voor een bepaalde variabele aan de streefwaarde wordt voldaan, er geen of nauwelijks zichtbare ecologische

veranderingen optreden. Dit kan worden veroorzaakt doordat de andere variabelen nog niet aan de streefwaarden voldoen of omdat een verdere verbetering nodig is voordat een zichtbaar effect optreedt. De ene maatregel zal in de ene situatie wel effect hebben, terwijl in een andere situatie niet of nauwelijks verschil merkbaar is. In dit verband is het van belang inzicht te hebben in de sleutelfactoren per type. Dit zijn de belangrijkste bepalende factoren die het type onderscheiden van de andere typen. Ze staan weergegeven in tabel 7.2. De factor dimensie is voor alle typen belangrijk zoals ook is te zien in figuur 5.1 waar de dimensie als hoofdfactor is opgenomen. In de tabel is deze factor opgenomen in een aparte kolom. De dimensie van een beek wordt in eerste instantie bepaald door de landschappelijke ligging en daarmee samenhangend de hoeveelheid water die een beek afvoert. Dimensie ligt dus deels vast maar breedte en diepte van een beek zijn ook door beheer te sturen, in die gevallen waarin dit van belang is wordt dimensie onder het onderdeel morfologie genoemd.

Tabel 7.2 Sleutelvariabelen voor de beektypen.

| Beektype | Dimensie | Overig |
|---|-----------------------|---|
| zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb _{zz}) | klein | lage zuurgraad, sterk beschaduwd en kwelvoeding |
| sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb) | klein | constante stroming en temperatuur, lage saprobie en sterk beschaduwd |
| bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb) | klein | groot verval, snelle stroming, constante temperatuur en sterk beschaduwd |
| natuurlijke bovenlopen (B _{0na}) | klein | constante stroming en temperatuur, sterk beschaduwd |
| snelstromende bovenlopen (B _{0ss}) | klein/ middelgroot | snelle stroming en hoge licht-instraling |
| halfnatuurlijke bovenlopen (B _{0hn}) | klein/ middelgroot | matige stroming en matige tot hoge licht-instraling |
| kwelgevoede middenlopen (M _{ikw}) | middelgroot | matige stroming, kwelgevoed, matige trofie en saprobie en hoge licht-instraling |
| regenwatergevoede middenlopen (M _{ire}) | middelgroot | matige stroming, regenwatergevoed, hoge trofie en saprobie en hoge licht-instraling |
| benedenlopen (Be) | groot | matige stroming, hoge trofie en saprobie en hoge licht-instraling |

7.1 Streefbeeld zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb_{zz})

Algemene karakterisering

Deze sprengkoppen en bronbeken worden gekarakteriseerd door een beperkte afvoer en periodieke stagnantie. Ze worden gevoed door kwelwater (uit voormalig hoogveen) en ondiep, jong grondwater. In de zomerperiode hebben ze geen of beperkte afvoer, in een aantal gevallen kan zelfs droogval optreden. Door ophoping van organisch materiaal ontstaat een venig karakter, dit komt naar voren in het licht zure karakter (pH ca. 5.5) van het beekwater. In deze beken worden soorten aangetroffen van kwelmilieus zonder veel stroming en soorten van licht zure en periodiek droogvallende wateren. Op kwelplekken komen het mijtertje (paddestoeltje op kwelstroken) en bronkruid (*Montia fontana*) voor. Kenmerkend voor het zwak gebufferde karakter van deze beken zijn ook duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) en knolrus (*Juncus bulbosus*). De

oeveren worden begroeid met veenmossen (*Sphagnum* spp.). Belangrijke macrofaunagroepen zijn waterkevers, veder-muggen en vliegen, detrivoren zijn de belangrijkste voedingsgroep. Voorkomende en bijzondere soorten zijn de waterkever *Hydroporus longulus*, die gebonden is aan een combinatie van kwel en veenmos en de veder-muggenlarven *Chaetocladius malaleucus*-agg, *Parakieferiella bathophila* en *Pseudorthocladius curtistylus* die eveneens kwelgebonden zijn. Opvallend is het onder zure en droogvallende omstandigheden grotendeels ontbreken van kreeftachtigen, slakken en platwormen. Een aantal kokerjuffers van het geslacht *Limnephilus* (zoals *L. auricula*, *L. lunatus* en *L. extricatus*) de kokerjuffer *Trichostegia minor*, de muggenlarve *Micropsectra apposita* en *Pericoma* sp. zijn juist kenmerkend voor droogval. In deze beken worden geen vissen aangetroffen. Ze zijn gelegen in natuurgebied en zijn sterk beschaduwd.

Landschappelijke ligging

Deze beken liggen in bosgebied en kunnen worden aangetroffen in de kwelgebieden op de hellingen van de stuwwallen.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Kwel- en regenwatergevoede beken in (voormalig) veengebied. Deze beken hebben vaak een beperkt voedingsgebied.

Stroming

Kwel- en regenwatergevoed, langzaam tot matig stromend (0-20 cm/s). Periodiek kan in de zomerperiode stagnantie of droogval optreden.

Structuren

Deze beken hebben een gevarieerd lengteprofiel, ondiep met micromeandering door structuren (hout, bladpakketten) op de beekbodem. De beekoever is begroeid met veenmossen, het beektraject is volledig gelegen in loofbos (eiken-beukenbos). Er bestaat ruime variatie in de structuur van de beekbodem met hoofdsustraten blad, hout en slib, lokaal kale bodem met zand en/of grind. Als gevolg van beschaduwing en lage zuurgraad is de vegetatie beperkt.

Stoffen

Deze beken zijn oligosaproob met lage fosfaatgehalten, geen zeer hoge nitraatgehalten (< 2 mg/l) en licht zuur

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|--------------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | 0 - 20 |
| pH | 4.5 - 6.5 |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 150 |
| Breedte (m) | 2.2 (0.8 - 4) |
| Diepte (m) | 0.16 (0.08 - 0.38) |
| t-P (mgP/l) | < 0.05 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.1 |
| O ₂ (%) | 60 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 2 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Agabus chalconatus, Agabus guttatus, Beraea pullata, Cercyon sp, Chaetocladius malaleucus, Dolichopeza albipes, Eukiefferiella brevicar, Gerris gibbifer, Glyptotaelius pellucidus, Helophorus strigifrons, Hydraena riparia, Hydroporus longulus, Ironoquia dubia, Laccobius bipunctatus, Limnebius truncatellus, Limnephilus auricula, Limnephilus extricatus, Macropelopia nebulosa, Micropsectra apposita, Micropsectra fusca, Micropterna lateralis, Oligotrichia striata, Parakiefferiella bathophila, Paraphaenocladus pseudirritus agg, Pericoma sp, Pseudolimnophila sp, Pseudorthocladus curtistylus, Ptychoptera contaminata, Stenophylax permistus, Stylodrilus heringianus, Syndiamesa hygropetrica, Tipula sp

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Aplexa hypnorum, Chaetocladius piger agg, Colymbetes fuscus, Culex sp, Cymbiodyta marginella, Enchytraeidae, Eukiefferiella discoloripes agg, Hydroporus gyllenhalii, Nais communis, Psectrocladius platypus

Water- en oevervegetatie:

duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), bronkruid (*Montia fontana*), knolrus (*Juncus bulbosus*), moerasmuur (*Stellaria uliginosa*) en veenmossen (*Sphagnum* spp.)

Overig: mijtertje

Vissen:

-

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), heikikker (*Rana arvalis*)

Vogels:

-

Overeenkomend landelijk natuurdoeltype: (Zwak) zure bovenloopjes

Bedreigingen en beheer

Door de specifieke omstandigheden van deze beken komen een aantal bijzondere en waardevolle soorten voor. Het is daarom van belang het type in stand te houden. De belangrijkste bedreigingen voor deze systemen zijn verdroging en te sterke verzuring. Om dit tegen te gaan is het nodig om een continue voeding te handhaven, waarbij enige buffering door het toestromende grondwater van belang is. Mogelijke maatregelen om de kwelvoeding veilig te stellen zijn: beperken of stopzetten van eventueel aanwezige grondwateronttrekkingen en het bevorderen van infiltratie (zie §9.1). De oevervegetatie van deze beken is zeer kwetsbaar, betreding dient zoveel

mogelijk te worden voorkomen. Ter voorkoming van saprobiëring is vrij intensief onderhoud nodig. Om de oevervegetatie (mijtertje) zoveel mogelijk te ontzien heeft gefaseerd schonen de voorkeur.

7.2 Streefbeeld sprengen en bovenloopjes van sprengbeken (Sb)

Algemene karakterisering

Deze sprengkoppen en bovenloopjes van sprengbeken zijn gelegen in natuurgebied (bos) en worden gekarakteriseerd door voeding met kwelwater van een goede kwaliteit en een matige maar zeer constante afvoer. Door de constante voeding met kwelwater vertonen deze beken weinig temperatuurschommelingen. Het water bij de sprengkop heeft gedurende het hele jaar een constante temperatuur van circa 8-12 °C. Bij deze constante, lage temperaturen worden koudwaterminnende (koudstenotherme) soorten gevonden. De vegetatie is als gevolg van beschaduwning beperkt, kwelindicatoren zoals duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), het mijtertje (paddestoeltje), paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) en kleine watereppe (*Berula erecta*) worden aangetroffen. De macrofauna indiceert matige tot snel stromende, oligosaprobe, zuurstofrijke omstandigheden. Soorten als de kokerjuffers *Sericostoma personatum*, *Micropterna sequax* en *Chaetopteryx villosa* zijn kenmerkend. Lokaal worden op plaatsen met snelle stroming soorten als de kokerjuffers *Goera pilosa* en *Silo nigricornis* aangetroffen. Er komen relatief veel zeldzame soorten voor die kenmerkend zijn voor deze beken zoals de steenvlieg *Nemourella pictetii* en de slijkvlieg *Sialis fuliginosa*.

Landschappelijke ligging

Deze beken liggen in bosgebied en kunnen worden aangetroffen in de kwelgebieden op de hellingen van de stuwwallen.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Kwelgevoede beken op de noord-oost en zuid-oost Veluwe.

Stroming

Kwelgevoed, matig tot snel stromend (20-50 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

Structuren

Het dwars- en lengteprofiel van deze beken is ondiep met micromeandering en variatie in stroomsnelheid door structuren zoals takken, bladpakketten en stenen op de beekbodem. De oever is begroeid met kruiden en varens, het beektraject is volledig gelegen in (loof)bosgebied. De beekbodem vertoont een ruime variatie in structuur met de substraten zand, grind, blad, hout en slib. De vegetatiebedekking is beperkt als gevolg van beschaduwing.

Stoffen

Oligosaproob, fosfaat laag, nitraat niet zeer hoog, circumneutraal

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|--------------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | 20 - 50 |
| pH | 6.5 - 7.5 |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 150 |
| Breedte (m) | 1.9 (0.9 - 3) |
| Diepte (m) | 0.16 (0.08 - 0.29) |
| t-P (mgP/l) | < 0.05 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.1 |
| O ₂ (%) | 80 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1.5 |
| Temperatuur °C | 6 - 12 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Adicella reducta, Agapetus fuscipes, Baetis rhodani, Beraea maura, Chaetocladius dentiforceps agg, Chaetopteryx villosa, Dixia dilatata, Dixia gr maculata, Elmis aenea, Heterotanytarsus apicalis, Hydroporus discretus, Hydroporus memnonius, Krenopelopia sp, Lype reducta, Limnephilus centralis, Micropsectra bidentata, Micropterna lateralis, Micropterna sequax, Nemurella pictetii, Pedicia rivosa, Pseudorthocladius curtistylus, Rheocricotopus atripes, Sericostoma personatum, Sialis fuliginosa, Telmatoscopus sp, Tinodes assimilis, Zavreliomyia sp

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Aulodrilus pigueti, Lepidostoma hirtum, Limnephilus sparsus, Mideopsis willmanni, Parametricnemus stylatus, Polycentropodidae, Sciomyza sp, Thaumalea testacea, Tipula gr vittata

Storingsindicatoren

Chironomus sp, Conchapelopia sp, Culex sp, Dugesia polychroa, Eiseniella tetraedra, Eukiefferiella claripennis agg, Galba truncatula, Limnophyes sp, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Nemouridae, Orthocladius sp, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Procladius sp, Radix ovata, Tubificidae

Water- en oevervegetatie:

Kwelindicatoren: duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), mijtertje (paddestoeltje), paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) en kleine waterrepe (*Berula erecta*).

Oevervegetatie: dubbelloof (*Blechnum spicant*) en smalle beukvaren (*Phegopteris connectilis*)

Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), bermpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), heikikker (*Rana arvalis*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Vogels:

Broedplaats voor: grote gele kwikstaart

Foerageerplaats voor: ijsvogel

Overeenkomend landelijk natuurdoeltype: matig minelarenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer:

Bedreigingen en beheer

De belangrijkste bedreigingen voor deze beken zijn verdroging (wateronttrekkingen), eutrofiëring en saprobiëring (overmatige bladval). Op dit moment worden er een aantal sprengenkoppen aangetroffen met een kwaliteit die het streefbeeld benadert. Ze worden overwegend gevoed door schone, voedselarme kwel. De oevervegetatie indiceert echter nog vaak voedselrijke omstandigheden. Een aantal beken ligt in open gebied, voor deze beken is een spontane ontwikkeling van de natuurlijke oevervegetatie gewenst. Beschaduwning beperkt de lichtinstraling en daarmee de vegetatieontwikkeling (remt ontwikkeling mannagrass) en temperatuursfluctuaties (gunstig voor koudstenotherme soorten).

Beken van dit type behoeven weinig tot geen beheer, de plantengroei is door beschaduwing en stroming laag. Om saprobiëring te voorkomen door ophoping van blad en takken is in een aantal gevallen periodiek schonen nodig. Dit dient gefaseerd te gebeuren in verband met de kwetsbare oevervegetatie (mijtertje). Om de watervoerendheid te garanderen dient beïnvloeding van de grondwaterstromen te worden verminderd.

7.3 Streefbeeld bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb)

Algemene karakterisering

De beken van dit type zijn oligosaprobe, snelstromende bronnen en bovenloopjes van bronbeken. Ze zijn gelegen in natuurgebied (bos) aan de randen van de Veluwe op de steile delen van de stuwwal. Binnen het beheersgebied zijn dit de beken met het hoogste verval. Kenmerkend is de combinatie van een continue, snelle stroming, sterke beschaduwing en goede waterkwaliteit (met name saprobie) en constante watertemperatuur van circa 8-11 °C. Hier worden er een aantal bijzondere en gevoelige macrofaunasoorten aangetroffen die overeenkomsten vertonen met typische brongemeenschappen van Limburgse heuvellandbeken. Het substraat bestaat door de sterke stroming grotendeels uit zand en grind met detritusbanken van

grof en fijn detritus. De morfodynamiek van de beken is groot, in de meer benedenstrooms gelegen (vlakke) delen vinden er op kleine schaal verplaatsing van de loop plaats. Dit is te zien aan oude nevengeultjes langs de beek. Door de sterke beschaduwing en hoge stroomsnelheden ontbreken waterplanten vrijwel volledig. De beken worden begeleid door bos, op de oever staan soorten als els en es, op de drogere delen eiken-beukenbos.

Landschappelijke ligging

Deze beken worden in bosgebied op de steile randen van de stuwwal aangetroffen.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Bronbeken op de stuwwallen aan de randen van de Veluwe.

Stroming

Kwelgevoed, snelstromend (>30 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

Structuren

De meer benedenstrooms gelegen delen zijn licht tot matig meanderend, de beekloop slingert zich tussen bomen door, niet onderbroken door vijverpartijen. Het dwarsprofiel is ondiep met sterke micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is bezet met bomen, het beektraject volledig in bosgebied gelegen. De beekbodem is gevarieerd met substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing en hoge stroomsnelheid.

Stoffen

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|--------------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | > 30 |
| pH | 6.5 – 7.5 |
| EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | < 250 |
| Breedte (m) | 0.75 (0.25 – 1.5) |
| Diepte (m) | 0.06 (0.02 – 0.14) |
| t-P (mgP/l) | < 0.05 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.1 |
| O ₂ (%) | 80 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1.5 |
| Temperatuur °C | 8 - 10 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Agapetus fuscipes, Brillia modesta, Cnetha costata, Crenobia alpina, Crunoecia irrorata, Elodes minuta larve, Ephemera danica, Eukiefferiella breviceps agg, Gammarus fossarum, Goera pilosa, Hydroporus discretus, Hydropsyche pellucidula, Limnephilus centralis, Notidobia ciliaris, Odagmia ornata, Plectrocnemia conspersa, Polycelis felina, Sericostoma personatum, Silo nigricornis, Stylodrilus heringianus, Telmatoscopus sp, Tinodes assimilis, Zavrelimyia sp.

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Berosus sp larve, Cladopelma gr lateralis, Dugesia gonocephala, Ecdyonurus sp, Eriopterinae, Haplotoxidae, Limnephilus fuscicornis, Nemoura cambrica, Nemoura marginata, Parametriocnemus stylatus, Philopotamus sp, Rhithrogena iridina, Rhyacophilidae, Silo pallipes, Symposiocladius lignicola, Thaumalea sp, Wormaldia occipitalis

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Chironomus gr thummi, Culex sp, Dero digitata, Dugesia polychroa, Eukiefferiella discoloripes agg, Helophorus aequalis, Hemicleipsis marginata, Hydroporus erythrocephalus, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Radix ovata, Tanypus kraatzi, Tubifex tubifex, Wettina podagrica

Water- en oeervegetatie:

Kenmerkend: beek-staartjesmos (*Philonotis fontana*), groot bronkruid (*Montia fontana* subsp. *fontana*), paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolium*), kegelmos (*Conocephalum conicum*)

Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), bierpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), heikikker (*Rana arvalis*), kamsalamander (*Triturus cristatus*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Vogels:

Broedplaats voor: grote gele kwikstaart

Foerageerplaats voor: ijsvogel, waterspreeuw

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Bronnen met geconcentreerde hoge afvoer

Bedreigingen en beheer

Verdroging door wateronttrekkingen is voor deze bronbeken waarschijnlijk de belangrijkste bedreiging. Daarnaast hebben veel beken op de stuwwal in de huidige situatie een onnatuurlijke morfologie. In het verleden zijn kunstwerken zoals betonnen bodembeschoeiingen (Duno) en vijverpartijen benedenstrooms van de bron aangelegd. Deze kunstwerken passen niet in het streefbeeld. Recreatie in het brongebied vormt een verdere bedreiging door betreding van de oevers en de beekbodem. Dit heeft een versturend effect op de beekbodem en verhindert de ontwikkeling van een natuurlijke bronvegetatie. De aanleg van naaldbos in het infiltratiegebied heeft een negatief effect op de infiltratie als gevolg van de toegenomen verdamping. Om deze beken te ontwikkelen moeten grondwateronttrekking in het brongebied worden verminderd of stopgezet. Het brongebied dient te worden afgeschermd voor de recreatie en kunstmatige objecten moeten worden verwijderd uit de beekloop. Hierbij is de ontwikkeling van begeleidende vegetatie (bomen) langs de beek essentieel om erosie tegen te gaan.

