



ALTEERRA

WAGENINGENUR

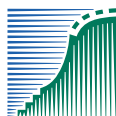
# Abiotische randvoorwaarden

Deel 1: Permanente bronnen

P.F.M. Verdonshot  
H.E. Keizer-Vlek



Alterra-rapport 1715, ISSN 1566-7197



landbouw, natuur en  
voedselkwaliteit



Abiotische randvoorwaarden

In opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, uitgevoerd in het cluster Vitaal Landelijk Gebied, thema Water (BO-01-003).

# **Abiotische randvoorwaarden**

## **Deel 1: Permanente bronnen**

**P.F.M. Verdonschot  
H.E. Keizer-Vlek**

**Alterra-rapport 1715**

**Alterra, Wageningen, 2008**

## REFERAAT

Verdonschot, P.F.M. & H.E. Keizer-Vlek, 2008. Abiotische randvoorwaarden. *Deel 1: Permanente bronnen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1715. 98 blz.; 12 fig.; 53 tab.; 36 ref.

Het doel van deze studie is het gekwantificeerd invullen van de abiotische randvoorwaarden behorende bij de Goede Ecologische Toestand (GET) van het KRW type R2 'Permanente bronnen'. Meetgegevens van de 10 'best beschikbare' locaties van KRW type R2 zijn voor dit doel geanalyseerd. Gebleken is dat een overschrijding van de KRW referentiewaarde voor één abiotische variabele niet direct hoeft te leiden tot een lagere ecologische toestand van de aquatische levensgemeenschap. De resultaten van dit onderzoek indiceren dat een overschrijding van de KRW referentiewaarden voor nitraat, totaal-stikstof en totaal-fosfaat kan worden toegestaan, mits de orthofosfaatgehalten voldoen aan de KRW referentiewaarden en/of sprake is van lichtlimitatie. Bij het toestaan van overschrijdingen moet echter wel worden bekeken of deze benedenstrooms niet leiden tot negatieve effecten. De ammoniumgehalten liggen op alle bronlocaties aanzienlijk lager dan de KRW referentiewaarde. Voor ammonium moet daarom worden bepaald of hogere gehalten dan vastgesteld in dit onderzoek leiden tot een verminderde ecologische toestand. Alleen dan kan worden vastgesteld of de huidige KRW referentiewaarden voor permanente bronnen afdoende zijn om het ZGET/GET van deze bronnen te kunnen garanderen. Daarnaast blijkt uit het onderzoek dat voor macroïonen, EGV en hardheid aparte KRW referentiewaarden moeten worden gehanteerd voor mineralenarme en mineralenrijke bronnen conform het 'Aquatisch Supplement'. Verder kent de toepassing van de KRW maatlatten voor de macrofauna, de macrofyten en het fytobenthos in de praktijk tekortkomingen en worden aanbevelingen gedaan om de maatlatten te verbeteren. Tot slot werpen de resultaten de vraag op in hoeverre er een verband bestaat tussen de goede mate van doelrealisatie (doel 'Handboek Natuurdoeltypen') en de GET (KRW doel), een verband dat momenteel automatisch wordt aangenomen.

Trefwoorden: abiotische randvoorwaarden, permanente bronnen, macrofyten, macrofauna, fytobenthos, chemie, Kaderrichtlijn Water, natuurdoeltype, oppervlaktewater, ecologische toestand, indicatoren.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl). Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice)

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

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

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

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Doel	13
1.3 Europese Kaderrichtlijn Water	14
1.4 Aquatisch Supplement en Handboek Natuurdoeltypen	16
1.5 Leeswijzer	17
2 Materiaal en methoden	19
2.1 Inleiding	19
2.2 Selectie 'best beschikbare' locaties	19
2.3 Beschikbare gegevens	21
2.4 Methoden	24
2.4.1 Fysisch-chemische variabelen en hydromorfologische kenmerken	24
2.4.2 Macrofauna	25
2.4.3 Macrofyten	26
2.4.4 Epifytische diatomeeën	27
2.5 Analyse	27
3 Hydromorfologie	29
3.1 KRW referentiewaarden	29
3.2 Meetwaarden	29
3.3 Discussie en aanbevelingen	31
4 Fysisch-chemische variabelen	33
4.1 KRW referentiewaarden	33
4.2 Meetwaarden	34
4.3 Discussie en aanbevelingen	42
5 Macrofauna	45
5.1 Natuurdoeltypen indicatoren en doelsoorten	45
5.2 Aquatisch Supplement indicatoren en doelsoorten	48
5.3 Zeldzaamheid	50
5.4 KRW indicatoren	52
5.5 Positieve indicatoren	56
5.6 Discussie en aanbevelingen	59
6 Macrofyten	63
6.1 Natuurdoeltypen indicatoren en doelsoorten	63
6.2 Aquatisch Supplement indicatoren	64
6.3 KRW indicatoren	66
6.4 Positieve indicatoren	68

6.5	Discussie en aanbevelingen	69
7	Epifytische diatomeeën	73
7.1	Bemonstering	73
7.2	Indexwaarden voor saprobie en trofie	74
7.3	KRW indicatoren	75
7.4	Discussie en aanbevelingen	77
8	Conclusies en aanbevelingen	79
	Literatuur	83
	Bijlage 1 Overzicht van op historische gegevens gebaseerde typering van bronnen met literatuurvermelding.	87
	Bijlage 2 Selectie KRW-type 'Permanente bronnen'	89
	Bijlage 3 'Mogelijk' positieve macrofauna indicatoren	93
	Bijlage 4 'Mogelijk' positieve macrofyten indicatoren	97

## Woord vooraf

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) verplichtte de EU- lidstaten om in maart 2005 over een aantal zaken te rapporteren. Het betrof onder andere een beschrijving van de onverstoorde staat (referentie) van de watertypen (KRW bijlage II.1.3). Verplichte onderdelen hierbij waren een aantal voorgeschreven biologische, algemene fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteitselementen (bijlage V.1.1).

De kwantitatieve referentiewaarden van de biologische, algemene fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteitselementen vormen het uitgangspunt voor de ecologische doelstelling van natuurlijke wateren en bovendien het vertrekpunt voor het afleiden van het maximaal ecologisch potentieel van sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen. Het maximaal ecologisch potentieel is vervolgens weer uitgangspunt voor de doelstelling van deze waterlichamen, het goed ecologische potentieel, welke in 2015 moet zijn gerealiseerd. Bovenstaande geeft aan hoe belangrijk het is om over de juiste, kwantitatieve waarden per KRW type te beschikken.

De Europese Unie heeft zich ten doel gesteld in 2010 de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Een belangrijk instrument hiertoe is het realiseren van een netwerk van natuurgebieden van Europees belang: het Natura 2000 netwerk. Er is afgesproken dat EU-lidstaten alle maatregelen nemen die nodig zijn om een gunstige staat van instandhouding van soorten en habitattypen te realiseren. De Nederlandse Natura 2000 gebieden liggen nagenoeg geheel binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

De inspanning van Nederland ten aanzien van de KRW is mede van invloed op de termijn waarop de Nederlandse doelen in het kader van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn (VHR) bereikt worden.