7.4 Streefbeeld natuurlijke bovenlopen (Bo_{na})

Algemene karakterisering

Dit zijn veelal smalle, ondiepe beekjes die worden gekenmerkt door een zeer constant stromingspatroon en een constante temperatuur. Als gevolg van de voeding door schoon kwelwater vertonen ze gedurende het gehele jaar slechts beperkte fluctuaties in debiet. In de beek worden indicatoren voor kwelvoeding zoals Duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) en Kleine watereppe (*Berula erecta*), op de oever kan Paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) worden aangetroffen. Door de sterke beschaduwing is de bedekking met submerse waterplanten vrij laag (ca 5 – 15%), het voorkomen van draadwieren en drijfslagen wijst op verstoring. Eveneens indicatief voor kwelvoeding is de aanwezigheid van ijzerneerslag of een bacterievlies. De beekbodem is gevarieerd met afwisselend een mozaïek van grind en/of kaal zand, blad, takjes en takken en fijner slib. De oever van de beek is begroeid met loofbos of houtwallen met soorten als Els op de oever en Beuk en Eik op de drogere delen. De macrofaunagemeenschap bestaat voor een belangrijk deel uit detritivoren, dominant is de vlokreeft *Gammarus pulex*. Er komen veel stromingsindicatoren voor die kenmerkend zijn voor matig tot snelstromende oligosaprobe of oligo-β-mesosaprobe beken zoals de kokerjuffers *Halesus radiatus*, *Chaetopteryx villosa* en *Micropterna sequax*. Voor een belangrijk deel zijn dit ook koudstenotherme soorten die alleen worden aangetroffen bij een constante (koude) watertemperatuur.

Landschappelijke ligging

Deze beken zijn gelegen in bosgebied in de kwelgebieden aan de randen van het Veluwemassief.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Kwelgevoede beken op de randen van de Veluwe.

Stroming

Kwelgevoed, matig tot snelstromend (20-50 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

Structuren

Het lengte- en dwarsprofiel van deze beken is gevarieerd en licht meanderend. De beken zijn ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is structuurrijke en gevarieerd met begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 90% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing.

Stoffen

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|--------------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | 20 - 50 |
| pH | 6.5 - 7.5 |
| EGV $\mu\text{S/cm}$ | < 200 |
| Breedte (m) | 1.5 (0.4 - 4) |
| Diepte (m) | 0.13 (0.04 - 0.52) |
| t-P (mgP/l) | < 0.05 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.1 |
| O ₂ (%) | 80 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1.5 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Adicella reducta, Agabus chalconatus, Agabus guttatus, Agabus uliginosus, Agapetus fuscipes, Chaetopteryx villosa, Dixa gr maculata, Dolichopeza albipes, Eukiefferiella brevicar, Gammarus pulex, Halesus radiatus, Hydraena britteni, Hydroporus discretus, Hydroporus memnonius, Ljana bipapillata, Micropterna lateralis, Micropterna sequax, Pachygaster sp, Paracladopelma nigrifula, Paraphaenocladus pseudirritus agg, Plectrocnemia conspersa, Psychoda sp, Sericostoma personatum, Sialis fuliginosa, Sperchon glandulosus, Stenophylax permistus

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Agrypnia pagetana, Arrenurus mediorotundatus, Baetis niger, Chaetocladus dentiforceps, Chironomus gr luridus, Cordulegaster boltonii, Crenobia alpina, Dryopidae, Dugesia gonocephala, Elodes minuta larve, Hydatophylax infumatus,

Hydrobaenus pilipes, Hydrochus carinatus, Hydryphantes planus, Lepidostoma hirtum, Lithax obscurus, Mesovelina sp nymfhe, Micropsectra recurvata, Palaria gr nemoralis, Rheotanytarsus photophilus, Scirtidae larve, Scleroprocta sp, Symposiocladius lignicola, Thaumalea testacea, Zonitoides sp

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Chironomus gr thummi, Culex sp, Dero digitata, Dugesia polychroa, Eukiefferiella discoloripes agg, Haemopsis sanguisuga, Helophorus aequalis, Hemiclepsis marginata, Hydroporus erythrocephalus, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Radix ovata, Rhantus suturalis, Tanypodinae, Tanypus kraatzi, Tubifex tubifex

Water- en oeervegetatie:

Kwelindicatoren: duizendknoop-fonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), paarbladig goudveil (*Chrysosplenium oppositifolia*) en kleine watereppe (*Berula erecta*).

Vissen:

Kenmerkend: beekprik (*Lampetra planeri*), berrmpje (*Noemacheilus barbatulus*), rivierdonderpad (*Cottus gobio*)

Begeleidend: driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*).

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kleine watersalamander (*Trituris vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: grote gele kwikstaart en waterspreeuw

Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), berrmpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Langzaam stromende bovenloopjes

Bedreigingen en beheer

Door het constante stromingspatroon en de constante (koude) temperatuur van deze beken komen er een aantal zeer bijzondere en gevoelige soorten voor. De belangrijkste bedreigingen voor deze beken worden gevormd door verdroging en vervuiling. Om de continue voeding te herstellen of te handhaven zijn het beperken of stopzetten van eventueel aanwezige grondwateronttrekkingen, waterretentie en het bevorderen infiltratie belangrijke beheersmaatregelen (zie §9.1). Vervuiling en verrijking door lozingen, en landbouwactiviteiten moeten worden voorkomen. De

aanplant van bufferstroken in de vorm van houtwallen op plaatsen waar de beek door open gebied stroomt kan deze beïnvloeding verminderen en de natuurlijkheid vergroten. Het onderhoud van de watergang is beperkt, door stroming en beschaduwing is er weinig plantengroei.

7.5 Streefbeeld snelstromende bovenlopen (Bo_{ss})

Snelstromende bovenlopen worden aangetroffen in sprengen- of bronbeken aan de randen van het Veluwemassief. Ze onderscheiden zich van de bronbeken doordat ze meer benedenstrooms gelegen zijn in de (drainerende) beekgedeelten met een geringer verval. Afwisselend zijn ze gelegen in bosgebied en open cultuurland. Door de hoge stroomsnelheden bestaat het substraat grotendeels uit zand en grind, plaatselijk worden ook organische structuren (blad en takken) aangetroffen. De beken zijn deels gelegen in loofbos en de oevers zijn begroeid met els, in de open gedeelten is de oever begroeid met ruigtekruiden. De beekloop is zwak tot matig kronkelend. Kenmerkende macrofaunasoorten zijn aangepast aan de snelle stroming, voorbeelden zijn larven van kriebelmugjes (Simuliidae), kokerjufferlarven met verzwaarde kokertjes zoals *Goera pilosa* en *Silo nigricornis* maar ook haften en steenvliegen zoals *Baetis vernus* en *Nemoura* sp. De vegetatie is door de sterke stroming en beschaduwing beperkt tot een aantal lichte plekken en weinig soorten. Onder zwak gebufferde omstandigheden komen lokaal plukken teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*) voor. Onder meer gebufferde omstandigheden worden doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), bronmos (*Fontinalis antipyretica*), vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) en haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*) verwacht. De waterkwaliteit van deze beken is goed, oligo- tot β -mesosaproob met lage tot matige fosfaatgehalten.

In deze beken kunnen stromingsminnende vissoorten zich optimaal ontwikkelen. Soorten als het biermpje en de beekprik komen in deze beken plaatselijk voor, elrits en beekforel zijn belangrijke doelsoorten.

Landschappelijke ligging

Afwisselend in de open landbouwgebieden en bosgebieden aan de randen van het Veluwemassief. Deze beektrajecten komen voor op de meer benedenstrooms gelegen (drainerende) delen van de beek

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Snelstromende bovenlopen van bron-, sprengen- of laaglandbeken

Stroming

Snelstromend, kwelgevoed, > 30 cm/s. Betrekkelijk constante stroming, geen stagnatie of droogval.

Structuren

Deze beken zijn licht tot sterk meanderend, ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is gevarieerde oever met een structuurrijke begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 50% van de totale oeverlengte). De beekbodem is gevarieerd met de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte tot matige vegetatiebedekking als gevolg van de sterke stroming.

Stoffen

Fosfaat laag, nitraat matig tot hoog, oligo-β-mesosaproob met en goede zuurstofhuishouding.

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|-------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | >30 |
| pH | 6.5 – 7.5 |
| EGV $\mu\text{S/cm}$ | <200 |
| Breedte (m) | 1 - 3 |
| Diepte (m) | 0.10 – 0.30 |
| t-P (mgP/l) | < 0.1 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.5 |
| O ₂ (%) | 80 – 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 2 |

Soorten:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Agapetus fuscipes, Atractides nodipalpis, Baetis vernus, Dolichopeza albipes, Empididae, Enoicyla pusilla, Eukiefferiella brevicar, Goera pilosa, Halesus digitatus, Halesus radiatus, Hydropsyche angustipennis, Hydropsyche pellucidula, Hygrobatas nigromaculatus, Ironoquia dubia, Limnephilus centralis, Limnephilus extricatus, Limnesia fulgida, Micropterna sequax, Nemoura avicularis, Orectochilus villosus, Ormosia sp, Paraphaenocladus pseudirritus agg, Pedicia sp, Rheocricotopus atripes, Sialis fuliginosa, Silo nigricornis, Stenophylax permistus, Succinea sp, Tanypus punctipennis, Tipula sp

Kentaxa streefbeeld overige Nederlandse beken

Amphinemura standfussi, Cercion sp, Cricotopus brevipalpis, Dictya pictipes, Eukiefferiella discoloripes, Hydrobaenus pilipes, Micropsectra gr recurvata, Micropsectra spec sterkelse aa, Nemoura cambrica, Paratendipes nudisquama, Pylaria gr nemoralis, Sperchonopsis verrucosa, Thyas dirempta, Thyas sp, Tiphys ensifer

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Chironomus gr thummi, Culex sp, Dero digitata, Dina lineata, Dugesia polychroa, Eiseniella tetraedra, Eukiefferiella discoloripes agg, Haemopsis sanguisuga, Helophorus aequalis, Hemiclepsis marginata, Hydrometra stagnorum, Hydroporus erythrocephalus, Ironoquia dubia, Macropelopia nebulosa, Nais communis, Odontomesa fulva, Paratendipes gr albimanus, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis

planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Procladius sp, Psectrotanypus varius, Radix ovata, Rhantus suturalis, Tanypus kraatzi, Tubifex tubifex

Water- en oeervegetatie:

Kenmerkend: vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) en grote waterranonkel (*Ranunculus peltatus* var. *heterophyllus*)

Begeleidend: haaksterkroos (*Callitriche hamulata*), kleine egelskop (*Sparganium emersum*), brede waterpest (*Elodea canadensis*) en gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*)

Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), bermpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoonig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: grote gele kwikstaart, ijsvogel, waterspreeuw

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Snelstromende bovenloopjes of -lopen

Bedreigingen en beheer

Deze beken worden bedreigd door ontwatering en drainage van de omliggende gronden. Hierdoor wordt de afvoer van de beek verminderd en kunnen sterke fluctuaties optreden (piekafvoeren). Daarnaast is ook beïnvloeding van de waterkwaliteit door de landbouw een belangrijke bedreiging. De morfologie van deze beken laat vaak te wensen over en kan worden verbeterd door de beek de ruimte te geven. Het stimuleren van de morfodynamiek in combinatie met de aanleg van bufferzones kan de ecologisch kwaliteit van deze beken sterk verhogen.

7.6 Streefbeeld half-natuurlijke bovenlopen (Bo_{hn})

Algemene karakterisering

Deze beken zijn gelegen in afwisselend natuurgebied en cultuurlandschap. Ze stromen matig en de variatie in stroomsnelheid gedurende het jaar kan betrekkelijk groot zijn. Stagnantie en droogval komt echter niet voor. De stroomsnelheid kan op de smallere trajecten van de beek hoog zijn. Hierdoor is de variatie in het stroombed groot, grind en kale zandsubstraten worden afgewisseld door ondergedoken waterplanten, bladpakketten en detritusbankjes. Door de afwisselende ligging in open en beschaduwde gebied worden veel waterplanten aangetroffen zoals klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldi*) gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*) en

haaksterrekroos (*Callitriche hammulata*). Draadwieren en drijfslagen van kroos wijzen op verstoring en worden in het streefbeeld niet aangetroffen. De oevers zijn afwisselend begroeid met bomen zoals els, berk, beuk, eik en in de open gedeelten met ruigtekruiden. Dominantie van brandnetel op de oevers is ongewenst. De waterkwaliteit is goed, beïnvloeding vanuit de landbouw leidt tot matig voedselrijke omstandigheden. Fosfaat is laag, nitraat is matig tot hoog, ammoniumgehalten wijzen op oligo- β -mesosaprobe wateren. Een goede indicator voor landbouwkundige beïnvloeding is chloride, de invloed vanuit de landbouw is vaak zichtbaar in verhoogde chloride- of EGV-gehalten. De macrofauna van deze beken is divers en heeft een hogere soortenrijkdom dan de meer bovenstrooms gelegen delen en de snelstromende beken. Dominant is de vlokreeft *Gammarus pulex*, kenmerkend zijn soorten van stromende wateren met veel vegetatie. Op deze benedenstroomse trajecten kunnen op plaatsen waar grondwater uittreedt lokaal bijzondere soorten worden aangetroffen zoals de platworm *Polycelis felina*.

Landschappelijke ligging

Deze beken zijn gelegen op de meer benedenstroomse, drainerende beektrajecten in afwisselend open agrarisch gebied en bosgebied.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Kwel- en regenwatergevoede bovenlopen.

Stroming

Kwel- en regenwatergevoed, matig stromend (20-50 cm/s). Constante stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie en droogval

Structuren

De beken zijn licht tot sterk meanderend en ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen/bladpakketten) op de beekbodem. In open gebied (maximaal 50% van de totale oeverlengte) bestaat de oevervegetatie uit ruigtekruiden. In de overige delen is de oever structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van bomen of struweel (minimaal 50% van de totale oeverlengte). De beekbodem is gevarieerd in structuur met substraten zand, grind, blad, hout en slib. In de open delen komt een rijke waterplantengemeenschap voor met soorten als klein fonteinkruid en stomphoekig sterrekroos.

Stoffen

Deze beken hebben een matige voedselrijkdom, fosfaat laag en nitraat matig-hoog. Oligo- β -mesosaproob, oligo- mesoionisch.

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|-----------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | 20 - 50 |
| pH | 6.5 - 7.5 |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 200 |
| Breedte (m) | 2.1 (1.3 - 6) |
| Diepte (m) | 0.2 (0.1 - 0.5) |
| t-P (mgP/l) | < 0.1 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.1 |
| O ₂ (%) | 80 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 2 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Apsectrotanypus trifascipennis, Aquarius najas, Athripsodes cinereus, Conchapelopia melanops, Dicranota bimaculata, Diplocladius cultriger, Endochironomus gr dispar, Enoicyla pusilla, Ephemera danica, Eusimulium gr aureum, Hydroporus nigrita, Limnephilus decipiens, Limnesia koenikei, Lype phaeopa, Mystacides azurea, Notidobia ciliaris, Paramerina cingulata, Potamophylax rotundipennis, Pyrrhosoma nymphula, Sigara distincta, Silo nigricornis, Stictotarsus duodecimpustulatus, Tinodes assimilis

Storingsindicatoren

Anopheles sp, Chironomus sp, Culex sp, Dero digitata, Dugesia polychroa, Eukiefferiella discoloripes agg, Haemopsis sanguisuga, Helobdella stagnalis, Hydroporus erythrocephalus, Musculium lacustre, Nais communis, Paratendipes gr albimanus, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Proasellus meridianus, Procladius sp, Psectrotanypus varius, Radix ovata, Tanypus kraatzi, Tubificidae

Water- en oevervegetatie:

Kenmerkend: gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*), klimopwaterranonkel (*Ranunculus hederaceus*), teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), waterviolier (*Hottonia palustris*)

Begeleidend: drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*), gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*), haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*)

Vissen:

Kenmerkend: elrits (*Phoxinus phoxinus*), rivierdonder-pad (*Cottus gobio*), beekprik (*Lampetra planeri*), bermpje (*Barbatula barbatulus*)

Begeleidend: driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*) en tiendoonig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kamsalamander (*Triturus cristatus*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), ringslang (*Natrix natrix*), rugstreeppad (*Bufo calamita*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: grote gele kwikstaart en ijsvogel

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Langzaam stromende bovenlopen

Bedreigingen en beheer

Ook voor deze beken is het ontwikkelen of handhaven van een zo natuurlijk mogelijke hydrologie essentieel. Verdroging door wateronttrekking een belangrijke bedreiging, daarnaast is het van belang om de versnelde waterafvoer en daarmee samenhangende afvoerfluctuaties te voorkomen. Hiervoor dient de drainage en ontwatering van landbouwgebieden te worden verminderd of stopgezet. Retentie van water in het stroomgebied is een belangrijk doel. Eutrofiëring en saprobiëring zijn een gevaar als gevolg van lozingen en landbouwactiviteiten. Lozingen moeten worden gesaneerd. Belangrijke maatregelen om de invloed van de landbouw te beperken zijn het aanleggen van bufferzones met beekbegeleidende vegetatie in de vorm van bomen. De beek krijgt in deze zone eveneens de ruimte om morfodynamische processen hun gang te laten gaan.

7.7 Streefbeeld kwelgevoede middenlopen (Mi_{kw})

Algemene karakterisering

Deze middenlopen zijn grotendeels gelegen in agrarisch gebied. De beken hebben geen echte bron maar worden min of meer diffuus gevoed door kwelwater en lokaal (jong) grondwater. Het zijn meest kleine beekjes die het gehele jaar door watervoerend zijn en stroming vertonen. De stroomsnelheden lopen in de smallere beekgedeeltes flink op. Op die plaatsen wordt een substraat van kaal zand of grind gevonden met een oevervegetatie van kleine watereppe (*Berula erecta*), fonteinkruiden zoals klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldi*) en sterrekroossoorten zoals gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*) en haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*). Indicatief voor eutrofiëring en daarom ongewenst zijn draadwieren en kroos. De macrofaunagemeenschap is betrekkelijk soortenrijk en indiceert kleine tot middelgrote, β-mesosaprobe, mesotrofe, licht- tot matig stromende wateren met een goede zuurstofhuishouding. Kenmerkende soorten zijn de beekschaaftenrijder *Aquarius (Gerris) najas* en de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*). Voorkomende vissen zijn bierpje en beekprik.

Landschappelijke ligging

In het beheersgebied worden deze beken aangetroffen in de lager gelegen agrarische gebieden op plaatsen waar kwelwater van de Veluwe aan het oppervlak komt.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Diffuus kwelwatergevoede beken in agrarisch gebied.

Stroming

Langzaam tot matig stromend; 10 tot 30 cm/s. Geen stagnantie en droogval (alleen in uitzonderlijke gevallen).

Structuren

Deze beken zijn licht tot matig meanderend, ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen/vegetatie) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerde met begeleidende vegetatie van bomen of struweel (minimaal 25% van de totale oeverlengte). De beekbodem vertoont ruime variatie in structuur met substraten zand, grind, submerse vegetatie en beperkt slib.

Stoffen

Deze beken zijn β -mesosaproob, hebben een lage trofiegraad, zijn β -meso-ionisch en hebben een goede zuurstofhuishouding.

Overzicht abiotiek

| Parameter | range |
|---|--------------|
| Stroomsnelheid (cm/s) | 10 - 30 |
| PH | 6.5 - 7.5 |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 250 |
| Breedte (m) | 1.3 - 5.7 |
| Diepte (m) | 0.03 - 0.5 |
| t-P (mgP/l) | < 0.1 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.5 |
| O ₂ (%) | 70 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1 |

Soorten:

Kentaxa streefbeeld beheersgebied

Aquarius najas, Brachycentrus subnubilus, Brachycercus harrisella, Brychius elevatus, Calopteryx splendens, Dryops luridus, Elmis aenea, Eusimulium angustipes, Halesus digitatus, Halesus radiatus, Hygrobatas longipalpis, Limnebius crinifer, Limnius volckmari, Lype phaeopa, Notidobia ciliaris, Orectochilus villosus, Polycelis felina, Proclleon bifidum, Wettina podagrica

Storingsindicatoren

Asellus aquaticus, Acricotopus lucens, Anopheles sp, Athripsodes aterrimus, Bithynia tentaculata, Callicorixa praeusta, Chironomus gr thummi, Clinotanytus nervosus, Corixa punctata, Cricotopus sylvestris agg, Culex sp, Dero digitata, Dugesia polychroa, Graptodytes pictus, Helochares lividus, Hemiclepsis marginata, Hydroporus erythrocephalus, Limnesia fulgida, Musculium lacustre, Nais communis, Notonecta glauca, Paratendipes gr albimanus, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Polypedilum gr nubeculosum,

Potamothrix hammoniensis, Proasellus coxalis, Proasellus meridianus, Procladius sp, Psectrocladius gr sordidellus/limbatellus, Radix ovata, Rhantus exsoletus, Rhantus suturalis, Sigara lateralis, Sphaerium sp, Stylaria lacustris, Tanypus kraatzi, Tubifex tubifex, Tubificidae, Viviparus coniectus

Water- en oevervegetatie:

Kenmerkend: dotterbloem (*Caltha palustris*), gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*), haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldii*), kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*), paarbladig fonteinkruid (*Groenlandia densa*), rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*), spits fonteinkruid (*Potamogeton acutifolius*), tener fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*), waterviolier (*Hottonia palustris*)

Begeleidend: stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*), brede waterpest (*Elodea canadensis*) en smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)

Vissen:

Kenmerkend: beekprik (*Lampetra planeri*), bierpje (*Barbatula barbatulus*), kopvoorn (*Leuciscus cephalus*), riviergrondel (*Gobio gobio*), serpeling (*Leuciscus leuciscus*), winde (*Leuciscus idus*)

Begeleidend: alver (*Alburnus alburnus*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*), kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*), snoek (*Esox lucius*), tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*), vetje (*Leucaspius delineatus*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: ijsvogel, grote gele kwikstaart, waterspreeuw

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kamsalamander (*Triturus cristatus*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), knoflookpad (*Pelobates fuscus*), meerkikker (*Rana ridibunda*), ringslang (*Natrix natrix*), rugstreppad (*Bufo calamita*)

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Snelstromende middenlopen

Bedreigingen en beheer

Deze beken worden meer diffuus gevoed door kwelwater en liggen in landbouwkundig gebied. Ook is voor deze beken het ontwikkelen of handhaven van een zo natuurlijk mogelijke hydrologie essentieel. Samenhangend met het landbouwkundig gebruik wordt het water in het stroomgebied meestal versneld afgevoerd. Retentie van water in het stroomgebied is daarom een belangrijk doel. Het beperken van de drainage en ontwatering van landbouwgronden is een belangrijke maatregel. Ook de eutrofiëring en saprobiëring als gevolg van lozingen en landbouwactiviteiten dient te worden verminderd. Lozingen moeten worden gesaneerd. Maatregelen om de invloed van de landbouw te beperken zijn het aanleggen van bufferzones met of zonder beekbegeleidende vegetatie in de vorm van bomen. De beïnvloeding wordt verminderd en de beek krijgt in deze zone eveneens de ruimte voor meer morfodynamiek.

7.8 Streefbeeld regenwatergevoede middenlopen (Mi_{re})

Algemene karakterisering

Deze beken zijn grotendeels gelegen in agrarisch gebied in de Gelderse Vallei. De beken worden hoofdzakelijk gevoed door regenwater en lokaal (jong) grondwater. In enkele gevallen worden ze daarnaast ook door kwelwater gevoed. Het zijn veelal kleine tot middelgrote beken die niet droogvallen. Ze worden vooral in de Gelderse Vallei aangetroffen maar kunnen ook in de rest van het beheersgebied voorkomen.

Voor de beken van dit type worden afhankelijk van de potenties drie streefbeelden onderscheiden, dit zijn de streefbeelden voor respectievelijk sloten, regenwatergevoede beken en kwelwatergevoede beken. Voor de regenwatergevoede beken worden weer drie tussenstreefbeelden onderscheiden. Een verbetering van de waterkwaliteit ten opzichte van de huidige situatie leidt tot een streefbeeld Mi_{re} -n (afname nutriënten en saprobie), een toename van de stroming leidt tot streefbeeld Mi_{re} -s. Een gecombineerde verbetering van zowel trofie en saprobie als stroming resulteert in tussenstreefbeeld Mi_{re} -sn. Uiteindelijk is het streefbeeld Mi_{re} de situatie waarin ook de morfologie van de beek is verbeterd. De verschillende streefbeelden zijn hieronder beschreven aan de hand van abiotische condities en soorten.

Tussenstreefbeeld Mi_{re} -n (afname nutriënten en saprobie)

In deze situatie is de waterkwaliteit verbeterd tot α -mesotroof, β -mesosaproob en b -meso-ionisch met een goede zuurstofhuishouding. De stroming is matig tot laag en stagnantie kan optreden. Door de lagere nutriëntengehalten krijgt de vegetatie meer kans zich te ontwikkelen en de waterplantengemeenschap is daardoor divers met diverse soorten fonteinkruiden zoals doorgroeid fonteinkruid. Op plaatsen waar kwelwater uittreedt kunnen soorten als waterviolier en dotterbloem voorkomen. De macrofaunagemeenschap is zeer divers en algemene soorten als slakken, bloedzuigers, platwormen en haften zijn belangrijke groepen. Het aandeel kokerjuffers en waterkevers neemt echter toe vergeleken bij de oude situatie, kenmerkende soorten zijn bijvoorbeeld een aantal keversoorten van het geslacht *Haliplus* zoals *H. fluviatilis*, *H. laminatus* en *H. wehnkei* en de kokerjuffers *Anabolia nervosa* en *Mystacides longicornis*. De platworm *Dendrocoelum lacteum* wijst ook op een verbetering van de waterkwaliteit. Er komen slechts weinig indicatoren voor stromend water voor.

Tussenstreefbeeld Mi_{re} -s (verbeterde stroming)

Bij een situatie met verbeterde stroming neemt de habitatdiversiteit in de beek sterk toe. De beekbodem bestaat uit een mozaïek van kaal zand, grind en vegetatierijke delen met beperkte sliedagen. Door de verbeterde stroming is ook de zuurstofhuishouding verbeterd. De macrofauna indiceert licht tot matig stromende, vegetatierijke wateren. Slakken, bloedzuigers, pissebedden en platwormen komen voor, echter deze zijn nooit dominant. Het aantal rheofiele of rheobionte soorten neemt sterk toe, dit zijn in eerste instantie de meer algemene en tolerante soorten van stromende wateren. Voorbeelden zijn de vedermuggenlarven *Prodiamesa olivacea*, *Conchapelopia* sp., *Apsectrotanytus trifascipennis*, en de vlokreeft *Gammarus pulex*.

Tussenstreefbeeld Mi_e -sn (afname nutriënten en saprobie en verbeterde stroming)

De gecombineerde verbetering van stroming en waterkwaliteit resulteert in een toename van de habitatdiversiteit. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de sturende werking van het water, anderzijds neemt via een hogere bedekkingsgraad van de waterplanten de structuur toe. Hierbij is een stijging van het aantal rheofiele soorten te verwachten die in het algemeen meer kritisch zijn ten aanzien van de waterkwaliteit dan de soorten uit streefbeeld Qs.

De echt kenmerkende soorten van natuurlijke beken zullen echter nog weinig worden aangetroffen omdat de structuur en inrichting van de beken nog te wensen overlaat.

Streefbeeld Mi_e (natuurlijkheid)

Het eindstreefbeeld voor de middenlopen van beken in de Gelderse Vallei lijkt sterk op de situatie vóór de grootscheepse beekverbeteringen in het gebied. Het is het beeld van een meanderende beek met begeleidende vegetatie die door het open gebied stroomt. De beek heeft de ruimte om periodiek buiten zijn oevers te treden en wordt geflankeerd door een brede natte zone waarin els en berk groeien. In deze situatie en wordt een diverse macrofaunagemeenschap aangetroffen die afhankelijk is van matige stroming en schoon, matig voedelijk water. Door de aanvoer van blad en takken is de beekbodem structuurrijk en is de habitatdiversiteit groot. Ook waterplanten komen veel voor met overwegend fonteinkruiden.

Landschappelijke ligging

In het beheersgebied worden deze beken aangetroffen in de laaggelegen delen in open agrarisch gebied.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Regenwatergevoede beken op zand- en veengrond in de laaggelegen delen van het beheersgebied.

Stroming

Langzaam tot matig stromend; 10 tot 50 cm/s. Geen stagnantie en droogval (alleen in uitzonderlijke gevallen).

Structuren

Het lengteprofiel van deze beken is in het streefbeeld licht tot sterk meanderend. Het dwarsprofiel is ondiep en micromeandering treedt op door structuren (blad takken) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van bomen of struweel (minimaal 25% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit een mozaïek van de substraten zand en/of grind, submerse vegetatie en beperkt slib.

Stoffen

Mi_{re}-n en Mi_{re}: β-mesosaproob, de trofie is matig, ze zijn β-meso-ionisch en hebben een goede zuurstofhuishouding.

Mi_{re}-s: α- tot β-mesosaproob, de trofie is hoog, β-meso-ionisch met een goede zuurstofhuishouding.

Overzicht abiotiek

| | Mi_{re}-n | Mi_{re}-s | Mi_{re}-sn en Mi_{re} |
|---|--------------------------|--------------------------|--|
| Parameter | range | range | range |
| Stroomsnelheid (cm/s) | 0 - 25 | 10 - 50 | 10 - 50 |
| pH | 6 - 7.5 | 6 - 7.5 | 6 - 7.5 |
| EGV μS/cm | < 350 | < 500 | < 350 |
| Breedte (m) | 1.5 - 5 | 1.5 - 5 | 1.5 - 5 |
| Diepte (m) | < 0.7 | < 0.4 | < 0.4 |
| t-P (mgP/l) | < 0.1 | < 0.3 | < 0.1 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.5 | < 1 | < 0.5 |
| O ₂ (%) | 70 - 120 | 70 - 120 | 70 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1 | < 2 | < 1 |

Soorten:

Stromingsindicatoren: tussenstreefbeeld Mi_{re}-s

Agabus didymus, Agabus paludosus, Apsectrotanypus trifascipennis, Conchapelopia melanops, Conchapelopia sp, Cricotopus bicinctus, Diplocladius cultriger, Gammarus pulex, Ilybius fuliginosus, Micropsectra sp, Nebrioporus depressus elegans, Odontomesa fulva, Prodiamesa olivacea, Simulium sp, Velia caprai

Indicatoren verbeterde trofie/saprobie: tussenstreefbeeld Mi_{re}-n

Anabolia nervosa, Dendrocoelum lacteum, Glyphotaelius pellucidus, Haliplus fluviatilis, Haliplus laminatus, Haliplus wehnkei, Hydroporus planus, Limnephilus lunatus, Limnephilus rhombicus, Microtendipes sp, Mystacides longicornis, Sialis lutaria, Sigara distincta

Kentaxa eindstreefbeeld Mi_{re} beheersgebied

Baetis sp, Dina lineata, Ironoquia dubia, Limnephilus extricatus, Nemoura cinerea, Rheotanytarsus sp

Soorten van eutrofe, saprobe en gekanaliseerde en genormaliseerde middenlopen

Acricotopus lucens, Agabus sturmii, Asellus aquaticus, Bithynia tentaculata, Callicorixa praeusta, Chironomus sp, Clinotanytus nervosus, Corixa punctata, Cricotopus sylvestris agg, Dero digitata, Dugesia polychroa, Eristalis sp, Erpobdella octoculata, Erpobdella testacea, Glossiphonia heteroclita, Glyptotendipes sp, Helobdella stagnalis, Helochares lividus, Hemiclepsis marginata, Hydroporus erythrocephalus, Hydroporus palustris, Limnesia fulgida, Musculium lacustre, Nais communis, Notonecta glauca, Paratendipes gr albimanus, Pisidium milium, Pisidium subtruncatum, Planorbis planorbis, Polycelis sp, Polypedilum gr nubeculosum, Potamothenis hammoniensis, Proasellus meridianus, Procladius sp, Psectrocladius gr sordidellus/limbatellus, Radix ovata, Rhantus exsoletus, Rhantus suturalis, Sigara

lateralis, Stylaria lacustris, Tanypus kraatzi, Tubifex tubifex, Tubificidae, Viviparus contectus

Water- en oeervegetatie:

Kenmerkend: doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) en tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*)

Begeleidend: schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*)

Vissen:

Kenmerkend: beekprik (*Lampetra planeri*), bierpje (*Barbatula barbatulus*), kopvoorn (*Leuciscus cephalus*), riviergrondel (*Gobio gobio*), serpeling (*Leuciscus leuciscus*), winde (*Leuciscus idus*)

Begeleidend: alver (*Alburnus alburnus*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*), kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*), snoek (*Esox lucius*), tiendoornig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*), vetje (*Leucaspius delineatus*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kamsalamander (*Triturus cristatus*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), knoflookpad (*Pelobates fuscus*), meerkikker (*Rana ridibunda*), ringslang (*Natrix natrix*), rugstreppad (*Bufo calamita*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: grote gele kwikstaart, ijsvogel

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Langzaam stromende middenlopen

Bedreigingen en beheer

De belangrijkste bedreigingen voor de ontwikkeling van deze middenlopen zijn eutrofiëring, slechte stromingscondities, kanalisatie en normalisatie. Bij de formulering van de tussenstreefbeelden komen deze aspecten ook naar voren. Ook regulier beheer kan een knelpunt vormen voor de ontwikkeling. Schoning van de beek veroorzaakt een telkens terugkerende verstoring van de levensgemeenschap. Om de belasting met eutrofiërende stoffen terug te dringen zijn ingrijpende maatregelen nodig. Uit- en afspoeling van meststoffen vanuit de landbouw kan worden verminderd door de aanleg van bufferzones langs de beek (paragraaf 9.3) of door een algehele vermindering van de mestgift. De resultaten hiervan zullen naar verwachting pas op langere termijn zichtbaar worden. Bij een verbetering van de stromingscondities zullen de resultaten naar verwachting reeds op kortere termijn (een tot enkele jaren) zichtbaar zijn. Een gelijktijdige verbetering van de stroming en een toename in de variatie van het dwars- en lengteprofiel van een beek zal naar verwachting het grootste rendement opleveren. Versmalling van het profiel door bijvoorbeeld de aanleg van een accoladeprofiel met micromeandering in de bedding kan zowel de stroming als de structuur van de beekbodem verbeteren. De aanleg van een houtwal op de zuidoever heeft beschaduwing en input van organisch materiaal in

ten gevolg. Beschaduwning remt de groei van waterplanten en ruigtekruiden waardoor het beheer van de watergang verminderd kan worden. Om een continue afvoer van de beek te verkrijgen moet versnelde afvoer worden tegengegaan en de eventueel aanwezige kwel zoveel mogelijk worden benut. Toename van de voeding met kwelwater heeft eveneens een positief effect op de waterkwaliteit.