De implementatie van de VHR en EHS stellen ook ecologische doelen/vereisten aan wateren die een duurzame instandhouding waarborgen. Afstemming en wederzijds gebruik van doelen, monitoring en maatregelen is van cruciaal belang. Een belangrijke stap in dit proces is het formuleren van eenduidige, kwantitatieve referentiewaarden voor onder andere oppervlaktewateren.

Dit rapport bevat de resultaten van een studie naar de abiotische randvoorwaarden behorende bij 10 'best beschikbare' locaties van KRW type R2 'Permanente bronnen'. Dit watertype maakt vaak deel uit van gebieden die behoren tot de EHS of VHR. De studie is gefinancierd uit het beleidsondersteunend onderzoek van LNV binnen het cluster Vitaal Landelijk Gebied, thema 'Water'.

De uitvoering van deze studie was niet mogelijk geweest zonder de inzet van Waterschap Rivierenland, Waterschap Rijn en IJssel en Waterschap Peel &



Maasvallei. De betreffende waterbeheerders hebben fysisch-chemische gegevens aangeleverd van de verschillende onderzoekslocaties. Verder gaat onze dank uit naar iedereen die bij het onderzoek betrokken is geweest.

## Samenvatting

In Nederland wordt gewerkt aan kansen voor gewijzigd waterbeheer met een koppeling aan een ecologisch verantwoorde inrichting van ruimte, implementatie van Natura 2000 en geïntegreerde functietoekenning. Dit vraagt om een balans tussen voorgenomen wijzigingen in het waterbeheer met de daaruit voortvloeiende wijzigingen in milieuomstandigheden versus de eisen die een goede ecologische toestand stelt. Deze goede ecologische toestand moet in termen van milieuomstandigheden worden gekwantificeerd teneinde toekomstig waterbeheer te kunnen uitvoeren. Immers, de consequenties van de doelstellingen in termen van te nemen maatregelen kunnen drastisch en kostbaar zijn. Het is daarom van het grootste belang dat een gekwantificeerde onderbouwing van de doelen voor oppervlaktewateren plaats vindt ten aanzien van:

- de biologie (biologische kwaliteitselementen);
- het milieu (fysisch-chemische kwaliteit).

In dit project is hiertoe onderzoek gedaan naar het watertype 'Permanente bronnen (R2)' van de Kaderrichtlijn Water typologie.

Om de milieuvoorwaarden van de aquatische ecologische toestand (referenties en goede toestand) te kwantificeren zijn voor de 10 'best beschikbare' locaties van watertype R2 in Nederland, de volgende stappen gezet:

- I. het opstellen van een locatieoverzicht en een overzicht van beschikbare gegevens;
- II. het selecteren van de 10 'best beschikbare' locaties;
- III. het opzetten en uitvoeren van een veldmeetprogramma (macrofauna, macrofyten, fyto benthos, vissen en fysisch-chemische kenmerken);
- IV. het analyseren van de verkregen resultaten.

De toepassing van de voor watertype R2 opgestelde KRW maatlaten voor macrofauna, macrofyten en fyto benthos kent in de praktijk tekortkomingen. De KRW maatlat voor macrofauna zou mogelijk kunnen worden verbeterd door soorten op te nemen die specifiek gevoelig zijn voor antropogene beïnvloeding. Daarnaast kan een nadere differentiëring naar brontypen de beoordeling verbeteren. Het opstellen van een KRW maatlat voor macrofyten is problematisch, gezien de lage aantallen soorten die worden aangetroffen op bronlocaties. Het aanwijzen van (negatief) dominante indicatoren en het opnemen van meer algemeen (terrestrische) onderdelen in de beoordeling (zoals de opslag van bramen en het voorkomen van brandnetels) kan mogelijk leiden tot verbetering. Om met meer zekerheid uitspraken te kunnen doen over de ecologische toestand van diatomeeëngemeenschappen in bronnen is verder onderzoek naar de soortensamenstelling van dergelijke gemeenschappen in bronnen van zowel goede, matige, ontoereikende als slechte ecologische toestand noodzakelijk.

Het doel van het onderzoek was het gekwantificeerd invullen van de abiotische randvoorwaarden behorende bij het 'ZGET/GET' van het KRW type R2

‘Permanente bronnen’. Omdat de levensgemeenschap altijd zal reageren op de combinatie van abiotische factoren is het lastig om aan de hand van normen voor individuele abiotische variabelen de GET op een bronlocatie te handhaven. Om normen op te stellen, die de GET kunnen garanderen, is meer inzicht nodig in welke factoren, op welke momenten, een sturende rol spelen bij het bepalen van de samenstelling van de levensgemeenschap in bronnen.

Gebleken is dat een overschrijding van de KRW referentiewaarde voor één abiotische variabele niet direct hoeft te leiden tot een lagere ecologische toestand van de aquatische levensgemeenschap. De resultaten van dit onderzoek indiceren dat een overschrijding van de KRW referentiewaarden voor nitraat, totaal-stikstof en totaal-fosfaat kan worden toegestaan, mits de orthofosfaatgehalten voldoen aan de KRW referentiewaarden en/of sprake is van lichtlimitatie. Bij het toestaan van overschrijdingen moet echter wel worden bekeken of deze benedenstrooms niet leiden tot negatieve effecten. De ammoniumgehalten liggen op alle bronlocaties aanzienlijk lager dan de KRW referentiewaarde. Voor ammonium moet daarom worden bepaald of hogere gehalten dan vastgesteld in dit onderzoek leiden tot een verminderde ecologische toestand. Alleen dan kan worden vastgesteld of de huidige KRW referentiewaarden voor permanente bronnen afdoende zijn om de ZGET/GET van deze bronnen te kunnen garanderen.

In het ‘Aquatisch Supplement’ wordt onderscheid gemaakt tussen mineralenrijke en mineralenarme bronnen met bijbehorende normen. Bij het opstellen van de KRW referentiewaarden is deze differentiëring in brontypen niet gehandhaafd. De resultaten van dit onderzoek zijn een reden om voorlopig de gedifferentieerde normen voor macroïonen, EGV en hardheid uit het ‘Aquatisch Supplement’ aan te houden.

Om het probleem van normen voor individuele abiotische variabelen te omzeilen biedt een ecologisch beoordelingssysteem, dat tevens indiceert wat de oorzaken zijn van een ‘slechte’ ecologische beoordeling, meer handvaten voor het handhaven en verbeteren van de ecologische toestand. De KRW maatlat schiet op dit punt voorlopig nog te kort.

In Nederland is besloten om in de rapportage over de ecologische toestand van de Nederlandse wateren naar de Europese Commissie geen kleine wateren op te nemen. Wij willen hier benadrukken, dat dit niet betekent dat de ecologische toestand van ‘permanente bronnen’ van ondergeschikt belang is, in tegendeel zelfs. Brongebieden zijn door hun kleine oppervlakte veel kwetsbaarder voor fysische verstoring (zoals vertrapping door mens en vee, vuilstort, zwerfvuil, vergraving en dergelijke) dan andere watertypen. Juist in bronnen komen relatief veel zeldzame soorten voor, die sterk afhankelijk zijn van de zeer specifieke milieuomstandigheden. Dit is gebleken uit de grote verschillen in soortensamenstelling van de levensgemeenschap tussen de (relatief) natuurlijke bronnen uit dit onderzoek. Daarnaast liggen de meeste brongebieden sterk geïsoleerd en op grote afstand van elkaar, hetgeen dispersie bemoeilijkt. Wanneer soorten verdwijnen uit een brongebied als gevolg van een verslechtering van de ecologische toestand, is de kans daarom klein dat deze soorten

ooit weer terugkeren. In Nederland verdienen **juist** de brongebieden bescherming vanwege de grote variatie aan zeldzame soorten die de brongebieden herbergen, de relatief goede kwaliteit van de brongebieden en de kwetsbaarheid van de brongebieden.

Tot slot werpen de resultaten van het onderzoek de vraag op in hoeverre er een verband bestaat tussen de goede mate van doelrealisatie ('Handboek Natuurdoeltypen) en de Goede Ecologische Toestand (KRW doel), een verband dat momenteel automatisch wordt aangenomen. Binnen het project 'KRW monitoring in VHR gebieden' (Beleidsondersteunend Onderzoek, cluster Ecologische Hoofdstructuur, thema Ecologische doelen en maatlatten waterbeheer van LNV) wordt uitgebreid onderzoek gedaan naar de relatie tussen KRW monitoring en het aantreffen van NDT-doelsoorten. Het project moet antwoord geven op de vraag of er een verband bestaat en, wanneer het verband niet bestaat, of dit het gevolg is van: (1) de bemonsteringsinspanning en/of (2) de criteria die zijn gebruikt bij het selecteren van de doelsoorten.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Voor de realisatie van de doelen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is de biologie normstellend en zijn de abiotische randvoorwaarden om de gewenste ecologie te bereiken sturend (EG, 2000). In 2015 moet voor alle natuurlijke oppervlaktewateren de Goede Ecologische Toestand (GET) zijn gerealiseerd. Wateren. De GET wordt afgeleid van de ZGET (Zeer Goede Ecologische Toestand). Voor een ecologisch verantwoorde (her)inrichting van de ruimte en voor een geïntegreerde functietoekenning is eveneens kennis van dezelfde abiotische randvoorwaarden noodzakelijk. De ZGET en GET moeten zowel in termen van biologische kenmerken als in termen van milieuomstandigheden worden gekwantificeerd teneinde de KRW te kunnen uitvoeren. Voor de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geldt, net als voor de KRW, dat voor de uitvoering gekwantificeerde milieuomstandigheden onmisbaar zijn. De verwachting is dat in gebieden die onder de EHS en/of VHR vallen de ZGET voor natuurlijke wateren richtinggevend zal zijn als doel.

Inmiddels is een KRW typologie van oppervlaktewateren opgesteld (Elbersen et al., 2003) en is, op basis van ‘expert judgement’, in kwalitatieve termen een ecologische invulling (biologie en milieu) voor de ZGET van natuurlijke wateren gegeven (Van der Molen & Pot, 2006). Bij deze kwalitatieve biotische beschrijving is ook een inschatting van de abiotiek gemaakt. Hierbij is een direct verband gelegd met de Natuurdoeltypen (Bal et al, 2001) en de ‘Aquatisch Supplement’ typen.

Echter zowel de biotische als abiotische invulling van de ZGET en GET dienen beter onderbouwd en gekwantificeerd te worden, zoals de EU ook voorschrijft. Immers, de consequenties van de doelstellingen in termen van te nemen maatregelen kunnen drastisch en kostbaar zijn. Het is daarom van het grootste belang dat de gekwantificeerde onderbouwing van de KRW typen plaats vindt ten aanzien van:

- de biologie (biologische kwaliteitselementen);
- het milieu (hydromorfologie en fysisch-chemische kwaliteit).

In dit project staat het onderdeel abiotische randvoorwaarden centraal, echter dit kan niet los worden gezien van de biologie die leidend is.

## 1.2 Doel

Het doel van het project ‘Abiotische randvoorwaarden KRW type R2’ is het gekwantificeerd invullen van de abiotische randvoorwaarden behorende bij de ZGET/GET van het KRW type R2 ‘Permanente bronnen’.

Om de milieuvorwaarden voor de ZGET en GET van KRW type R2 te kunnen kwantificeren is een inventarisatie en analyse nodig van de beste nog in Nederland aanwezige permanente bronnen ('best available sites') conform de aanbevelingen in de 'WFD REFCOND guidance' (Wallin et al., 2002).

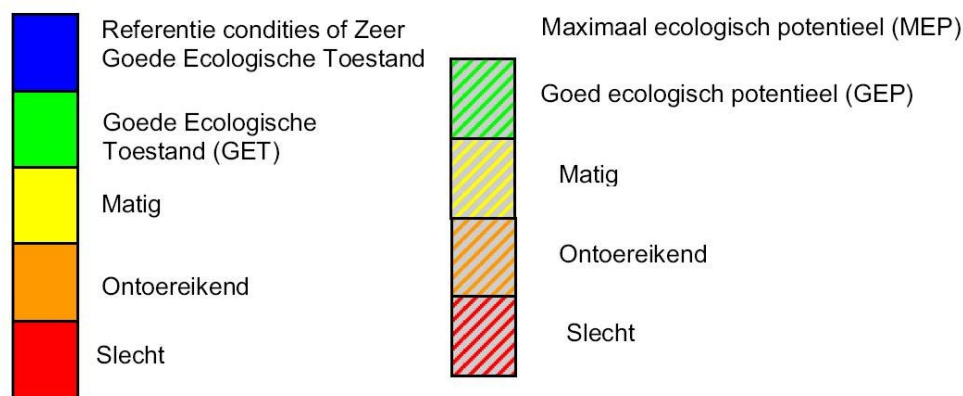
Dit rapport beschrijft de resultaten van de eerste fase in het project 'Abiotische randvoorwaarden'. In een volgende fase van het project zal een ander natuurlijk watertype centraal staan. Er is voor gekozen om het project te starten met onderzoek naar KRW type R2 'Permanente bronnen'. Bij de start van het project was meteen duidelijk dat het onderzoek zich in eerste instantie moest richten op bronnen vanwege de kwetsbaarheid van bronmilieu's, de grote hoeveelheid zeldzame soorten die uitsluitend aan dit milieu zijn gebonden en de relatief goede ecologische kwaliteit van de brongebieden.