Bij het periodieke onderhoud van de beek verdient het her en der laten staan van een pluk vegetatie de voorkeur. Hierdoor wordt variatie in structuur gehandhaafd en vinden macrofauna en vissen beschutting.

7.9 Streefbeeld benedenlopen (Be)

Algemene karakterisering

De benedenlopen van de beken in het beheersgebied variëren van matig brede en matig diepe tot brede en diepe wateren. Ze worden gevoed door beken en sloten die het omringende agrarische gebied afwateren.

Voor de benedenlopen in het gebied zijn net als bij de middenlopen verschillende streefbeelden onderscheiden. Afhankelijk van de potenties zijn dit kanalen, kanaalbeken en benedenlopen. Bij de benedenlopen worden eveneens twee tussenstreefbeelden onderscheiden. Hierbij zijn trofie en saprobie (Be-n) en stroming (Be-s) ten opzichte van de huidige situatie verbeterd. Veel van de kensoorten voor de beide tussenstreefbeelden zijn dan ook gelijk. Bij het uiteindelijke streefbeeld voor benedenlopen zijn ook morfologische aspecten verbeterd en is de stroming meer constant en sterker.

Tussenstreefbeeld Be-n (afname nutriënten en saprobie)

In deze situatie is de waterkwaliteit van de benedenlopen verbeterd tot matige fosfaat- en nitraatgehalten, β -mesosaprob en meso-ionisch met een goede zuurstofhuishouding. De stroming is nog steeds laag tot matig en stagnantie kan optreden. Deze beken hebben een goed ontwikkelde waterplantengemeenschap met diverse soorten fonteinkruiden zoals doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*). De macrofaunagemeenschap is zeer divers, slakken, bloedzuigers, platwormen en haften zijn belangrijke groepen. Er worden nog weinig stromingsminnende soorten aangetroffen, veel soorten zijn kenmerkend voor waterplantenrijke stilstaande of langzaamstromende wateren. De verbetering van de waterkwaliteit blijkt uit een relatieve afname van Oligochaeten en soorten als de haften *Ceanis horaria* en *Cloeon dipterum*. Soorten als de waterkever *Stictotarsus duodecimpustulatus* en de waterjuffer *Pyrrhosoma nymphula* nemen juist in abundantie toe.

Tussenstreefbeeld Be-s (verbeterde stroming)

De macrofauna van deze beken indiceert licht tot matig stromende, grote en vegetatierijke wateren. De in de oude situatie dominante groepen slakken, bloedzuigers, pissebedden en platwormen komen nog wel voor, echter deze zijn niet meer dominant. Bij een situatie met verbeterde stroming neemt het aandeel

stromingsminnende taxa toe. In eerste instantie zijn dit de meer algemene taxa van licht tot matig stromende wateren. Voorbeelden hiervan zijn de vedermuggenlarve *Apsectrotanypus trifascipennis*, de haft *Centroptilum luteolum*, de kokerjuffer *Hydropsyche angustipennis* en de vlokreeft *Gammarus pulex*. De beekbodem bestaat uit afwisselend zand, vegetatierijke delen en beperkte sliblagen. Door de verbeterde stroming is ook de zuurstofhuishouding verbeterd, lage zuurstofgehalten komen niet meer voor.

Tussenstreefbeeld Be-sn (afname nutriënten en saprobie en verbeterde stroming)

De gecombineerde verbetering van stroming en waterkwaliteit resulteert in een toename van de habitatdiversiteit. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de sturende werking van het water, anderzijds neemt via een hogere bedekkingsgraad van de waterplanten de structuur toe. Hierbij is een stijging van het aantal rheofiele soorten te verwachten die in het algemeen meer kritisch zijn ten aanzien van de waterkwaliteit dan de soorten uit streefbeeld Be-s.

De echt kenmerkende soorten van natuurlijke beken zullen echter nog weinig worden aangetroffen omdat de structuur en inrichting van de beken nog te wensen overlaat.

Streefbeeld Be (natuurlijkheid)

In de meer natuurlijke situatie is de beek meanderend met een natuurlijk dwarsprofiel. De stroming is langzaam tot matig en vertoont een duidelijke seizoensfluctuatie, met de laagste stroomsnelheden gedurende het zomerhalfjaar. In de winter kan de beek tijdens natte perioden buiten zijn oever treden. De waterkwaliteit is goed, fosfaat en nitraat laag tot matig, β -mesosaproob en het water is zuurstofrijk en helder (doorzicht > 50 cm). Onder deze omstandigheden kan de vegetatie zich goed ontwikkelen. Er wordt dan ook een soortenrijke gemeenschap aangetroffen met soorten als doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en brede waterpest (*Elodea canadensis*). Langs de oever komen pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*), zwanebloem (*Butomus umbellatus*) en egelskop (*Sparganium erectum*) voor. Kenmerkende macrofaunasoorten van deze benedenlopen zijn de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*), zwanemosselen (*Anodonta* sp.), de slak (*Ancylus fluviatilis*), een aantal kokerjuffers zoals *Cyrnus flavidus* en *Mystacides azurea* en de haft *Ephemera vulgata*.

Landschappelijke ligging

In de lager gelegen gedeelten in open agrarisch gebied.

Abiotische en biotische kenmerken:

Systeemvoorwaarden

Benedenlopen van beken in de laagste delen van het beheersgebied

Stroming Be-s en Be:

Langzaam tot matig stromend (10 - 30 cm/s). Continue stroming gedurende het gehele jaar, geen stagnantie

Structuren Be:

Deze beken hebben een licht tot matig meanderend lengteprofiel. Het dwarsprofiel is gevarieerd met een ondiepe binnenbocht en een matig diepe tot diepe buitenbocht. De oever is onregelmatige en structuurrijk, zodat ruime mogelijkheden aanwezig zijn voor vegetatie-ontwikkeling. Daardoor wordt een gevarieerde oever met afwisselend ruigtekruiden en bomen of struweel. De beekbodem is structuurrijk en bevat de substraten zand, slib en ondergedoken waterplanten.

Stoffen

Be-n en Be: β -mesosaproob, nitraat matig, fosfaat matig, zuurstofverzadiging 70 – 120 %
Be-s: a-mesosaproob nitraat hoog, fosfaat matig-hoog, zuurstofverzadiging 70 – 120 %

Overzicht abiotiek

| | Be-n | Be-s | Be-sn/Be |
|---|--------------|--------------|-----------------|
| Parameter | range | range | range |
| Stroomsnelheid (cm/s) | 0 - 25 | 10 - 50 | 10 - 50 |
| pH | 7 - 8 | 7 - 8 | 7 - 8 |
| EGV $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 400 | < 550 | < 400 |
| Breedte (m) | 1.5 - 10 | 1.5 - 10 | 1.5 - 10 |
| Diepte (m) | 0.4 - 1.2 | 0.4 - 1.2 | 0.4 - 1.2 |
| t-P (mgP/l) | < 0.2 | < 0.3 | < 0.2 |
| NH ₄ ⁺ -N (mgN/l) | < 0.5 | < 2 | < 0.5 |
| O ₂ (%) | 70 - 120 | 70 - 120 | 70 - 120 |
| NO ₃ ⁻ (mgN/l) | < 1.5 | < 2 | < 1.5 |

Soorten (indicatoren)

Macrofauna:

Stromingsindicatoren: tussenstreefbeeld Be-s

Acroloxus lacustris, Apsectrotanypus trifascipennis, Centropilum luteolum, Demicyptochironomus vulneratus, Dicotendipes gr nervosus, Gammarus pulex, Heptagenia flava, Hydropsyche angustipennis, Microtendipes pedellus, Mystacides nigra, Neureclepsis bimaculata, Paracladopelma camptolabis agg, Psectrocladius limbatellus, Stictotarsus duodecimpustulatus, Tinodes waeneri, Unio pictorum

Indicatoren verbeterde trofie/saprobie-: tussenstreefbeeld Be-n

Ablabesmyia monilis, Aeshna cyanea, Arrenurus sinuator, Chaoborus flavicans, Corynoneura gr scutellata, Endochironomus tendens, Halipus flavicollis, Holocentropus picicornis, Hydrodroma despiciens, Limnesia koenikei, Mystacides azurea, Nais communis, Peltodytes caesus, Piona alpicola, Piona conglobata, Pisidium amnicum, Pyrrhosoma nymphula, Sigara distincta, Sigara falleni/longipalis, Stictotarsus duodecimpustulatus, Succineidae

Kentaxa streefbeeld Be beheersgebied

Ancylus fluviatilis, Brychius elevatus, Calopteryx splendens, Cyrnus flavidus, Ephemera vulgata, Epoicocladus flavens, Erythromma najas, Gammarus roeselii, Gerris argentatus, Halesus digitatus, Hygrobatas longipalpis, Hygrobatas

nigromaculatus, Mystacides azurea, Neumania sp, Orectochilus villosus, Oxyethira sp, Paracladius conversus, Paracladopelma laminata, Platycnemis pennipes, Psectrocladius sordidellus, Sigara fossarum, Somatochlora metallica

Kensoorten streefbeeld Be die elders zijn aangetroffen

Anobolia brevipennis, Heptagenia sulphurea, Hydrodroma torrenticola, Limnebius nitidus, Orconectes limosus, Oxus ovalis, Panisus torrenticolus, Paratanytarsus inopertus, Paroecetis struckii, Piona ambigua, Potamophilus sp, Psectrocladius obivus, Thyopsis cancellata, Tubificoides sp

Soorten van eutrofe, saprobe en gekanaliseerde en genormaliseerde benedenlopen

Agabus sturmii, Acricotopus lucens, Anisus vortex, Arrenurus sinuator, Bithynia tentaculata, Caenis horaria, Caenis robusta, Chironomus sp, Clinotanytus nervosus, Cloeon dipterum, Cricotopus gr sylvestris, Dugesia polychroa, Dugesia sp, Eristalis sp, Erpobdella octoculata, Gammarus tigrinus, Glossiphonia heteroclita, Glyptotendipes sp, Gyraululus albus, Helobdella stagnalis, Hemicleipsis marginata, Hygrotus inaequalis, Hygrotus versicolor, Laccophilus hyalinus, Laccophilus minutus, Limnesia fulgida, Limnesia undulata, Limnodrilus hoffmeisteri, Lymnaea stagnalis, Musculium lacustre, Nais communis, Notonecta glauca, Parachironomus gr arcuatus, Polycelis nigra, Polypedilum gr bicrenatum, Polypedilum gr nubeculosum, Potamothenis hammoniensis, Psectrocladius gr sordidellus/limbatellus, Sigara falleni, Sigara striata, Stylaria lacustris, Tubificidae, Valvata cristata, Valvata piscinalis, Xenopelopia sp

Water- en oevervegetatie:

Kenmerkend: doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), grote egelskop (*Sparganium erectum*), kleine egelskop (*Sparganium emersum*), pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*), rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*) en zwanebloem (*Butomus umbellatus*)

Begeleidend: schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*)

Vissen:

Kenmerkend: beekprik (*Lampetra planeri*), bermpje (*Barbatula barbatulus*), kopvoorn (*Leuciscus cephalus*), riviergrondel (*Gobio gobio*), serpeling (*Leuciscus leuciscus*), winde (*Leuciscus idus*)

Begeleidend: alver (*Alburnus alburnus*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), driedoornig stekelbaarsje (*Gasterosteus aculeatus*), kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*), snoek (*Esox lucius*), tiendoonig stekelbaarsje (*Pungitius pungitius*), vetje (*Leucaspis delineatus*)

Amfibieën en reptielen:

bruine kikker (*Rana temporaria*), gewone pad (*Bufo bufo*), groene kikker (*Rana esculenta*), heikikker (*Rana arvalis*), kamsalamander (*Triturus cristatus*), kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*), knoflookpad (*Pelobates fuscus*), meerkikker (*Rana ridibunda*), ringslang (*Natrix natrix*), rugstreppad (*Bufo calamita*)

Vogels:

Foerageerplaats voor: ijsvogel

Overeenkomstig landelijk natuurdoeltype: Langzaam stromende benedenlopen

Bedreigingen en beheer

De waterkwaliteit van de benedenlopen wordt in sterke mate beïnvloed door lozingen van huishoudelijk afvalwater. In veel gevallen zijn het dan ook sterk eutrofe en saprobe systemen. Om de waterkwaliteit te verbeteren dienen deze lozingen te worden gesaneerd. Ook vanuit de landbouw is een grote aanvoer van eutrofiërende stoffen plaats, de aanleg van bufferstroken langs de beek (ook met name bovenstrooms) kan deze invloed terugdringen. Door versnelde afvoer van water treedt een onregelmatige afvoerpatroon op (piekafvoeren en stagnantie). Dit belemmert de ontwikkeling van een stromend-water gemeenschap. Waterretentie in het brongebied kan dit afvoerpatroon regelmatig doen verlopen. De inrichting van de benedenlopen is vaak weinig natuurlijk, het aanleggen van structuurrijke oevers en het versmallen van het profiel kan de habitatdiversiteit sterk doen toenemen. Een verbeterde ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten vergroot eveneens de habitatdiversiteit en structuur van een beek.

Het beheer van de benedenlopen bestaat uit het periodiek verwijderen van de vegetatie, voor de levensgemeenschap betekent dit een sterke verstoring, want om een (tussen)streefbeeld te halen zijn eerder bepaalde onderhoudsmaatregelen e.d. nodig. Het her en der laten staan van plukken vegetatie verdient de voorkeur. Hierdoor vinden macrofaunasoorten en vissen substraat en beschutting om zich in de beek te kunnen handhaven en wordt een te sterke erosie van de beekbodem tegengegaan.

8 Ontwikkelingsreeksen

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens voor bronnen en sprengkoppen, bovenlopen van spreng- en bronbeken, middenlopen en de benedenlopen ontwikkelingsreeksen besproken. Een ontwikkelingsreeks geeft de ontwikkeling van een beek weer van de situatie met de slechtste ecologische kwaliteit tot aan het streefbeeld. Hiertussen liggen vaak een aantal tussenstations die als ijkpunten kunnen fungeren bij de monitoring en evaluatie van beekherstelprojecten. De ontwikkelingsreeksen komen overeen met de reeksen die reeds eerder zijn gepresenteerd in het maatweb-rapport (Gerritsen, *et al.*, 1996). Op een aantal punten zijn de oorspronkelijke reeksen aangepast aan de hand van nieuwe inzichten en ervaringen opgedaan bij het gebruik van het maatweb. De vijf oorspronkelijke ontwikkelingsreeksen zijn nu teruggebracht naar vier. In de praktijk betekent dit dat ontwikkelingsreeks 2 (spreng- en bronbeken) en 3 (bovenlopen) nu zijn samengevat in de ontwikkelingsreeks “bovenlopen van spreng- en bronbeken”.

8.1 Ontwikkelingsreeks sprengkoppen en bronnen

Sprengkoppen worden aangetroffen verspreid over de Veluwe. Bronbeken zijn met name beperkt tot de zuid Veluwe op de overgang van stuwwal naar Rijndal. Deze beken worden aangetroffen in de monstergroepen C, O en S. In de volgorde C ? O ? S neemt de stroomsnelheid toe. Sprengkoppen uit de monstergroep L zijn slecht functionerende, organisch belaste systemen en kunnen zich na herstel ontwikkelen in de richting van een van de drie typen. Stagnerende sprengkoppen en bronnen (C) hebben een licht zuur venig karakter wat ze tot een eigen type maakt. Ze kunnen zich bij toename van de stroming eventueel ontwikkelen richting O of S.

Hieronder wordt een korte beschrijving van de monstergroepen gegeven:

Monstergroep L

De sprengkoppen en bronnen van monstergroep L zijn belaste, genormaliseerde systemen. De stroming is overwegend gering, de zuurstofgehalten zijn vrij laag en de mate van eutrofiëring is groot (fosfaat hoog, nitraat zeer hoog). Er is weinig tot geen kwelinvloed aanwezig. De voorkomende macrofaunasoorten zijn allen zeer algemeen, kenmerkend voor verontreinigde en meestal slibrijke milieus, en zijn bestand tegen sterke beïnvloeding van het leefmilieu.

C Stagnerende sprengkoppen en bronnen

De beken uit deze monstergroep zijn (licht) zuur, vertonen periodiek stagnantie en vallen in een aantal gevallen droog. Daarom is het een eigen type en komen er specifieke en zeldzame soorten voor. De macrofauna en vegetatie indiceert respectievelijk kwelvoeding en licht zure en droogvallende omstandigheden. In een aantal gevallen worden lage zuurstofgehalten gemeten.



Foto 6. Stagnerende sprengkop van de Heerdersprengen (monstergroep C).

O Schone sprengen

Dit type bestaat uit schone sprengkoppen en bovenloopjes van sprengbeken die goed functioneren. De stromingscondities en zuurstofgehalten zijn goed. Ook trofie- en saprobiegraad van deze beken is laag, met uitzondering van nitraat. In een aantal gevallen wordt het streefbeeld benaderd zoals in de sprengkop van de Eerbeekse beek te Eerbeek.