### 1.3 Europese Kaderrichtlijn Water

#### *Theorie*

Het doel van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is het bieden van een kader voor de bescherming van oppervlaktewater, overgangswater, kustwater en het grondwater (verder uitgewerkt in de Grondwaterrichtlijn). De KRW vervangt in de komende jaren diverse andere Europese regelingen. De KRW heeft niet alleen betrekking op water, maar stelt zich expliciet ten doel ook bij te dragen aan de realisering van goede randvoorwaarden voor waterafhankelijke (terrestrische) natuur. De KRW maakt onderscheid in de status van oppervlaktewaterlichamen; een waterlichaam kan worden gekwalificeerd als natuurlijk, sterk veranderd of kunstmatig. Een waterlichaam wordt beschouwd als kunstmatig wanneer het door menselijke activiteiten tot stand is gekomen. Een waterlichaam wordt beschouwd als sterk veranderd wanneer het door fysische wijzigingen als gevolg van menselijke activiteiten wezenlijk en onomkeerbaar is veranderd van aard. De status van een waterlichaam is bepalend voor de beoordeling van de ecologische toestand van het waterlichaam. Het bepalen van de ecologische toestand dient te geschieden aan de hand van variabelen indicatief voor biologische, hydromorfologische, fysische en chemische kwaliteitselementen. In de KRW worden voor natuurlijke wateren vijf verschillende niveaus voor de ecologische toestand woordelijk omschreven: zeer goede ecologische toestand, goede ecologische toestand, matige ecologische toestand, en slechte ecologische toestand (Figuur 1.1). Beoordeling (vaststellen van de ecologische toestand) vindt plaats door de mate van afwijking van de referentietoestand (de zeer goede ecologische toestand) te bepalen. De resultaten van de beoordeling moeten worden uitgedrukt in ecologische kwaliteitsratio's (EKR). Deze ratio's geven de verhouding aan tussen de waarden voor biologische variabelen in het te beoordelen water en de referentietoestand. Voor sterk veranderde en kunstmatige wateren wordt geen referentietoestand beschreven. Voor deze wateren wordt het ecologisch potentieel gebruikt. Het ecologisch potentieel wordt omschreven in vier klassen: goed, matig, ontoereikend en slecht (Figuur 1.1). Het maximum ecologisch potentieel (MEP) vervangt min of meer de referentietoestand. Het verschil is dat de referentietoestand de natuurlijke situatie beschrijft en het MEP

daarvan afgeleid is rekening houdende met bepaalde randvoorwaarden van menselijk ingrijpen in de hydromorfologie (sterk veranderde wateren, bijvoorbeeld de aanwezigheid van dijken langs rivieren of schoning van sloten) of ten behoeve van de instandhouding van het water (kunstmatige wateren) (Elbersen et al., 2003).



*Figuur 1.1. De vijf klassen voor de natuurlijke watertypen (links) en de vier klassen voor de sterk veranderde en kunstmatige wateren (rechts) met bijbehorende kleurcodering (uit: Van der Molen, 2004).*

In 2015 moeten alle natuurlijke oppervlaktewateren in de EU-lidstaten voldoen aan de Goede Ecologische Toestand (GET) (EG, 2000). In Nederland zal het behalen van de doelen gefaseerd worden tot in ieder geval 2021 en waarschijnlijk 2027 (Decembertotaal, 2005). De GET wordt in de KRW omschreven als: “De waarden van de biologische kwaliteitselementen vertonen een geringe mate van verstoring ten gevolge van menselijke activiteiten, maar wijken slechts licht af van wat normaal is in onverstoorde staat.”. Voor sterk veranderde en kunstmatige wateren is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) het hoogste ecologische niveau en het hiervan afgeleide Goed Ecologisch Potentieel (GEP) is de ecologische doelstelling die moet worden gerealiseerd. Het MEP van sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen wordt afgeleid van de referenties van het meest gelijkende natuurlijke watertype. De EU-lidstaten dienen maatregelenprogramma’s op te stellen om te zorgen dat een GET/GEP voor alle oppervlaktewateren wordt bereikt. Om te kunnen bepalen of de EU-lidstaten voldoen aan de KRW doelstellingen is monitoring van de verschillende kwaliteitselementen vereist. Het doel van monitoring is dat een samenhangend, breed overzicht van de ecologische en chemische toestand in elk stroomgebied wordt verkregen (EG, 2000).

### ***Implementatie***

De KRW biedt op diverse vlakken ruimte voor interpretatie; in de KRW worden de doelen bijvoorbeeld niet gekwantificeerd, maar worden ze slechts woordelijk omschreven. Om de bovenstaande stappen op uniforme en transparante wijze te kunnen doorlopen zijn instrumenten ontwikkeld om de waterbeheerders te ondersteunen bij de uitvoering van de KRW. Om de KRW doelen meetbaar te maken zijn in 2004 **maatlatten** ontwikkeld om de ecologische toestand van natuurlijke waterlichamen te kunnen beoordelen. De ontwikkeling van de maatlatten



is uitgegaan van de beschrijving van de referentie situatie van elk watertype (Van der Molen, 2004). Met de maatlatten worden waterbeheerders ook in staat gesteld het effect van genomen maatregelen en menselijke beïnvloeding op een watersysteem te beoordelen. De KRW schrijft voor dat de beoordeling van de ecologische toestand moet worden gebaseerd op een typologie, daarom is in 2003 een **typologie** van de Nederlandse oppervlaktewateren opgesteld (Elbersen et al., 2003). Deze typologie heeft als uitgangspunt gediend voor de referenties en de maatlatten. De typologie is opgebouwd uit de vier categorieën: Rivieren, Meren, Overgangswateren en Kustwateren. De categorieën bevatten samen 55 watertypen. Momenteel zijn voor 42 natuurlijke watertypen maatlatten ontwikkeld. Voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen dienen de waterbeheerders zelf een MEP (Maximaal Ecologisch Potentieel) af te leiden, uitgaande van de onomkeerbaar geachte hydromorfologische ingrepen die in een waterlichaam hebben plaatsgevonden. Het MEP geeft aan wat de allerhoogst haalbare ecologische toestand is van het waterlichaam. Van het MEP wordt vervolgens het GEP afgeleid, de doelstelling voor de meeste Nederlandse oppervlaktewateren.

#### **1.4 Aquatisch Supplement en Handboek Natuurdoeltypen**

In 1995 is de eerste uitgave van het 'Handboek Natuurdoeltypen' verschenen (Bal et al., 1995). Het hierin beschreven stelsel van natuurdoeltypen vormt de centrale taal voor het definiëren van natuurkwaliteit in het natuurbeleid (Bal et al., 1995). In deze eerste uitgave van het 'Handboek Natuurdoeltypen' werd de waternatuur slechts incidenteel beschreven. Dit terwijl een groot deel van de Nederlandse natuur, vooral binnen de Ecologische Hoofdstructuur, bestaat uit water en Nederland gekenmerkt wordt door een grote variatie aan watertypen. In de Natuurverkenningen 1997 is daarom de waternatuur onder de aandacht gebracht. Tijdens dit project bleek, dat verder uitgewerkte natuurdoeltypen voor de waternatuur nodig waren. Dit was de aanleiding voor het project 'Aquatisch Supplement' (AS). Het project 'Aquatisch Supplement' heeft geresulteerd in een serie van dertien achtergronddocumenten (supplement). De watertypen die in het 'Aquatisch Supplement' zijn beschreven, vormden de bouwstenen voor de beschrijving van de aquatische natuurdoeltypen in het herziene 'Handboek Natuurdoeltypen' (Bal et al., 2001).

Ieder watertype beschreven in het 'Aquatisch Supplement' bevat een beschrijving van de levensgemeenschap en het bijbehorende milieu. De beschrijving van de levensgemeenschap is beperkt tot de macrofyten (water- en oeverplanten), macrofauna (met het blote oog waarneembare ongewervelde dieren, meestal tussen de 1 mm en enkele centimeters) en vissen. De abiotische beschrijvingen zijn niet normatief, maar richtinggevend voor de milieuomstandigheden waaronder een type zich optimaal ontwikkelt. Ieder watertype beschrijft in principe de natuurlijke ecologische situatie van (een deel van) het betreffende watersysteem. De beschrijving fungeert daarmee als referentie. Van veel wateren ontbreekt echter informatie over de natuurlijke situatie of de watersystemen zijn van oorsprong kunstmatig/sterk veranderd zodat een natuurlijke referentie niet of niet meer bestaat. Daarom wordt

gesproken van de ecologisch optimale situatie behorende bij de betreffende optimale milieumomstandigheden.

In het 'Aquatisch Supplement Deel 1: Bronnen' (Verdonschot 2000) is onderscheid gemaakt in 12 brontypen. Slechts zeven van deze 12 brontypen zijn vergelijkbaar met KRW type R2 'Permanente bronnen' (Tabel 1), omdat het KRW type R2 geen droogvallende bronnen, bronvijvers en limnocreenen omvat (Van der Molen 2004). De belangrijkste onderscheidende factoren tussen deze zeven brontypen zijn mate van isolatie van een beek (aan- of afwezigheid van inundatie), afvoer en mineralenrijkdom.

Tabel 1. Overzicht van de brontypen (met naam en code) opgenomen in het 'Aquatisch Supplement Deel 1: Bronnen'.

nr.	brontype	broncode
1	bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer	AS01-1
2	mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	AS01-2
3	matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	AS01-3
4	mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer	AS01-4
5	matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer	AS01-5
6	mineralenarme, beekbegeleidende bronnen	AS01-6
7	matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen	AS01-7
8	mineralenarme, droogvallende bronnen	nvt
9	matig mineralenrijke, droogvallende bronnen	nvt
10	mineralenarme bronvijvers	nvt
11	matig mineralenrijke bronvijvers	nvt
12	limnocreenen	nvt
8	duinbronnen	nvt

In het 'Handboek Natuurdoeltypen' komt het beschreven het type NDT-3.2 'Permanente bron' overeen met het KRW type R2. In het handboek natuurdoeltypen worden de volgende subtypen onderscheiden:

- NDT3.2a: Mineralenarme bron;
- NDT3.2b: Matig mineralenrijke bron;
- NDT3.2c: Bronvijver en limnocreen.

Het laatste subtype valt niet onder het KRW type R2.

## 1.5 Leeswijzer

In de volgende hoofdstukken zijn alle verkregen resultaten van het meetprogramma van de 10 'best beschikbare' locaties van het KRW type R2 'Permanente bronnen' opgenomen. In hoofdstuk 2 zijn de gehanteerde methodieken voor het verzamelen van de gegevens en de analyse uiteengezet. In hoofdstuk 3 zijn de hydromorfologische kenmerken van de locaties beschreven en vergeleken met bestaande normranges. In hoofdstuk 4 zijn de fysisch-chemische kenmerken van de locaties beschreven en vergeleken met bestaande normranges. In hoofdstuk 5 zijn de analyse resultaten van de macrofauna beschreven in relatie tot de KRW, het 'Aquatisch Supplement', het NDT-3.2 'Permanente bron' en de zeldzaamheid. In hoofdstuk 6 zijn de analyse resultaten van de macrofyten beschreven in relatie tot de KRW, het 'Aquatisch Supplement' en het NDT-3.2 'Permanente bron'. In hoofdstuk

7 zijn de analyse resultaten van het fytobenthos beschreven in relatie tot de KRW en de indexwaarden van Van Dam (1994) voor trofie en saprobie. Tot slot zijn in hoofdstuk 8 de resultaten bediscussieerd, conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Inleiding

Om het in paragraaf 1.2 gestelde doel te bereiken zijn de volgende stappen uitgevoerd en in de volgende paragrafen beschreven:

I. *Opstellen van een locatieoverzicht en een overzicht van beschikbare gegevens*: Deze stap bestaat uit twee kleinere onderdelen: (1) het opstellen van een locatieoverzicht ter beantwoording van de vraag welke nagenoeg natuurlijke permanente bronnen (KRW type R2) er in Nederland nog aanwezig zijn en (2) het opstellen van een gegevensbestand (actueel en historisch dataoverzicht) ter beantwoording van de vraag welke actuele en historische gegevens beschikbaar zijn van de aanwezige nagenoeg natuurlijke bronnen van het KRW type R2 in Nederland.

II. *Selectie van de ‘best beschikbare’ locaties*: Het selecteren van 10 locaties uit het locatieoverzicht. Bij het selecteren van de 10 locaties zijn de volgende criteria gehanteerd:

- de wateren moeten nog in nagenoeg natuurlijke staat verkeren en niet of nauwelijks onder druk staan als gevolg van antropogene beïnvloeding;
- de biologie moet in een zo ‘volledig’ of optimaal mogelijke staat van ontwikkeling verkeren;
- de 10 voorbeeldlocaties moeten de typologische en geografische range waarbinnen het KRW type R2 zich bevindt, omvatten.

III. *Veldmethoden*: Het opzetten en uitvoeren van een veldmeetprogramma voor de monitoring van 10 locaties van het KRW type R2. Het veldmeetprogramma omvat alle in de KRW beschreven abiotische en biologische kwaliteitselementen (macrofyten, macrofauna en fyto benthos).

III. *Analyse*: Het analyseren van de met het meetprogramma verkregen gegevens.

Om het doel te bereiken en de vragen gesteld in paragraaf 1.2 te beantwoorden zijn de volgende stappen uitgevoerd en in de volgende paragrafen beschreven.