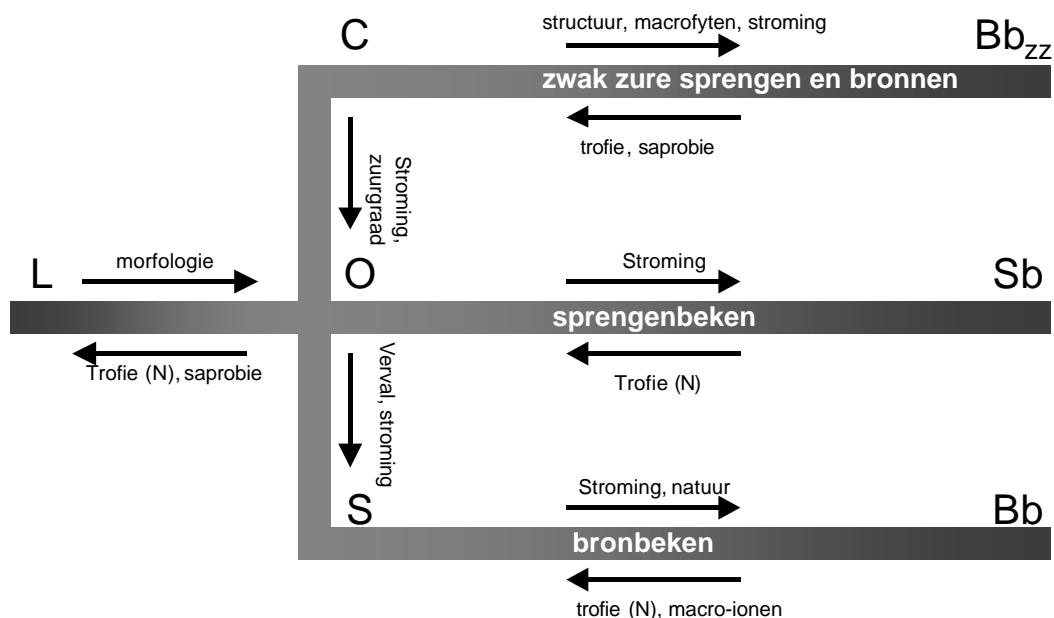
S Bronbeken

Bronbeken zijn vrijwel geheel beperkt tot de zuid Veluwe op de overgang van stuwwal naar Rijndal. Het zijn snelstromende beken met een groot verval. Hier worden zeer karakteristieke macrofaunasoorten aangetroffen die eveneens worden gevonden in de Limburgse heuvellandbeken. De waterkwaliteit is goed tot zeer goed, de inrichting laat nog vaak te wensen over. Veel van deze beken hebben een onnatuurlijke morfologie. Een beek als de Duno komt benedenstrooms uit in

vijverpartijen en is sterk beschoeid met een bodem van beton. Een aantal beken zoals de Seelbeek benaderd het streefbeeld.

Knelpunten

Knelpunten voor de ontwikkeling van de sprengkoppen en bronnen zijn beperkte stroming, slechte zuurstofhuishouding en saprobie (L en C), inrichting.



Figuur 8.1 Ontwikkelingsreeks sprengkoppen en bronnen

Ontwikkelingsreeks

De ontwikkelingsreeks van sprengkoppen en bronnen loopt van organisch belaste systemen (L) naar C, O, of S. Dit wordt bereikt door de organische belasting te verminderen en de stroming te verhogen. Eventueel is een meer natuurlijke morfologie sturend. Vanuit C kan ontwikkeling plaatsvinden naar O of S, bij een toename van de kwelvoeding. Deze richting hoeft niet per definitie een verbetering te betekenen C is namelijk een apart type dat onder natuurlijke omstandigheden ook voor kan komen. De streefbeelden voor de drie typen zijn respectievelijk zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb_{zz}), sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken (Sb), en bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb).

8.2 Ontwikkelingsreeks bovenlopen van sprengen- en bronbeken

In het beheersgebied worden bovenlopen met name aangetroffen in de monstergroepen L, G, M, I, A en P. Al deze bovenloopjes worden verspreid over de Veluwe aangetroffen. Voor verschillende bemonsteringsjaren worden combinaties van L/M, A/P, A/M, G/I en A/I aangetroffen. Hieruit blijkt dat de monstergroepen in elkaar over kunnen gaan bij veranderende omstandigheden. Gekozen is daarom

voor een ontwikkelingsreeks van bovenlopen met deze zes monstergroepen. Daarbij laat de volgorde L? G? M? I? A of P een oplopende kwaliteitsreeks zien. De bovenlopen in het gebied kunnen worden onderscheiden in drie basistypen. De matig stromende bovenlopen van monstergroep I, de meer natuurlijke bovenloopjes en bovenlopen met een constante stroming van monstergroep A en de snelstromende bovenlopen van monstergroep P. Beken uit de monstergroepen L, G en M zijn beïnvloede en genivelleerde varianten hiervan.

Hieronder wordt een korte beschrijving van de monstergroepen gegeven:

Monstergroep L

De bovenlopen van monstergroep L zijn belaste, genormaliseerde systemen die meest in agrarisch gebied zijn gelegen. De stroming is overwegend gering, de zuurstofgehalten zijn vrij laag en de mate van eutrofiëring is groot (fosfaat hoog, nitraat zeer hoog). Er is weinig tot geen kwelinvloed aanwezig. De voorkomende macrofaunasoorten zijn allen zeer algemeen, kenmerkend voor verontreinigde en meestal slibrijke milieus, en zijn bestand tegen sterke beïnvloeding van het leefmilieu.

Monstergroep G

Matig belaste en genormaliseerde bovenlopen en bovenloopjes. Hieronder vallen slecht functionerende sprengen en opgeleide trajecten van sprengbeken. Beeldbepalend is de ligging tussen weilanden in agrarisch gebied, vaak is er beekbegeleidende vegetatie en bosjes aanwezig. Nauwelijks tot geen kenmerkende macrofaunataxa.

Monstergroep M

Halfnatuurlijke bovenlopen en bovenloopjes van sprengen- en kwelbeken en laaglandbeken. Wordt gevonden in het gebied van de Hierdense beek en de Veldbeek. Deze beken zijn beperkt genormaliseerd, deels temporair en vegetatie-arm, afwisselend gelegen in weiland, bouwland en bosgebied. Fosfaat- en ammoniumgehalten wijzen op beïnvloeding door uitspoeling van meststoffen, de fauna indiceert stromende omstandigheden met soorten die organische belasting tolereren. Beperkt aantal typerende soorten.

Monstergroep I

Matig stromende bovenlopen van sprengbeken zijn klein, overwegend kwelgevoed en matig stromend, matig beschaduwd en weinig met waterplanten begroeid. Ze hebben vaak een normprofiel en zijn gelegen benedenstrooms van kweltrajecten en bos. De waterkwaliteit is over het algemeen redelijk tot goed, beter dan de beken uit monstergroepen G en M. De beekbodem bestaat overwegend uit zand met slib en waterplanten. Vergeleken met M is de morfologie van deze beken in het algemeen minder natuurlijk maar is de waterkwaliteit beter.

Monstergroep A

Kenmerkend voor de beken uit deze monstergroep is het constante stromingspatroon gedurende het jaar. Van de Oude beek (Beekbergen) is bijvoorbeeld bekend dat de hoogste afvoer gedurende het jaar slechts tweemaal de Q_{50} of mediane afvoer

bedraagt (pers. med. M. van der Hoorn, Alterra). Dit is het gevolg van een constante kwelstroom en is voor de macrofauna van groot belang. In sterk fluctuerende systemen met hoge piekafvoeren kan de macrofaunagemeenschap zich slecht ontwikkelen. In constant stromende systemen als de oude beek kunnen bijzondere soorten zich handhaven. Een voorbeeld hiervan is de recente vondst van de watermijt *Ljania bipappillata* in de oude Beek. Ook uit de Oude beek is de vangst van de elrits bekend. Dit is een van de weinige vindplaatsen buiten zuid-Limburg van deze vissoort.

Monstergroep P

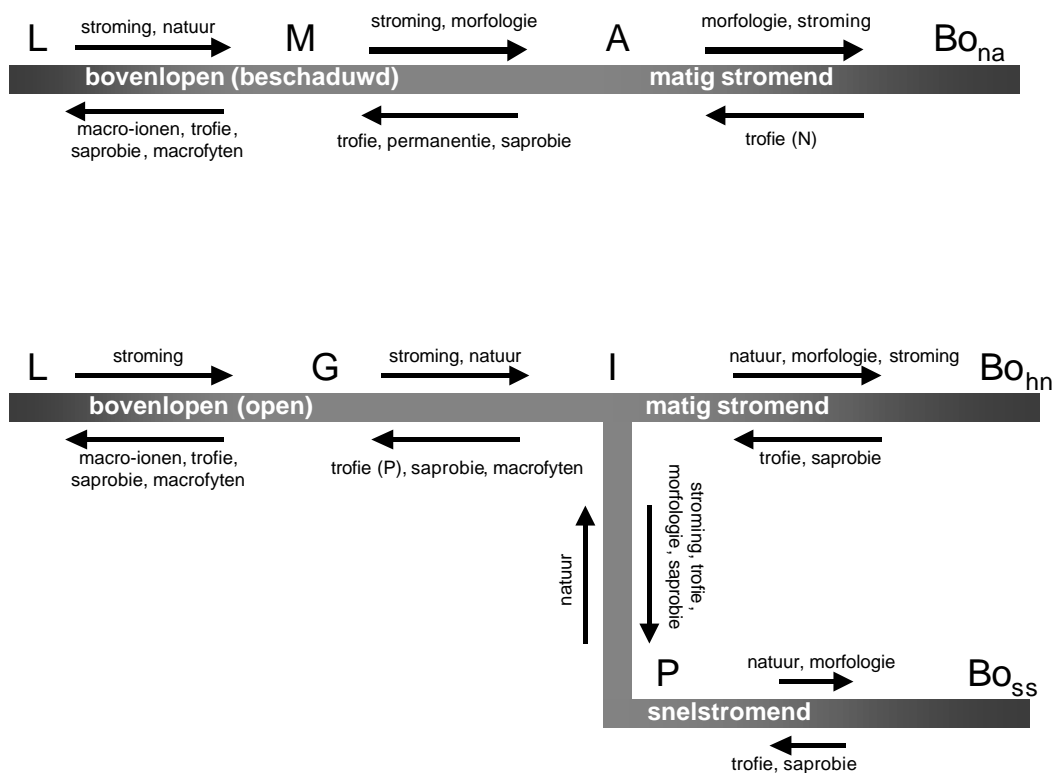
Monstergroep P bestaat uit snelstromende trajecten van bovenlopen van sprengbeken. Door de constante snelle stroming in combinatie met zand/grindbodems worden een aantal zeer karakteristieke rheofiele en rheobionte macrofaunasoorten gevonden en onderscheiden deze beken zich van de overige typen. Ze vertonen ook enige overeenkomst met de bronbeken (S) en op een aantal lokaties worden in verschillende jaren afwisselend S of P aangetroffen. Kenmerkend zijn kokerjuffers van de familie Goeridae (*Silo nigricornis* en *Goera pilosa*) en larven van kriebelmuggen (Simuliidae). De waterkwaliteit van deze beken laat in een aantal gevallen te wensen over, maar de hoge stroomsnelheden zijn sterk bepalend en zorgen voor een goede zuurstofhuishouding.

Knelpunten

Knelpunten voor de ontwikkeling van de bovenlopen in het beheersgebied zijn in eerste instantie stroming, saprobie, nutriënten en inrichting. Uit bovenstaande beschrijvingen komen deze aspecten reeds aan het licht, tussen monstergroepen en tussen monsterpunten binnen de monstergroepen zijn er echter duidelijke verschillen.

Ontwikkelingsreeks

De ontwikkelingsreeks van bovenlopen gaat van L naar G en M en van daaruit rechtstreeks of via I naar A en P. Vanuit L resulteert een afname van de organische belasting en een meer natuurlijk lengte- en dwarsprofiel in ontwikkeling richting monstergroep I. Wanneer de stroming dan een meer constant verloop krijgt gedurende het jaar kan ontwikkeling naar A optreden, snellere stroming kan ontwikkeling richting P bewerkstelligen. De streefbeelden voor de bovenlopen zijn respectievelijk natuurlijke bovenlopen (Bo_{na}), snelstromende bovenlopen (Bo_{ss}) en half-natuurlijke bovenlopen (Bo_{nn}).



Figuur 8.2 Ontwikkelingsreeks natuurlijke bovenlopen (beschaduwd) en half-natuurlijke bovenlopen (open)

8.3 Ontwikkelingsreeks middenlopen

In het beheersgebied worden middenlopen met name aangetroffen in de monstergroepen L, Q, en B. Monstergroep B heeft een duidelijk zwaartepunt in de noord-west Veluwe, Q wordt met name aangetroffen in de Gelderse vallei. Voor verschillende bemonsteringsjaren worden combinaties van Q/L, Q/B en B/L op een meetpunt aangetroffen. Hieruit blijkt dat de monstergroepen in elkaar over kunnen gaan bij veranderende omstandigheden op een meetpunt. Gekozen is daarom voor een ontwikkelingsreeks van middenlopen met deze drie monstergroepen. Daarbij laat de volgorde L ? Q ? B een oplopende kwaliteitsreeks zien. Hieronder wordt een korte beschrijving van de monstergroepen gegeven:

Monstergroep L

De middenlopen van monstergroep L zijn belaste, genormaliseerde systemen die meest in agrarisch gebied zijn gelegen. De stroming is overwegend gering, de zuurstofgehalten zijn vrij laag en de mate van eutrofiëring is groot (fosfaat hoog, nitraat zeer hoog). Er is weinig tot geen kwelinvloed aanwezig. De voorkomende macrofaunasoorten zijn allen zeer algemeen, kenmerkend voor verontreinigde en meestal slibrijke milieus, en zijn bestand tegen sterke beïnvloeding van het leefmilieu.

Monstergroep Q

Deze monstergroep bestaat uit matig belaste en genormaliseerde boven- en middenlopen, gelegen in agrarisch gebied. Het zijn veelal kleine, genormaliseerde beekjes die door stuwing en een beperkte watervoerdendheid in de zomer een stagnant karakter hebben. Ze komen in het gehele beheersgebied voor, maar vooral in de Gelderse Vallei. De waterkwaliteit is matig tot vrij slecht, wat zich uit in hoge concentraties aan eutrofiërende stoffen, een hoog EGV en soms lage zuurstofgehalten. De macrofauna indiceert weinig stromende, vegetatierijke, matig verontreinigde wateren. Slakken, bloedzuigers, pissebedden en platwormen kunnen in hoge aantallen voorkomen.

Monstergroep B

Monstergroep B bestaat uit matig stromende boven- en middenlopen. Ze zijn nagenoeg allen gelegen in agrarisch gebied op de NW-Veluwe en worden het gehele jaar door gevoed door kwelwater. De stroomsnelheden kunnen in de smallere beekgedeeltes redelijk oplopen. Op die plaatsen wordt een substraat van kaal zand gevonden met soms een oevervegetatie van kleine watereppe en sterrekroos. Indicatief voor eutrofiëring zijn draadwieren en kroos. Een aantal van deze beken is breder en heeft daardoor minder stroming en een bodem bedekt met een sliblaagje. De macrofaunagemeenschap kan zeer soortenrijk zijn en indiceert begroeide, licht- tot matig stromende wateren met een matig tot goede zuurstofhuishouding. De macrofauna wordt wat aantallen betreft bepaald door slakken en in mindere mate door kevers en muggenlarven.

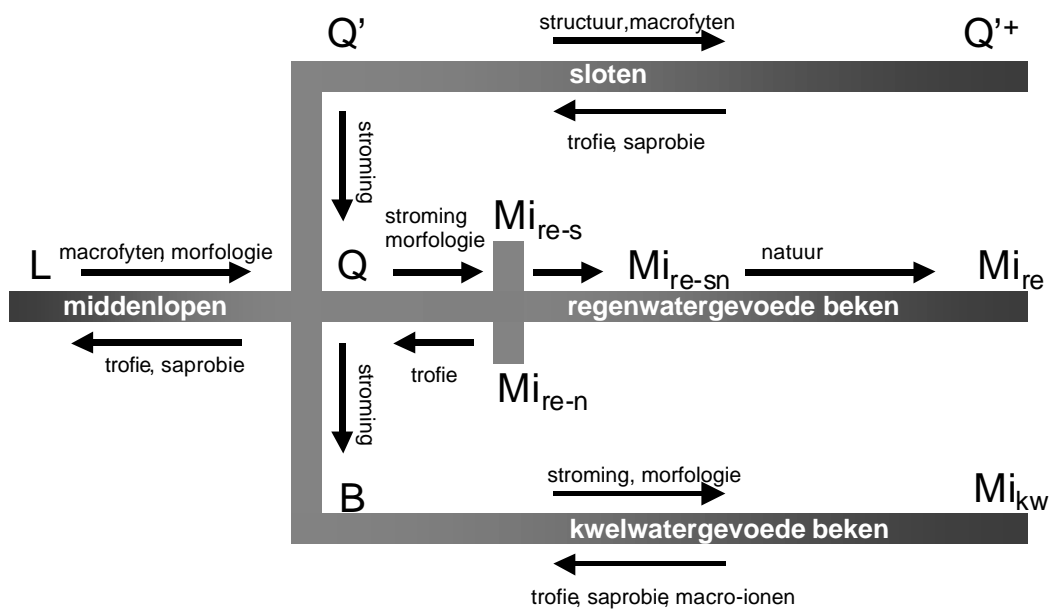
Knelpunten

Knelpunten voor de ontwikkeling van de middenlopen in het beheersgebied zijn in eerste instantie stroming, saprobie, nutriënten en inrichting. Uit bovenstaande beschrijvingen komen deze aspecten reeds aan het licht, tussen monstergroepen en tussen monsterpunten binnen de monstergroepen zijn er echter duidelijke verschillen.

Ontwikkelingsreeks

De ontwikkelingsreeks van de middenlopen in het beheersgebied is weergegeven in figuur 8.3. Middenlopen uit monstergroep L kunnen zich ontwikkelen tot monstergroep Q als de organische belasting en nutriëntengehalten worden verlaagd. Als gevolg hiervan en door een verbeterde inrichting neemt de vegetatiebedekking toe.

Vanuit monstergroep Q zijn verschillende ontwikkelingstrajecten mogelijk. De belangrijkste sturende variabele hierbij is de stroming en daarmee samenhangend de voeding van de beek. Indien de afvoer niet voldoende groot is om een continue stroming te kunnen handhaven en een stagnante situatie optreedt, is het systeem vergelijkbaar met een sloot (Q'). Ontwikkeling van een streefbeeld voor sloten valt buiten dit kader, echter duidelijk is dat nutriënten structuur en saprobie de belangrijkste knelpunten zullen zijn.



Figuur 8.3. Ontwikkelingsreeks middenlopen.

Indien de afvoer wel voldoende groot is om een continue stroming te kunnen handhaven is het streefbeeld afhankelijk van het soort voeding van de beek. Overwegend regenwatergevoede beken hebben een streefbeeld Mi_{re} , wat ten opzichte van Q lagere nutriëntengehalten en saprobie en een hogere constante stroomsnelheid heeft. Aanpassing van het dwarsprofiel kan daarbij belangrijk zijn om enerzijds de stroomsnelheid te verhogen (smaller) en anderzijds een meer natuurlijke morfologie (structuur) te creëren.

Kwelgevoede beken met een matige stroming (monstergroep B) ontwikkelen zich tot het streefbeeld Mi_{kw} indien de constant stroming toeneemt en de beïnvloeding in de vorm van nutriëntengehalten en saprobie afnemen. Voor een aantal van deze beken zal hiervoor een aanpassing van het dwarsprofiel nodig zijn.

8.4 Ontwikkelingsreeks benedenlopen

De benedenlopen van beken worden samen met kanalen en kanaalbekken aangetroffen in de monstergroepen U en N. Veel van de wateren in monstergroep U worden aangetroffen in de provincie Utrecht en de Gelderse Vallei. Het zijn brede, diepe systemen die sterk worden beïnvloed door uitspoeling van meststoffen en in een aantal gevallen door lozingen. De macrofaunagemeenschap indiceert grote, euhypertofe, organisch belaste systemen. Een kenmerkende soort voor de kwalitatief betere beken uit dit type is de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*). Deze soort is afhankelijk van een goede zuurstofhuishouding en daarmee een goede indicator voor de ecologische kwaliteit. Het verschil tussen beide monstergroepen is niet eenduidig, er lijkt een verschil in geografische spreiding te zijn; U komt meer in de Gelderse Vallei en Utrecht voor, terwijl N daarnaast ook op de oost- noord- en west Veluwe wordt aangetroffen.



Foto 7. Langs de Woudenbergse Grift of het Valleikanaal kunnen 's zomers weidebeekjuffers worden waargenomen.

Monstergroep L

De middenlopen van monstergroep L zijn belaste, genormaliseerde systemen die meest in agrarisch gebied zijn gelegen. De stroming is overwegend gering, de zuurstofgehalten zijn vrij laag en de mate van eutrofiëring is groot (fosfaat hoog, nitraat zeer hoog). Er is weinig tot geen kwelinvloed aanwezig. De voorkomende macrofaunasoorten zijn allen zeer algemeen, kenmerkend voor verontreinigde en meestal slibrijke milieus, en zijn bestand tegen sterke beïnvloeding van het leefmilieu.

Monstergroep N

Deze lokaties liggen verspreid over het onderzoeksgebied in de brede, diepe benedenlopen van genormaliseerde laaglandbeken. De ligging is in open agrarisch landschap. Ze vertonen een sterk fluctuerend stromingspatroon met aanzienlijke stroming tijdens natte perioden en stagnatie tijdens droogte. Lage zuurstofgehalten, sterke algengroei, en sterk eutrofe omstandigheden karakteriseren deze beken.

Monstergroep U

De monsterpunten uit deze groep zijn allen gelegen in de provincie Utrecht. Het zijn brede, diepe, langzaamstromende of stagnante, genormaliseerde sloot- en kanaalbeken. De macrofauna indiceert grote, stilstaande, vegetatierijke wateren, er komen geen stromingsindicatoren voor. In een aantal gevallen worden sterk organisch belaste omstandigheden aangetroffen.

Knelpunten

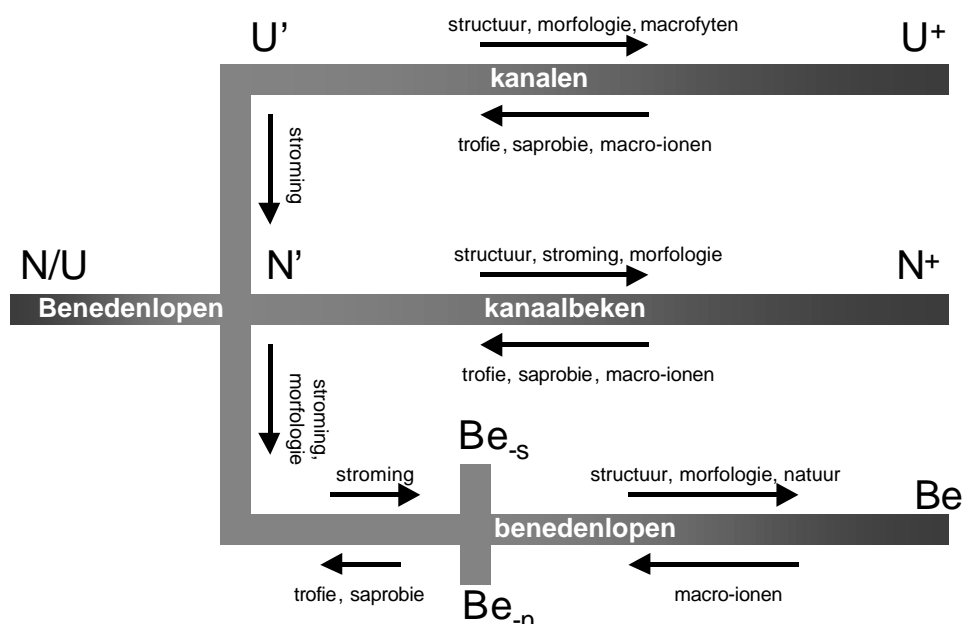
Knelpunten voor de ontwikkeling van de benedenlopen in het beheersgebied zijn in eerste instantie beperkte en fluctuerende stroming, eutrofiëring, saprobiëring en inrichting. Uit bovenstaande beschrijvingen komen deze aspecten reeds aan het licht, tussen monstergroepen en tussen monsterpunten binnen de monstergroepen zijn er echter duidelijke verschillen.

Ontwikkelingsreeks

De ontwikkelingsreeks van de benedenlopen in het beheersgebied is weergegeven in figuur 8.4. Benedenlopen uit de monstergroepen N of U kunnen zich in verschillende richting ontwikkelen, afhankelijk van de stromingscondities. Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen:

- kanalen, stagnant (U'),
- kanaalbeken, licht tot matig stromend, genormaliseerd (N') en
- benedenlopen, licht tot matig stromend, meer natuurlijke morfologie (Be).

De beken uit monstergroep N of U kunnen zich vanuit de huidige situatie ontwikkelen tot respectievelijk de tussenstreefbeelden N' en U' of Be-n als de organische belasting en nutriëntengehalten worden verlaagd. Als gevolg hiervan en door een verbeterde inrichting neemt de vegetatiebedekking toe. Afhankelijk van de stromingscondities en morfologie (dwars- en lengteprofiel) kan daarna ontwikkeling plaatsvinden richting het tussenstreefbeeld voor benedenlopen (Be-s) of het eindstreefbeeld voor kanalen (U'), kanaalbeken (N') en benedenlopen (Be). Hiervoor zijn aanpassingen in de morfologie, verbeterde stromingscondities en een extra reductie in trofie en saprobie nodig. Een afname van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) wijst daarbij op een afname in de invloed van de landbouw.



Figuur 8.4. Ontwikkelingsreeks benedenlopen.

9 Herstelmaatregelen; inrichting en beheer

Herstelmaatregelen voor beken kunnen worden onderverdeeld in maatregelen die ingrijpen op de componenten stroming, structuren en stoffen. Afhankelijk van het type beek en de huidige kwaliteit is de prioritering van maatregelen verschillend. Zo zal bij schone stagnerende beken herstel van de stroming de eerste prioriteit hebben, terwijl organisch belaste beken zowel stroming als aanpak van de vervuiling nodig zijn.

Voor het beheer is een inschatting van de hiërarchische volgorde van de sturende variabelen van belang. Deze volgorde zit impliciet in het 5-S model (Verdonschot, *et al.*, 1995):

1. Op het hoogste niveau spelen de **stelselvoorwaarden**. Dit zijn factoren en processen op een hoog ruimtelijk, temporeel en procesmatig niveau die worden beschouwd als de “externe ruimte” waarbinnen beekherstel plaatsvindt. Op dit niveau vindt bij beekherstel in het algemeen geen sturing plaats.
2. Met **stroming** worden hydrologische en hydraulische aspecten bedoeld. De *stelselvoorwaarden* bepalen voor een belangrijk deel de hydrologie van een beek en stroomgebied. Op dit niveau kan sturing plaatsvinden op factoren die ingrijpen op verdamping, oppervlakkige en ondiepe afstroming, infiltratie, kwel, ondiepe en diepe grondwaterstroming. In het algemeen is het factorcomplex stroming voor levensgemeenschappen van beken de belangrijkste.
3. **Structuren** worden op hun beurt weer gestuurd door de *stroming* van een beek. Onder structuren worden het lengte- en dwarsprofiel van de beek, substraatmozaïeken en structuur van de beekoever verstaan. Het factorcomplex structuren duidt de verscheidenheid aan habitats in de beek aan. De aanwezigheid van meanders, afsnijdingen van meanders, stroomkuilen en zandbanken vergroten de diversiteit. Een grote verscheidenheid in substraten zoals blad, takken, waterplanten, zand, grind en detritus op de beekbodem biedt een verscheidenheid aan levensomstandigheden. De structuur van de beek kan niet los worden gezien van de oever en de begeleidende vegetatie op de oever zoals bomen.
4. De chemische waterkwaliteit van een beek komt tot uiting in het factorcomplex **stoffen**. De stofstromen worden op hun beurt weer beïnvloed door *stelselvoorwaarden*, *stroming* en *structuren*. Factoren die een rol spelen in het factorcomplex stoffen zijn o.a. trofie, saprobie, zuurstof, zuurgraad, macro-ionen en toxische stoffen. In een natuurlijke beek neemt de voedselrijkdom toe van bron naar benedenstrooms. Hierbij spelen ook processen als opname van voedingsstoffen en mineralisatie van organisch materiaal een rol.
5. De **soorten** zijn de organismen (volgvariabelen) die reageren op de *stelselvoorwaarden*, *stroming*, *structuren* en *stoffen*.

Bij het beheer van beken en het opzetten van ecologische herstelprojecten is het van belang om deze hiërarchische volgorde als uitgangspunt te nemen. Een reductie in nutriënten zal geen herstel van de beeklevensgemeenschap opleveren wanneer er niet

voldoende of continue stroming aanwezig is. In een beek met een goede stroming en lage nutriëntengehalten zullen weinig of geen kenmerkende beeksoorten voorkomen als er geen variatie is in het lengte- en dwarsprofiel en er geen substraatvariatie aanwezig is op de beekbodem.

Hieronder worden voor de hoofdgroepen, stroming, structuren en stoffen de mogelijke maatregelen beschreven, de tekst is deels ontleend aan “beken stromen” (Verdonschot *et al.*, 1995). Voor een uitgebreide beschrijving van de maatregelen wordt hiernaar verwezen.

9.1 Stroming

Bij beekherstel is het herstel van een natuurlijk afwateringspatroon een van de belangrijkste doelen. Door normalisatie van beken en drainage van de gronden in het infiltratiegebied is het afvoerpatroon van beken veranderd. De gevolgen hiervan uiten zich in een algehele afname van de afvoer en/of het optreden van een versnelde afvoer van water en daarmee samengaande afvoerpieken naast perioden met verminderde stroming. In de natuurlijke situatie is het afvoerpatroon veel gelijkmatiger.

Drainage en infiltratie

Maatregelen gericht op het herstel van een natuurlijke afvoerdynamiek zijn in eerste instantie gericht op het beperken van de drainage en het bevorderen van de infiltratie. Door het verwijderen van drainage- of ontwateringssystemen zoals drains, sloten en greppels wordt versnelde afvoer tegengegaan, infiltratie bevordert en de grondwaterstand verhoogd. De grondwaterstijging dringt verdroging van het stroomgebied terug maar kan ongewenst zijn met het oog op het landbouwkundig gebruik van de gronden. Infiltratie van regenwater in bebouwd gebied kan de grondwatervoorraad verhogen en heeft als positief bijeffect het verminderen van overstorten van rioolwater.

Grondwateronttrekkingen

Eventuele aanwezige grondwateronttrekkingen verminderen de hoeveelheid beschikbaar grondwater en daarmee de beekafvoer. Dit kan leiden tot droogval en verdroging van het stroomgebied. Verminderen, verplaatsen of opheffen van een grondwaterwinning zal de gemiddelde grondwaterstand doen stijgen en kwelwaterstromen doen toenemen. Alternatieven voor grondwaterwinning zijn oppervlaktewaterwinning of oeverwaterwinning. Met name proceswater van bijvoorbeeld papierindustrie vereist schoon water en is daarmee een grote afnemer van schoon grondwater.

Hydrologische buffers en ontwikkelen bos

Door de aanleg van hydrologische buffers of door het vergroten van het oppervlakte bosgebied kan de afvoer eveneens gedempt worden. Een hydrologische bufferzone is een brede zone langs beide zijden van de beek waar onttrekkingen zijn verboden, drainerende watergangen zijn verwijderd en waar de oppervlakkige afstroming is

verminderd. Een bufferzone kan de basisafvoer van de beek vergroten, pieken aftoppen en voorkomen dat een traject periodiek droogvalt. Bufferzones bieden daarnaast de mogelijkheid tot inundatie van de beek. Een bijkomend effect is bescherming tegen de directe toevoer van meststoffen. Vooral in intensief gebruikte landbouwkundige gebieden kan de aanleg van een bufferzone een effectieve bescherming zijn. Ontwikkelen van bosgebied vertraagt de infiltratie van neerslag en vlakkt daarmee het afvoerpatroon van de beek af. Negatief effect is een vermindering van de nuttige neerslag als gevolg van de toegenomen verdamping van de bosvegetatie. In het algemeen wordt aangenomen dat naaldbossen meer water verdampen dan loofbossen. Omvorming van naald- naar loofbos is een maatregel om de beek en haar stroomgebied een meer natuurlijk karakter te geven.

Retentie van water

Door een inundatiezone te ontwikkelen waar de beek tijdens een periode van hoge afvoer buiten haar oevers kan treden, kan water langer in het stroomgebied worden vastgehouden. Deze maatregel kan uitgevoerd worden in combinatie met de aanleg van een hydrologische buffer. In de inundatiezone kan het water in poelen en plassen weer opnieuw infiltreren en wordt tevens een meer gevarieerd systeem gecreëerd. Poelen en plassen bieden mogelijkheden voor andere diersoorten zoals amfibieën om zich in het beekdal te vestigen. Inundatiezones zijn voor midden- en benedenlopen vaak karakteristiek en oorspronkelijk. Door ondiepe ontgrondingen langs de beek (maaiveldsverlagingen) kunnen inundatiezones worden gecreëerd.

Door de aanleg van retentiebekken waarin tijdens piekafvoeren berging van water optreedt, kunnen afvoerpieken eveneens worden gedempt. Nadeel van deze maatregel is dat het alleen de symptomen van een onnatuurlijke afvoer bestrijdt. De chemische en biologische kwaliteit van het water dat een tijdlang heeft stilgestaan in een retentiebekken is veranderd en beekvreemd.

Verwijderen van stuwen

De aanleg van stuwen in beken heeft ten doel om de waterstand in een gebied te regelen. Stuwen vormen belangrijke barrières voor migratie van aquatische organismen en veranderen het stromingspatroon van een beek in een aaneenschakeling van min of meer stilstaande trajecten. Verwijderen van stuwen resulteert in een toename van de stroomsnelheid en een daling van het bovenstroomse peil. Dit veroorzaakt bovenstrooms verdroging en in de meeste gevallen zullen aanvullende maatregelen nodig zijn om dit te voorkomen. In ieder geval moet voorkomen worden dat de beek leegloopt. Toenemende stroming biedt kansen voor de ontwikkeling van de beeklevensgemeenschap. Door het graven van meanders neemt de beeklengte toe, wat resulteert in een afname van de stroomsnelheid en een geringe stijging van het bovenstroomse peil. Versmalling van de beekloop kan weer voor een toename van de stroomsnelheid zorgen.

Tabel 10.1 geeft een overzicht van maatregelen die kunnen worden genomen om de stromingscondities van een beek te verbeteren. Per type beek is aangegeven welke maatregel relevant is.

Tabel 10.1 Mogelijke maatregelen stroming

| Maatregelen | Bb _{zz} | Sb | Bo _{na} | Bb | Bo _{ss} | Bo _{hn} | Mi _{kw} | Mi _{re} | Be |
|--------------------------------|------------------|----|------------------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| Verwijderen drainage | * | | * | | | * | * | * | |
| Bevorderen infiltratie | * | | * | | | * | * | * | |
| wijzigen wateronttrekking | * | | | * | | * | | | |
| Ontwikkelen bos | | | | | | * | | | |
| aanleggen hydrologische buffer | | | | | | * | * | * | |
| vergroten retentie | | | | | | | | * | |
| Verwijderen stuwen | | | | | | | | * | * |

9.2 Structuren

Maatregelen ter verbetering van de morfologie van een beekstelsel zijn gericht op het aanbrengen van variatie hierin. Variatie in structuur vergroot de diversiteit aan habitats en daarmee de variatie in soortensamenstelling. Het gaat hierbij om variatie in het lengteprofiel, in het dwarsprofiel en variatie in de beekbodem. Aanpassing van het dwarsprofiel van een beek heeft vaak ook effecten op de stroomsnelheid. Maatregelen die genomen kunnen worden ter vergroting van de structuurvariatie zijn het creëren van meanders, verkleinen of aanpassen van het profiel zoals de aanleg van een accoladeprofiel, waardoor de stroomsnelheid toeneemt, aanleggen van houtwallen (bufferstroken) en verwijderen van kunstwerken als beschoeiingen.