### 2.2 Selectie ‘best beschikbare’ locaties

Om de ‘best beschikbare’ locaties voor het KRW type R2 ‘Permanente bronnen’ te selecteren is gebruik gemaakt van drie informatiebronnen:

- het geografische bronnenbestand van Alterra waarin alle in archieven en literatuur bekende bronlocaties zijn opgenomen;
- historisch gegevensbestand bronnen van Alterra waarin de biotische en abiotische gegevens zijn opgenomen afkomstig van gepubliceerde en zogenaamde ‘grijze’ gegevens uit archieven en literatuur;

- het actueel gegevensbestand bronnen van Alterra waarin de biotische en abiotische gegevens zijn opgenomen afkomstig van gegevensbestanden van regionale waterbeheerders en eigen gegevens.

Deze informatiebronnen zijn gecombineerd tot een lijst van potentieel geschikte locaties. Deze lijst is samengesteld op basis van de volgende criteria:

- een hoge ecosysteemkwaliteit gebaseerd op bekende kwaliteitsaanduidingen, aanwezigheid van bijzondere planten en dieren en aanwezige kennis bij aquatisch ecologen van regionale waterbeheerders;
- representativiteit voor de verschillende brontypen gebaseerd op uittredingstype (arkocreen, helocreen, limnocreen of rheocreen), debiet (sterk, matig of zwak), mineralenrijkdom (arm, matig of rijk) en ligging (geïsoleerd of beekbegeleidend);
- geografische spreiding over Nederland.

Vervolgens zijn alle op de lijst voorkomende bronlocaties bezocht (bijlage 2). Tijdens deze veldbezoeken is de ecologische toestand opnieuw beoordeeld op basis van de al beschikbare informatie, de visuele verstoring (het al dan niet aanwezig zijn van directe bronnen van verstoring zoals vuilstort, regulatie, ontwatering en dergelijke) en de landschappelijke ligging (het in de directe omgeving aanwezig zijn van gronden met een intensief agrarisch gebruik). Deze beoordeling in combinatie met de geografische spreiding over Nederland heeft geleid tot de selectie van 10 locaties voor het onderzoek (Tabel 2.1). De ligging van de verschillende locaties is weergegeven in Figuur 2.1.

*Tabel 2.1 Coördinaten van de 10 geselecteerde locaties behorend tot KRW watertype R2.*

<b>locatie</b>	<b>X-coördinaat</b>	<b>Y-coördinaat</b>
Terzieterbeek,	191.30	307.25
Hemelbeek	180.35	324.85
Bunderbosbeek	180.35	324.85
Rode beek (Brunssum)	197.85	326.50
Rode beek (Meinweg)	209.15	351.45
Narthecciumbeek	208.10	351.45
Helkuil	192.80	417.10
Filosofenbeek	192.45	425.75
Beekhuizerbeek	196.20	447.15
Mosbeek	255.85	496.45



*Figuur 2.1 Ligging van de 10 geselecteerde locaties behorend tot KRW watertype R2.*

### **2.3 Beschikbare gegevens**

Er zijn uitgebreide typologieën van bronnen op basis van de macrofauna beschikbaar van de regio's Noord- en Midden-Limburg, Zuid-Limburg, Midden-Overijssel en Twente (Verdonschot & Schot 1986, Verdonschot 1990a, 1990b, Verdonschot et al. 1996). Verdonschot & Schot (1986) hebben in hun typologie de brongebieden op twee niveaus beschreven, namelijk naar brontype en naar bronhabitat. Voor elk van de niveaus zijn potentiële indicatorsoorten genoemd. Naast de bovengenoemde uitgebreide typologieën zijn, vooral in het begin van de jaren tachtig, van een aantal auteurs meer lokale typologieën en op verschillende criteria gebaseerde indelingen verschenen.

Alle genoemde indelingen zijn gebruikt voor het verkrijgen van een overzicht van beschikbare gegevens en potentieel geschikte locaties. Hiervoor zijn de meest natuurlijke typen uit elk van de macrofaunatypologieën en -indelingen geselecteerd en gerangschikt naar sturende factoren (bijlage 1). Deze rangschikking is gebaseerd op overeenkomst in kenmerkende soorten (niet opgenomen). Overeenkomende typen zijn gegroepeerd (Tabel 2.2). Daarna zijn waar mogelijk en beschikbaar aan deze groepering een aantal macrofauna en abiotische parameters gekoppeld.

*Tabel 2.2 Overzicht van beschikbare (historische) macrofaunagegevens van bronnen van het KRW type R2. De informatie en typen zijn gerangschikt naar de drie sturende factoren: uittredingstype, mate van afvoer en mineralenrijkdom. Voor verklaring van de type codes zie bijlage 1.*

<b>brontype</b>	<b>referentie</b>
bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer	Hendrix 1982, Kingbeek; Van Dael 1982, type I var. b en II var. b; van der Ploeg & Upperman 1982, type 1 en 2; Verdonschot & Schot 1986, type 1.2(.1 en .2); de Boer 1983, type 2 en 3; Cuppen & Moller-Pillot 1978 (puntbron en rheokreen)
mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Verdonschot & Schot 1986, type 1.1.2; de Boer 1983, type 1 en 1.2; Verdonschot, Schot & Scheffers 1993, H3/5+; Verdonschot, Schot & Mosterdijk 1996, type 2-3
matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Geraedts 1980, Leuckertype I; Verweij 1981, type 1b; van Dael 1982, type III var. a; Verdonschot & Schot 1986, type 1.1(.1); Cuppen & Moller-Pillot 1978 (bos en wei); Vos & van den Houdt 1981, Leucker; Verdonschot, Schot & Scheffers 1993, H1+
mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer	van der Ploeg & Upperman 1982, type 3; Verdonschot & Schot 1986, type 2(.1); Cuppen 1978, type 5.1 oligo-mesotroof
matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer	Geraedts 1980, Teutebeektype III; Verweij 1981, type 1a; Cuppen 1978, type 5.1 meso-eutroof
mineralenarme, droogvallende bronnen	niet gepubliceerde gegevens Alterra
matig mineralenrijke, droogvallende bronnen	Verdonschot & Schot 1986, type 3
mineralenarme, beekbegeleidende bronnen	Geraedts 1980, Oeverbron
matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen	Geraedts 1980, Rookhuizentype II, Verdonschot, Schot & Mosterdijk 1996, type 4-5
mineralenarme bronvijvers	Verdonschot, Schot & Mosterdijk 1996, type 6
matig mineralenrijke bronvijvers	Verweij 1981, Wyl5; Verdonschot, Schot & Mosterdijk 1996, type 7
limnocrenen	Verweij 1981, type 2

De beschikbare gegevens zijn geordend naar de typen zoals beschreven in het 'Aquatisch Supplement Deel 1: Bronnen'. De macrofauna en fysisch-chemische gegevens zijn gebruikt voor het opstellen van de lijsten van indicatoren en de ranges in milieufactoren. In deze analyse zijn de Aquatisch Supplement gegevens gebruikt om de tien geselecteerde bronlocaties mee te vergelijken.