Passief en actief ontwikkelen meanders

De loop van een beek kan door erosie en sedimentatie worden verlegd. In een natuurlijke situatie zorgen objecten zoals takken in de bedding van de beek voor het ontstaan van variaties in stroomsnelheden. Hierdoor worden stroomkuilen en zandbanken gecreëerd en kan de beek bij grote weerstand buiten zijn oevers treden en zijn loop verleggen. Bij beken met voldoende dynamiek en ruimte om deze processen te laten optreden verdient niets doen de voorkeur. Bij beken waarbij de mogelijkheden voor een natuurlijke ontwikkeling van meanders beperkt zijn kan worden overwogen om deze kunstmatig aan te leggen. Bij voorkeur worden deze meanders aangelegd op lokaties waar vroeger (voor de normalisatie) de oude beekloop heeft gelegen. Bij de keuze voor deze maatregel dient wel rekening gehouden te worden met de potenties van de beek. In het geval van een beperkte stroming of zelfs stagnantie van de stroming zal het creëren van meanders weinig effect sorteren. De morfodynamiek van de beek is dan te gering om erosie en sedimentatieprocessen in de beek een kans te geven.

Actief ontwikkelen micromeanders

Door selectief onderhoud van de beekbedding kan de invloed van organische structuren (takken en bladpakketten) en water- en oeverplanten op de stroomsnelheid worden vergroot. Door de aanwezigheid van stoorobjecten voor de stroming ontstaat een grotere variatie in de stroomsnelheid. Lokaal in de beekbedding treden erosie en sedimentatie op, waardoor kaal substraat wordt afgewisseld met organische structuren en slibbanken. Diversiteit in stroomsnelheid en substraat vergroot de habitatdiversiteit en daarmee de soortenrijkdom van een

beek. Indien er voldoende ruimte langs de beek aanwezig is versterkt het proces zichzelf. Door een toegenomen morfodynamiek wordt op termijn meandering van de gehele beekloop gestimuleerd. Deze maatregel kan vrij eenvoudig en goedkoop (beperken of achterwege laten beheer) worden uitgevoerd en kan met name in multifunctionele beken een grote ecologische winst opleveren.

Verkleinen profiel en verwijderen profielverdediging

Versmallen van het dwarsprofiel heeft een verhoging van de stroomsnelheid ten gevolg. Bovenstrooms kan waterconservering optreden door opstuwing. Afhankelijk van het substraat (korrelgrootte) van de beekbedding kunnen morfodynamische processen weer een kans krijgen. In beken met een oever- en bodemverdediging maakt het verwijderen hiervan morfologische processen weer mogelijk. Vlak na de verwijdering kunnen ongewenste erosieprocessen optreden, ontwikkelen van vegetatie kan de erosie echter tegengaan. In langzaamstromende beken kan in combinatie met het versmallen van het dwarsprofiel de morfodynamiek van de beek weer een sterke impuls krijgen.

Aanleg asymmetrisch profiel of accoladeprofiel (twee-fasenbedding)

Door aanpassing van het dwarsprofiel van de beek kan de gemiddelde stroomsnelheid en de variatie in stroomsnelheid worden vergroot. In een natuurlijke beek bestaat een asymmetrisch dwarsprofiel met een snelstromende uitgesleten en overhangende buitenbocht, terwijl in de binnenbocht sedimentatie plaatsvindt door de lage stroomsnelheden. De aanleg van de asymmetrisch dwarsprofiel kan deze situatie weer benaderen en de morfodynamiek doen toenemen.

Het principe van accoladeprofielen is gebaseerd op een laagwaterbedding waarin bij normale afvoer het beekwater stroomt. Bij piekafvoeren wordt het water afgevoerd in de hoogwater-bedding. Doordat de laagwaterbedding kleine dimensies heeft kan zelfs onder betrekkelijk gering verhang de stroomsnelheid hier betrekkelijk hoog zijn. De laagwaterbedding heeft daarbij de ruimte voor micromeandering in de bredere hoogwaterbedding. Bij de uitvoer van deze maatregel kan ecologische winst worden behaald ten opzichte van de oude situatie omdat stroomsnelheden en beekvormende processen weer de ruimte krijgen. Bij voorkeur is het beheer gericht op het ontwikkelen van korte vegetaties in het hoogwaterbed, dit om opstuwing te voorkomen. Problemen bij de uitvoer van deze maatregel is een mogelijke explosieve ontwikkeling van ruigtekruiden in de hoogwaterbedding. Dit wordt nog versterkt door slibafzetting tijdens inundatie. Verruiging vereist een intensivering van het beheer omdat dit opstuwing in het hoogwaterbed kan veroorzaken. Een mogelijke oplossing hiervoor is beschaduwing met beekbegeleidende vegetatie (houtwallen), waardoor de productie in het hoogwaterbed wordt geremd. Deze vegetatie dient aan de zuidoever van de beek te staan zodat optimale beschaduwing plaatsvindt. De aanleg van een accoladeprofiel is met name van belang voor beken met een lage basisafvoer en wanneer de beek regelmatig droogvalt.

Overige inrichtingsaspecten van de beek

Hierbij kan verder gedacht worden aan de aanleg van stroomkuilen en zandbanken om de variatie in stroomsnelheden en erosie en sedimentatieprocessen op gang te brengen. Het aanbrengen van stoorobjecten zoals boomstronken of stenen is

eveneens bedoeld om meer variatie in het stromingspatroon te creëren. Bij voorkeur worden hiervoor natuurlijke stroomgebiedseigen materialen gebruikt. Om de omstandigheden voor specifieke soorten te verbeteren kan worden gedacht aan het aanleggen van soortgerichte structuren. Voorbeelden hiervan zijn paaiplaatsen voor beekvissen of hard substraat voor bepaalde macrofaunasoorten. Bij voorkeur weer gebiedseigen materialen gebruiken. Vaak levert de aanleg van beekbegeleidende vegetatie door de input van blad, hout en takken al een belangrijke verbetering van de structuur op. De aanleg van vispassages vergroot de migratiemogelijkheden voor beekvissen, terwijl aanleg van poelen de diversiteit in het beekdal vergroten en na inundatie als refugium voor beekorganismen kunnen dienen.

Aanleg houtwallen

Zoals bij de bovenstaande maatregelen reeds is beschreven heeft de aanleg van beekbegeleidende vegetatie in de vorm van houtwallen een belangrijk positief effect. Hierdoor wordt de input van organisch materiaal vergroot wat een voedingsbron is voor aquatische organismen, een toename betekent van de variatie in de beekbedding en zorgt voor beschaduwing. Daarnaast kunnen houtwallen dienen als buffers tussen de beek en het omringende (landbouw)gebied. Dit heeft weer een positief effect op inwaaien en uitspoeling van meststoffen vanuit de landbouw.

Tabel 10.2 geeft een overzicht van maatregelen die kunnen worden genomen om de structuren van een beek te verbeteren. Per type beek is aangegeven welke maatregel relevant is.

Tabel 10.2 Mogelijke maatregelen structuren:

| Maatregelen | Bb _{zz} | Sb | Bo _{na} | Bb | Bo _{ss} | Bo _{hn} | Mi _{kw} | Mi _{re} | Be |
|--|------------------|----|------------------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| passief ontwikkelen meanders | | | * | * | * | * | | | |
| graven meanders | | | | | | * | * | * | * |
| actief ontwikkelen micromeanders | | | | | | * | * | * | * |
| verkleinen profiel | | | | | | * | * | * | * |
| Aanpassen dwarsprofiel (aanleg asymmetrisch profiel) | | | | | | * | * | * | * |
| aanleg houtwal | | | | | * | * | * | * | |
| aanleg twee-fasenbedding (accolade profiel) | | | | | | * | * | * | * |
| Aanbrengen stoor-objecten (takken, blad, stenen) | | | | | * | * | * | * | * |
| Verwijderen "kunstwerken" | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

9.3 Stoffen

Maatregelen gericht op het beperken van de toevoer van stoffen worden met name geconcentreerd op het beperken van de invloed van menselijke activiteiten. Stoffen waarop de meeste aandacht is gericht zijn zuurstof, organische stoffen, nutriënten (N en P), macro-ionen en micro-verontreinigingen.

Verminderen toevoer meststoffen

Door bemesting van landbouwgronden in het stroomgebied van een beek wordt het grond- en oppervlaktewater verrijkt met voedingsstoffen. De belangrijkste zijn stikstof (N) en fosfaat (P). De gronden die het dichtst bij de beek liggen komen het eerst in aanmerking voor reductie van meststoffen. Deze hebben namelijk het grootste effect op de beek door oppervlakkige en ondiepe afstroming van meststoffen. Via het diepe grondwater kunnen meststoffen ook in de beek terechtkomen, dit is echter een langdurig proces wat afhankelijk van de verblijftijd enkele tot honderden jaren kan duren. Bij het stopzetten van de bemesting kan deze nalevering dus nog lange tijd doorwerken. De aanleg van bufferstroken kan de directe invloed van meststoffen verminderen (zie ook bufferstroken en houtwallen).

Bufferstroken

De werking van bufferstroken is tweeledig. Enerzijds vormt de bufferstrook een fysieke barrière waardoor de input van meststoffen door oppervlakkige afspoeling en inwaaien verminderd wordt. Anderzijds werken processen als opname van P en N door planten, denitrificatie en adsorptie de reductie van de nutriënten-input in de hand. Afhankelijk van de breedte is de werking van een bufferstrook meer of minder effectief, stroken met een breedte van 10 meter kunnen reeds zeer effectief zijn. Bufferstroken in de vorm van schouwpaden kunnen reeds effect hebben echter bij de keuze voor een houtwal neemt ook de input van organisch materiaal toe waardoor de structuur van de beekbodem wordt verbeterd (zie paragraaf 10.2).

Saneren lozingen en overstorten

Saneren van lozingen van huishoudelijk afvalwater en rioolwaterzuiveringsinstallaties en het opheffen van overstorten verminderen de organische belasting van beken. Deze organische belasting is in veel gevallen een belangrijke bedreiging van beekgemeenschappen doordat het lage zuurstofgehaltes veroorzaakt. In het verleden zijn veel specifieke beekorganismen uit beken verdwenen en er zijn veel gevallen bekend van massale vissterfte door lozingen en overstorten.

Aanleg helofytenfilter

Een helofytenfilter is een moerassysteem met riet of biezten wat kan worden gebruikt voor de zuivering van landbouwwater of afvalwater van puntbronnen. Het principe van een dergelijk systeem is de binding van voedingsstoffen uit het passerende water door aangehechte bacteriën epifyten en epifauna en het bezinken van zwevende stof. Hierdoor kan de belasting van een beek worden verminderd, over het rendement lopen de meningen echter uiteen.

Tabel 10.3 geeft een overzicht van maatregelen die kunnen worden genomen om de belasting met stoffen van een beek te verbeteren. Per type beek is aangegeven welke maatregel relevant is.

Tabel 10.3 Mogelijke maatregelen stoffen.

| Maatregelen | Bb _{zz} | Sb | Bo _{na} | Bb | Bo _{ss} | Bo _{hn} | Mi _{kw} | Mi _{re} | Be |
|--|------------------|----|------------------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| verminderen toevoer meststoffen | | | * | | * | * | * | * | * |
| opheffen huishoudelijke lozingen/overstorten | | | | | * | * | * | * | * |
| scheiden waterstromen | | | | | * | * | * | * | * |
| aanleg helofytenfilter | | | | | * | * | * | * | * |
| aanleg bufferzone | | | | | * | * | * | * | * |

9.4 Keuze en prioritering maatregelen

Welke maatregelen moeten worden genomen om tot een betere kwaliteit van de beken te komen en in de richting van het streefbeeld te werken. Bij de keuze voor maatregelen voor ecologisch herstel van beken is het van belang een prioritering van maatregelen te hanteren. Niet alle maatregelen zullen hetzelfde effect sorteren en in de ene situatie zal een maatregel een spectaculair resultaat opleveren, terwijl in het andere geval er nauwelijks meetbare veranderingen optreden. Een voorbeeld hiervan is dat verschalingsbeheer weinig effect zal hebben in het geval van een bovenstroomse lozing. De lozing zal eerst moeten worden gesaneerd alvorens enig ander beheer daadwerkelijk effect zal hebben.

Het is in het algemeen van belang om eerst een inschatting te maken van de potenties van een specifieke beek of beektraject. Een belangrijk instrument hierbij is de beschrijving van sturende variabelen en knelpunten per beektype. Dit is voor de beken in het beheersgebied reeds gedaan (hoofdstuk 5). Hierbij is een analyse van de belangrijkste knelpunten per beektype uitgevoerd, voor een specifieke beek kunnen deze echter wel eens sterk afwijken van de situatie voor de gehele monstergroep. In het algemeen kan ten aanzien van de keuze en prioritering van maatregelen het volgende worden gezegd:

- Beken stromen; herstel van de stroming is een eerste vereiste bij beekherstel.
- Herstel benedenstrooms vereist een goede kwaliteit bovenstrooms; bij de uitvoer van herstelmaatregelen benedenstrooms moet rekening worden gehouden met effecten vanuit bovenstrooms gelegen delen van de beek.
- Een hoge organische belasting heeft in bijna alle gevallen een sterke nivellering van de beekgemeenschap tot gevolg.
- In (snel)stromende en beschaduwde beken spelen nutriënten vaak een minder belangrijke rol dan in stilstaande wateren; daarbij zijn de nutriëntengehalten van de Nederlandse beken vaak dermate hoog dat zelfs een forse reductie in sommige gevallen weinig effect zal sorteren.
- Een goed functionerende beek reguleert zichzelf en behoeft geen beheer; door een natuurlijke inrichting van een beek(traject) kan in bepaalde gevallen de beheersinspanning worden verlaagd.
- Onderlinge beïnvloeding van maatregelen; maatregelen die zijn gericht op de aanpak van één sturende factor kunnen positieve of negatieve effecten hebben op andere factoren.

Voor de middenlopen in het beheersgebied is de prioritering hieronder verder uitgewerkt:

Middenlopen

Uit de ontwikkelingsreeks voor de middenlopen van de monstergroepen L, Q en B komen de volgende aspecten als belangrijkste doelstellingen naar voren:

- Herstel stroming
- Verlagen saprobiegraad
- Verlagen trofiegraad/macro-ionen
- Aanpassen inrichting

De volgorde van het belang van de afzonderlijke maatregelen is afhankelijk van de monstergroep waarbinnen de beek valt. Onderstaande tabel is een beslisboom waarbij telkens een mogelijk knelpunt wordt geëvalueerd en afhankelijk van het antwoord wordt verwezen naar een maatregelenpakket of een keuze wordt gemaakt voor een streefbeeld.

| Vraag | Nee | Ja | vervolg |
|---|-----|--|------------|
| 1. Is er sprake van stagnantie lage stroomsnelheid (< 10 cm/s) of extreme fluctuaties in afvoer? | ? 2 | -Maatregelen stroming/structuur (profiel) of -keuze voor streefbeeld sloten | ? 2 ? 3 |
| 2. Wordt de beek voornamelijk gevoed door regenwater en lokaal grondwater? | ? 3 | -Maatregelen stroming (voeding) of -keuze voor streefbeeld regenwaterbeken | ? 3 |
| 3. Is er sprake van hoge NH ₄ ⁺ en lage O ₂ gehalten ten opzichte van het streefbeeld? | ? 4 | -Maatregelen stoffen (saprobie) | ? 4 |
| 4. Is er sprake van hoge nitraat- en fosfaatgehalten en hoge EGV-waarden ten opzichte van het streefbeeld? | ? 5 | -Maatregelen stoffen (trofie/macro-ionen) | ? 5 |
| 5. Is de beek gekanaliseerd? | ? 6 | -Maatregelen structuur (traject) | ? 6 |
| 6. Is er sprake van een normprofiel, ontbreken er structuren in de beekbedding? | ? 7 | -Maatregelen structuur (dwarsprofiel/beekbodem) | ? 7 |
| 7. Komt de soortensamenstelling overeen met het streefbeeld? | ? 8 | -Streefbeeld bereikt! | |
| 8. Wat indiceren de soorten? Met behulp van de ecologische tabel kan een indruk van de knelpunten worden verkregen. | | | |

Literatuur

- Blankena, G., H. Cuppen & A. Goossens, 1994. Een onderzoek naar de verspreiding van vissen in de beken op de noord-oost Veluwe. Visclub de Prik, s.l.
- Gerritsen, R., M. Koopmans & P.F.M. Verdonschot, 1996. Ecologisch maatweb voor stromende wateren Veluwe & Vallei. Waterschap Vallei & Eem, waterschap Veluwe, IBN-DLO. Leusden/Apeldoorn.
- Haddingh, R.H. & L.W. Hulshof Pol, 1971. Onderzoek naar de visfauna van de wateren in de Gelderse Vallei. Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Hoog, A. de & A. Span, 1980. Onderzoek in enkele beken in de Gelderse Vallei. 1. Biologische en chemische waterkwaliteit. 2. Zware metalen en fosfaat in beekslib. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- IJzerman, A.J., 1979. Sprengen en sprengbeken op de Veluwe. Een onderzoek naar beheer, onderhoud en watervoorziening in historisch perspectief. Vakgroep Natuurbeheer, verslag nr. 414. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Jaarsma, N.G., S.M. de Boer, C.R. Townsend, 1998. Comparing the food-webs of two New Zealand streams. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*.
- Jaarsma, Nico G. & Piet F.M. Verdonschot, 2000. Toepassing van het programmapakket EKO Veluwe/Vallei op de monitoringsgegevens van de Hierdense beek in 1995 en 1999. Alterra-rapport 184. Alterra, research instituut voor de groene ruimte, Wageningen.
- Kant, G.R., 1982. Beken op de Veluwe. Hydrologische aspecten in relatie tot de watervoering van de beken op de oost- en zuid-Veluwe. Basisrapport 1. Werkgroep Sprengen en Beken, Arnhem.
- Krekels, R. & P. Verbeek, 1994. Amfibieën en de ringslang terug in de Gelderse Vallei. Een actieplan tot behoud van amfibieën en de ringslang en hun leefomgeving. Bureau Natuurbalans, Nijmegen.
- Leys, Herman N., Geoske M. Sanders & Wim C. Knol, 1993. Avifauna van Wageningen en wijde omgeving. KNNV vogelwerkgroep, Wageningen.
- Mol, A.W.M., 1984. Limnofauna Neerlandica. Een lijst van meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland. Nieuwsbrief EIS-Nederland, nummer 15. Leiden.
- Nie, H.W. de, F.T. Vriese & J.C.J. de Hoog, 1999. Conceptrapport: Beoordeling ontwikkelingsmogelijkheden visstand in regionale wateren: beken, sloten, kanalen, meren en plassen. Onderzoeksrapporten OND00082 en OND00086. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Projectgroep Eem, 1973. Schets van de watervervuiling in het stroomgebied van de Eem. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Schaminee, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995. De Vegetatie van Nederland. Deel 2: wateren – moerassen - natte heiden. Opulus press, Uppsala-Leiden.
- Teixeira, R.M., 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Gravenhage.