Indelingen op basis van de bronvegetaties zijn beschreven door Maas (1959), Westhof & Den Held (1969), Siebum & Schaminée (1991), Higler (1993) en Schaminée et al. (1995). De vegetatiegemeenschappen zijn op basis van overeenkomsten in milieucondities gekoppeld aan de macrofauna gebaseerde brontypen (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. Overzicht van beschikbare (historische) gegevens van plantengemeenschappen van bronnen van het KRW type R2.

brontype	associatie	kenmerkende soorten
bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer	Pellio-Chrysosplenietum cratoneuretosum (op kalkrijke hellingen; Cratoneuretum commutati; verder Barchythecium rivulare en Cratoneuron filicinum)	Reuzenpaardenstaart ( <i>Equisetum telmateia</i> ), Bittere veldkers ( <i>Cardamine amara</i> ), Mannagras ( <i>Glyceria fluitans</i> ) (teveel duidt op storing)
mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Philonotido fontanae-Montietum	<i>Philonotis fontana</i> ; Groot bronkruid ( <i>Montia fontana ssp. fontana</i> ), Egelboterbloem ( <i>Ranunculus flammula</i> ), Wilde gage ( <i>Myrica gale</i> ), Veenpluis ( <i>Eriophorum angustifolium</i> ), Moerasmuur ( <i>Stellaria uliginosa</i> ), Moeraswalstro ( <i>Galium palustre</i> ), Mannagras ( <i>Glyceria fluitans</i> ), Waterpeper ( <i>Polygonum hydropiper</i> ) (beide laatstgenoemde soorten kunnen gemakkelijk storingsindicatoren worden)
matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum pellietosum	<i>Pellia epiphylla</i> , Paarbladig goudveil ( <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> ), <i>Brachythecium rutabulum</i> (in hoge bedekking wijst op storing), Kale jonker ( <i>Cirsium palustre</i> )
mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer	Philonotido fontanae-Montietum	<i>Philonotis fontana</i> ; Groot bronkruid ( <i>Montia fontana ssp. fontana</i> ), Moerasmuur ( <i>Stellaria uliginosa</i> ), Moeraswalstro ( <i>Galium palustre</i> ), Egelboterbloem ( <i>Ranunculus flammula</i> ), Mannagras ( <i>Glyceria fluitans</i> ), Veenwortel ( <i>Polygonum hydropiper</i> ) (van beide laatste wijst een teveel op storing)
matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer	Pellio Epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifoli	<i>Pellia epiphylla</i> , <i>Cratoneuron filicinum</i> , <i>Brachythecium rutabulum</i> , Kale jonker ( <i>Cirsium palustre</i> ), Bittere veldkers ( <i>Cardamine amara</i> ), Paarbladig goudveil ( <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> ), Verspreidbladig goudveil ( <i>Chrysosplenium alternifolium</i> ), Gele zegge ( <i>Carex flava</i> ), Reuzenpaardestaart ( <i>Equisetum telmateia</i> )
mineralenarme, droogvallende bronnen	Philonotido fontanae-Montietum peplidetosum, Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum inops	<i>Philonotis fontana</i> ; Groot bronkruid ( <i>Montia fontana ssp. fontana</i> ), Greppelrus ( <i>Juncus bufonius</i> ), Waterpostelein ( <i>Lythrum portula</i> ), Liggende vetmuur ( <i>Sagina procumbens</i> )
matig mineralenrijke, droogvallende bronnen	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum pellietosum	<i>Pellia epiphylla</i> , <i>Brachythecium rutabulum</i> , Bittere veldkers ( <i>Cardamine amara</i> )
mineralenarme, beekbegeleidende bronnen	Philonotido fontanae-Montietum, Pellio Epiphyllae-	<i>Philonotis fontana</i> ; Groot bronkruid ( <i>Montia fontana ssp. fontana</i> ),



brontype	associatie	kenmerkende soorten
	Chrysosplenietum inops	Mannagras ( <i>Glyceria fluitans</i> ), Waterpeper ( <i>Polygonum hydropiper</i> ), Egelboterbloem ( <i>Ranunculus flammula</i> )
matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen	Pellio Epiphyllae-Chrysosplenietum pellietosum	<i>Pellia epiphylla</i> , <i>Brachythecium rutabulum</i> , Paarbladig goudveil ( <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> ), Kale jonker ( <i>Cirsium palustre</i> )
mineralenarme bronvijvers	Callitricho-Potametalia, Scirpetum fluitantis, Callitricho-Myriophylletum alterniflori	Waterviolier ( <i>Hottonia palustris</i> ), Grof hoornblad ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )
matig mineralenrijke bronvijvers	Callitricho-Potametalia, Potametum obtusifolii	Waterviolier ( <i>Hottonia palustris</i> ), Grof hoornblad ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )
limnocreenen	geen	

## 2.4 Methoden

### 2.4.1 Fysisch-chemische variabelen en hydromorfologische kenmerken

In het veld zijn in 2004 tegelijk met de macrofauna- en diatomeeën bemonstering een aantal milieuvariabelen eenmalig gemeten en zijn watermonsters ten behoeve van chemische analyse genomen. De variabelen zuurstofgehalte (mg/l) en –percentage (%: beide gemeten met een WTW Oxi 320 of WTW Oxi 330 zuurstofmeter in combinatie met een zuurstofsensoren CellOx 325), elektrisch geleidingsvermogen (EGV  $\mu\text{S}/\text{cm}$ : gemeten met een WTW Lf191 geleidbaarheidsmeter), zuurgraad (pH: gemeten met een WTW pH 196 of WTW pH 197 pH-meter), watertemperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ), breedte bronbeek (m), diepte bronbeek (cm), stroomsnelheid (cm/s: gemeten met een SENA RC2 stroomsnelheidsmeter), helling brongebied (cm/m: gemeten met een slang van 30 m) en oppervlakte proefareaal ( $\text{m}^2$ ) zijn direct in het veld gemeten. Een aantal andere variabelen zijn per locatie in het veld opgenomen: kleur, geur, schuim, reductieprocessen en aanwezigheid van vast afval. De variabelen verhouding aquatisch/semi-aquatisch : terrestrisch en de percentages beschaduwing, houtige vegetatie, landgebruik (loofbos, akkerbouw, stedelijk, open ruigte, grasland, broekbos en niet-natuurlijke delen) zijn in het veld geschat. Om de afvoer te berekenen zijn op drie tot vier plaatsen in het dwarsprofiel van de afvoerende bronbeek de stroomsnelheid, breedte en diepte gemeten. Daarnaast is per locatie 1 liter oppervlaktewater bemonsterd. De monsterfles is in het laboratorium in de vriezer geplaatst, totdat het water is geanalyseerd door Hydron Advies en Diensten te Utrecht. De waarden voor de volgende variabelen zijn bepaald: ammonium (mg/l N), calcium (mg/l Ca), carbonaat (mg/l  $\text{CO}_3$ ), chloride (mg/l Cl), ijzer (mg/l Fe), kalium (mg/l K), Kjeldahl stikstof (mg/l N), magnesium (mg/l Mg), natrium (mg/l Na), nitraat (mg/l N), nitriet (mg/l N), orthofosfaat (mg/l P), sulfaat (mg/l  $\text{SO}_4$ ), totaal-fosfaat (mg/l P), totale hardheid (mmol/l) en waterstofcarbonaat (mg/l  $\text{HCO}_3$ ). Verder zijn tussen oktober 2005 en september 2006 maandelijks watermonsters verzameld door Alterra.