- Ter Braak Cajo J.F. & Herman van Dam, 1989. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178: pp 209 – 223.
- Ter Braak Cajo J.F. & Piet F.M. Verdonschot, 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic sciences* 57/3: pp 255 – 289.
- Van der Hoek, W.F. & P.F.M. Verdonschot, 1994. Functionele karakterisering van aquatische ecotootypen. IBN- rapport 072. IBN-DLO, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Provincie Overijssel, Zwolle; Rijksinstituut voor natuurbeheer, Leersum.
- Verdonschot, P.F.M., O. Driessen, W. van der Hoek, J. de Klein, A. Paarlberg, G. Schmidt, J. Schot, & D. de Vries, 1995. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. Stowa rapport 95-03. Werkgroep ecologisch waterbeheer rapport WEW-06. Stowa, Zoetermeer.
- Verdonschot, Piet F.M. 2000a. Aquatisch supplement. De natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 1: bronnen. Alterra, research instituut voor de groene ruimte, Wageningen.
- Verdonschot, Piet F.M. 2000b. Aquatisch supplement. De natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2: beken. Alterra, research instituut voor de groene ruimte, Wageningen.
- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2000. Atlas van plantengemeenschappen in Nederland: deel 1. Wateren, moerassen en natte heiden. KNNV uitgeverij, Utrecht.
- Werkgroep beken, 1973. Verslag van het weekend werkgroep beken in 1973, gehouden op het landgoed Schovenhorst te Putten ter bestudering van de Veluwse beken. R.I.N. Werkgroep beken, Leersum.





Bijlage I Ecologische macrofaunatabel

Opbouw tabel

In de eerste kolom van de tabel staat de taxonnaam, vervolgens de 8-lettercode en de derde kolom geeft aan uit welke bron het voorkomen van het taxon bekend is; A=Archief, MW=Maatweb. Het gemiddelde aantal waarnemingen van de soort voor alle gemeten parameters, staat vermeld in de kolom N-gem. Daarna volgt per variabele een indeling in klassen. Deze indeling is overgenomen uit het maatwebrapport (Gerritsen *et al.*, 1996) en staat vermeld in bijlage III.

Hoe de tabel te lezen

Als het optimum +/- tolerantie voor een taxon in dezelfde klasse vallen is die klasse aangegeven door een zwart vlak. De klasse waarin optimum alléén of optimum samen met [optimum+tolerantie] of [optimum-tolerantie] valt is donkergrijs gemaakt. De klassen waarin alleen [optimum+tolerantie] of [optimum-tolerantie] vallen zijn lichtgrijs gemaakt. Voor elke variabele zijn de vakjes bij de taxa waarvan gegevens bekend zijn op de volgende manier gearceerd:

| | |
|---|---|
|  | geen waarnemingen in de range [optimum - tolerantie] tot [optimum + tolerantie] vallen in deze klasse |
|  | [optimum - tolerantie] of [optimum + tolerantie] valt in deze klasse |
|  | het optimum valt in deze klasse, eventueel samen met [optimum - tolerantie] of [optimum + tolerantie] |
|  | zowel [optimum - tolerantie], optimum en [optimum + tolerantie] vallen in deze klasse |

Indicatieve waarde van de optima en toleranties in de tabel.

Het fictieve taxon **eenmaal** is een taxon dat in alle monsters van de dataset met een abundantie 1 voorkomt. Dit is een extreem voorbeeld van een taxon dat geen enkele positieve of negatieve preferentie voor milieuvariabelen heeft en dus maatgevend is voor de spreiding van de waarden van een milieuvariabele binnen de dataset. Het optimum en de tolerantie van dit taxon zijn een maat voor de ligging van het zwaartepunt voor elke variabele binnen de dataset. Wanneer voor een specifiek taxon het optimum en de tolerantie in een andere klasse vallen dan voor het taxon "**eenmaal**", wijst dit op het bestaan van een preferentie van dat taxon voor die klasse. Er moet daarbij rekening worden gehouden met de kanttekeningen zoals die in hoofdstuk 2 zijn gemaakt. Taxa die hun optimum in dezelfde klasse hebben als het taxon "**eenmaal**" kunnen indicatief zijn voor die klasse of juist indifferent. Hiertussen kan met de gebruikte methodiek en dataset geen onderscheid worden gemaakt. Van belang is ook het **aantal waarnemingen** van het taxon voor een variabele. In de tabel zijn ook taxa opgenomen waarvoor slechts 1 waarneming beschikbaar is. Van deze taxa vallen optimum en optimum +/- tolerantie altijd samen, waardoor ze indicatief lijken voor de klasse waarin de gemeten waarde valt. In werkelijkheid kan van deze taxa alleen worden gezegd dat ze onder die omstandigheden zijn aangetroffen.

BIJLAGE IIa Overzicht rapporten archiefmateriaal stromende wateren

- Alewijk, G.L.N. van, Vos, R. de, 1986. Een inventarisatie van schietmotten en kokerjuffers (insecta: Trichoptera) uit bronbeken en sprengen op de Veluwezoom, met oekologische en fenologische gegevens.
- Bekenwerkgroep, 1973. Weekend werkgroep beken 5-7 oktober 1973 gehouden op het landgoed Schoenhorst te Putten, ter bestudering van de Veluwse beken.
- Bontenbal, M.M., 1979. Onderzoek t.b.v. beheer en inrichting van het graslandgebied tussen Harderwijk en Doornspijk. Landbouwhogeschool Wageningen/Consulentschap Natuurbehoud Gelderland te Arhem. LB/Nb 75/76 nr. 26 3n 76/77 nr. 21 (+P).
- Bovée, Meijn, N.P., 1970. Een hydrobiologisch onderzoek van de Renkumse Beek. Landbouwhogeschool Wageningen, Afd. Natuurbeheer. RIN. RIN bericht 1. De levende natuur. 73. pp. 7-11.
- Chr Jeugdbond van natuurvrienden, afdeling Ede-Wageningen, 1972. Inventarisatie van het beekdal der renkumse beken in verband met verstorende invloeden. afdeling Ede-Wageningen Chr Jeugdbond van natuurvrienden.
- Claessens, E., 1978. Macrofaunaonderzoek in de Zuid-Veluwse beken: De Duno, De Seelbeek en de Hoge Oorsprong. Landbouwhogeschool Wageningen. No. 448.
- Cuppen, H.P.J.J., 1981. Een onderzoek van de planten- en dierenwereld in het gebied van de Koppelsprengen te Ugchelen. KNNV Apeldoorn.
- Cuppen, H.P.J.J., 1978. Excursierapport van het bezoek aan de Fliert (gem. Voorst) op 2-11-78.
- Cuppen, H.P.J.J., 1979. De Beekbergse beek. Regionale Milieuraad Oost-veluwe.
- Cuppen, H.P.J.J., 1981. De invloed van beeknormalisatie op de biologische waterkwaliteit en de samenstelling van de macrofauna van enkele Oost-Veluwse beken. Regionale Milieuraad Oost-veluwe.
- Dijk, Erik van, 1974. Botanisch verslag omtrent de Nodbeek en enkele andere beken van de noordleijk Veluweflank. RIN Werkgroep beken.
- Gijlstra, Ronald, 1980. Onderzoek naar herstel van benthische levensgemeenschappen in geschoonde bronnen en sprengen. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep waterzuivering, sectie hydrobiologie.
- Haddingh, R.H., Hulshoff Pol, L.W., 1971. Onderzoek naar de macrofauna en de visfauna van de wateren van de Gelderse Vallei. Landbouwhogeschool Wageningen, afd. Natuurbeheer.
- Heijdemann, B.J., . Kwantitatief onderzoek naar plankton in het stroomgebied van de Barneveldse beek. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep natuurbeheer. LH-NB nr 429.
- Higler, L.W.G., 1973. Een voorlopige analyse van makrofaunamonsters in de Hierdense beek juni 1972 - maart 1973. RIN.
- Higler, L.W.G., 1979. Faunistische gegevens van de Hierdense beek 1907 - 1970. RIN. 79/8.
- Higler, L.W.G., Repko, F.F., 1967. Excursierapport Hydrobiologische waarnemingen in de Oekense beek. RIN.

- Higler, L.W.G., Repko, F.F., 1988. Analyse van de macrofauna van de Hierdense beek. RIN, afdeling hydrobiologie. 88/53.
- Higler, L.W.G., Repko, F.F., Klink, A.A., 1982. De macrofauna, ihb Chironomidae, van de Renkumse beek en enige sprengen. RIN, afdeling hydrobiologie/Hydrobiologisch adviesbureau, A.G. Klink.
- Hoog, Annelies de, Span, Arja, 1980. Onderzoek in enkele beken in de Gelderse Vallei:1. Biologische en chemische waterkwaliteit. 2. Zware metalen en fosfaat in beekslib.. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep waterzuivering sectie hydrobiologie.
- Misset, H.P., 1956. Excursierapport Molenbeek bij Kwadenoord. Staatsbosbeheer.
- Oosterloo, W., Cuppen, H.P.J.J., 1980. Een orienterend onderzoek naar de macrofauna van de nijmolense (gem. Epe). Regionale Milieuraad Oos-veluwe en Zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W., 1979. Een hydrobiologisch onderzoek in de Geelmolenbeek en de Hartgensmolenbeek op de Oost-veluwe. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep natuurbeheer/Laboratorium voor Zoologische Oecologie en taxonomie van de Rijksuniversiteit Utrecht. LH/NB no. 446.
- Oosterloo, W., 1980. Een hydrobiologisch onderzoek naar de macrofauna in de kayersbeek en de zwaanspreng in de gemeente Apeldoorn. Zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W., Pex, B., 1981. Een hydrobiologisch onderzoek naar de macrofauna in de Eerbeekse/Voorstondense beek. Zuiveringsschap Veluwe.
- Oosterloo, W., Pex, B., 1981. Een hydrobiologisch onderzoek naar de macrofauna in de smallertsche beek. Zuiveringsschap Veluwe.
- Overdevest, P, 1980. Inventarisatie van de macrofauna van de sprengbeken in de gemeente Heerde en Epe: Molenbeek, Heidebeek, Hosthoekerbeek en Kamperbeek. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep waterzuivering sectie hydrobiologie. nr. 80-8.
- Projectgroep Eem, 1973. Schets van de watervervuiling in het stroomgebied van de Eem. Landbouwhogeschool Wageningen, afd. Natuurbeheer.
- Romijn, G., 1921. Bijdragen van de medewerkers. Het stroomend water. Water, bodem, lucht. 11. pp.115-34
- Sollman, Ph., Wijngeerden, R.F. van, 1989. Inventarisatie Heerdersprengen. Natuurwetenschappelijk archief. HESPFL0.
- Stam, G., 1974. Een onderzoek naar de samenstelling van de macrofauna van de Linge en de belangrijkste brede watergangen in zijn stroomgebied in februari, april en mei 1974. Landbouwhogeschool Wageningen, afd. Natuurbeheer. Rijksuniversiteit Utrecht. LH-NB nr 74.23 verslagnr 263.

Bijlage IIb Overzichtstabel beken archief

| | Heijderman, B.J. | S.a. |
|--|------------------|------|
| | 1986 | |
| | 1986 | |
| | 1986 | |
| | 1982 | |
| | 1981 | |
| | 1981 | |
| | 1980 | |
| | 1980 | |
| | 1979 | |
| | 1979 | |
| | 1978 | |
| | 1978 | |
| | 1978 | |
| | 1974 | |
| | 1973 | |
| | 1973 | |
| | 1973 | |
| | 1973 | |
| | 1972 | |
| | 1971 | |
| | 1970 | |
| | 1967 | |
| | 1956 | |
| | 1921 | |
| Jaartal | | |
| Aftakking Dorsbeek naar Hartoenschemolenbeek | | |
| Aku-sloot | 1 | |
| Andhuizerbeek | | |
| Astbeek | 1 | |
| Barneveldse beek | | 1 |
| Barneveldse beek met bovenlopen | | 1 |
| Beek Janas Vreeweg | | 1 |
| Beekberose beek | | 1 |
| Beekhuizense beek | | 1 |
| Beekie in het woud | | 1 |
| Beekie tussen Hierdense beek en Killenbeek | 1 | |
| Benedenloop dorsbeek | | 1 |
| Benedenloop Hartoense molenbeek1 | | 1 |
| Biisselse beek | 1 | |
| Bischons Davidsarift | 1 | |
| Bovenbeek/Varelse beek | | 1 |
| Bovenloop en sorenakoppen van Nieuwe beek | | 1 |
| Bovenloop grote beek | 1 | |
| Bovenloop Hartoense molenbeek | | 1 |
| Bovenlopen Geelmolenbeek | | 1 |
| Bron bij het Peeske. Beek aem. Berah | 1 | |
| Bronbeek achter de woning van Dr. Brevee te | 1 | |
| Bronbeek op Angerenstein. Vloerweg te Arnhem | 1 | |
| Bronbeek op Beekhuizen. Veld aem. Rheden | 1 | |
| Bulsinkbeek | | 1 |
| Buzerdse beek | 1 | |
| De beek (uddel) | | 1 |
| Dorsbeek voor Gortelseweg | | 1 |
| Eekterbeek | | 1 |
| Eem | 1 | 1 |
| Eerbeekse/voorstondense beek | | 1 |
| Esvelderbeek | 1 | 1 |
| Esvelderbeek met alle bovenlopen | | 1 |
| Fliert | | 1 |
| Fliertse beek | 1 | 1 |
| Gagelerbeek | | 1 |
| Garderbroekse beek | 1 | |
| Geelmolenbeek | | 1 |
| Gelderse aracht | | 1 |
| Geurts sorenak | | 1 |
| Grift | | 1 |
| Grift te Noord-Abelboom en Vaassen | 1 | |
| Grote barneveldse beek | 1 | 1 |
| Grote Valkse beek | 1 | |
| Hartoense molenbeek | | 1 |
| Hartoense molenbeek 500 m voor aortelse weg | | 1 |
| Heerdersorenak | | 1 |
| hei3 kan ik niet achterhalen | 1 | |
| Heidebeek | | 1 |
| Heiliner beek | 1 | |
| Hierdense beek | 1 | 1 |
| Hierdense beek totaal | | 1 |
| Hoevenlaakse beek | | 1 |
| Hoevenlakense beek | 1 | |
| Hoevenlakense beek met bovenlopen | | 1 |
| Hoe Oorspronk | | 1 |
| Hortshoekerbeek | | 1 |
| Kamperbeek | | 1 |
| Killenbeek | | 1 |
| Klarenbeek | | 1 |
| Kleine barneveldse beek | 1 | 1 |
| Kleine barneveldsebeek | 1 | |

BIJLAGE III Gebruikte definities en indelingen abiotische karakteristieken

De onderstaande indelingen zijn overgenomen uit Gerritsen *et al.* (1996):

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Onbeschaduwd | = | beschaduwning < 25% |
| Matig beschaduwd | = | beschaduwning 25 – 80 % |
| Beschaduwd | = | beschaduwning > 80% |
| Kwelgevoed | = | kwel > 80% |
| Overwegend kwelgevoed | = | kwel 50-80% |
| Beperkt kwelgevoed | = | kwel 30-50% |
| Vegetatie-arm | = | submers < 10% |
| Matig vegetatierijk | = | submers 10-20% |
| Vegetatierijk | = | submers > 20% |
| Snel stromend | = | stroming min. > 20 cm/s |
| Matig stromend | = | 10-20 cm/s |
| Langzaam stromend | = | < 10 cm/s |
| Klein | = | breedte < 2,5 meter en diepte < 0,2 meter |
| Middelgroot | = | 2,5 meter < breedte < 4 meter en 0,2 meter < diepte < 0,4 meter |
| Groot | = | breedte > 4 meter en diepte > 0,4 meter |
| Deels temporair | = | permanentie < 80 % |

Trofie: fosfaat in mgP/l, nitraat in mgN/l

| Nitraat | Totaal-fosfaat | | | |
|---------|----------------|---|-----------|----------------------|
| 0-1 | <0,14 | = | laag | = β -mesotroof |
| 1-1,5 | 0,15-0,29 | = | matig | = a-mesotroof |
| 1,5-2 | 0,30-0,75 | = | hoog | = eutroof |
| >2 | >0,75 | = | zeer hoog | = hypertroof |

Saprobie; bepaald aan de hand van NH_4^+ -N mg/l

| | | |
|----------------------|---|------------|
| Oligosaproob | = | < 0,1 |
| β -mesosaproob | = | 0,11 – 0,5 |
| a-mesosaproob | = | 0,51 - 4 |
| Polysaproob | = | > 4 |

Ionenconcentratie; bepaald aan de hand van EGV uS/cm:

| | | |
|-----------------------|---|------------|
| Oligo-ionisch | = | < 200 |
| β -meso-ionisch | = | 200 – 500 |
| a-meso-ionisch | = | 500 - 1000 |
| Poly-ionisch | = | > 1000 |