De watermonsters van 2005 en 2006 van de Beekhuizerbeek, Filosofenbeek en Helbeek zijn geanalyseerd door de betreffende waterschappen in plaats van Hydron Advies en Diensten.

## 2.4.2 Macrofauna

Tussen 12 oktober en 8 november 2004 is de macrofaunagemeenschap bemonsterd op de in paragraaf 2.2 beschreven locaties. Van iedere bronlocatie is een (deel)brongebied geselecteerd op basis van representativiteit en kenmerkendheid. In tabel 2.4 is aangegeven op welke locaties deelbrongebieden zijn onderscheiden en op welke locaties het hele brongebied in ogenschouw is genomen. Tevens is in tabel 2.4 per locatie het oppervlak van het geselecteerde (deel)brongebied vermeld. De dominant aanwezige substraattypen, substraattypen die meer dan 5% van het totale oppervlak besloegen, zijn bemonsterd. De substraattypen zijn afzonderlijk van elkaar bemonsterd (deelmonster). Detritus is het vaakst bemonsterd naast mossen, zand, grind en (water)planten (Tabel 2.5). Voor monsternamen is gebruik gemaakt van een micromacrofaunashovel of een standaardmacrofaunanet. In totaal zijn 79 deelmonsters verzameld met de macrofaunashovel en 14 deelmonsters met het macrofaunanet (Tabel 2.5).

*Tabel 2.4. Weergave van de keuze om te werken met een deelbrongebied of brongebied en het oppervlakte van het geselecteerde (deel)brongebied.*

<b>locatie</b>	<b>(deel)brongebied</b>	<b>oppervlakte gebied</b>
Terzieterbeek,	deelbrongebied	52
Hemelbeek	deelbrongebied	152
Bunderbosbeek	brongebied	22
Rode beek (Brunssum)	deelbrongebied	600
Rode beek (Meinweg)	deelbrongebied	90
Nartheicumbeek	deelbrongebied	30
Helkuil	deelbrongebied	912
Filosofenbeek	brongebied	255
Beekhuizerbeek	brongebied	405
Mosbeek	deelbrongebied	748

*Tabel 2.5. Overzicht van de op macrofauna bemonsterde substraattypen gesommeerd over de 10 bronlocaties.*

<b>substraat</b>	<b>micromacrofauna shovel</b>	<b>standaard macrofaunanet</b>	<b>totaal</b>
blad	1	-	1
detritus	28	4	32
(water)planten	6	5	11
mossen	12	5	17
slib	5	-	5
zand	15	-	15
grind	12	-	12
<i>totaal</i>	<i>79</i>	<i>14</i>	<i>93</i>

De micromacrofaunashovel is gebruikt om kwetsbare habitats met een gering oppervlak (10 x 15 cm) te bemonsteren. De shovel is onder een hoek van 30-45 graden tot 2 cm diepte in het substraat geduwd en daarna horizontaal met een snelle beweging over 15 cm stroomopwaarts door de waterbodem gestoken, om vervolgens met één beweging boven water gehaald te worden. Het bemonsterde materiaal is overgebracht in emmers met water en getransporteerd naar het laboratorium.

Het gebruikte standaard macrofaunanet heeft een breedte van 25 cm en is 20 cm hoog. Het net heeft een maaswijdte van 500 µm. Op de gekozen monsterplek is het net voorzichtig horizontaal op het substraat geplaatst. Het net is vervolgens over een afstand van 25 cm schoksgewijs door de waterbodem, de waterkolom of het te bemonsteren substraat bewogen. Daarna is het bemonsterde materiaal overgebracht in emmers met water en getransporteerd naar het laboratorium.

In het laboratorium zijn de deelmonsters gekoeld tot ongeveer 5°C en onder beluchting bewaard tot het moment van uitzoeken. Voor het uitzoeken zijn de monsters gezeefd over zeven van respectievelijk 1 mm en 0.25 mm. De monsters zijn op het blote oog volledig uitgezocht in een transparante bak boven een lichtbron. In gevallen wanneer een diergroep getalsmatig sterk vertegenwoordigd was, is slechts een gedeelte van de organismen uitgezocht. De resterende individuen zijn geteld of geschat. De uitgezochte organismen zijn per diergroep verzameld. De Hydracarina zijn bewaard in Koenike (20% azijnzuur, 50% glycerol, and 30% demi-water), de Oligochaeta in 4 % formaline en de overige organismen in 70% ethanol. De organismen zijn gedetermineerd (indien taxonomisch mogelijk) tot op soortsniveau.

### 2.4.3 Macrofyten

Tussen 2 mei en 9 juni 2005 zijn opnames gemaakt van de watervegetatie van de geselecteerde (deel)brongebieden op de in paragraaf 2.2 beschreven locaties. De brongebieden worden gekenmerkt door een grote afwisseling van bronplekken, diffuse kwelzones en droge gronden. Alleen de aquatische en semi-aquatische delen van het brongebied zijn meegenomen in de inventarisatie. Verder zijn ook alleen water- en oeverplanten in het onderzoek betrokken. Per locatie is één opname gemaakt van een representatief proefvlak. De lengte en breedte van het proefvlak is afhankelijk gesteld van de heterogeniteit van de watervegetatie. De abundantie van de individuele soorten is opgenomen volgens de Tansley-schaal (Tabel 2.6). In de KRW deelmaatlat soortensamenstelling voor de macrofyten worden andere abundantieklassen gehanteerd dan in de vegetatiekunde gebruikelijke Tansley abundantieklassen. In tabel 2.6 is daarom een vertaling gegeven van de Tansley abundantieklassen naar de voor de KRW maatlat gehanteerde abundantieklassen.

Tabel 2.6. Tansley abundantieklassen en vertaling naar KRW abundantieklassen.

codering	omschrijving	codering	KRW abundantieklasse
d	dominant (alleen > 50% bedekkend)		3
cd/ld	co-dominant/lokaal dominant (samen met een of meer soorten > 50% bedekking)		3
a	abundant (veel individuen, < 50% bedekking)		3
la	lokaal abundant (lokaal veel individuen, < 50% bedekking)		2
f	frequent (veel individuen, lage bedekking)		2
lf	lokaal frequent (lokaal veel individuen lage bedekking)		1
s	plaatselijk (weinig individuen)		1
ls	lokaal plaatselijk		1
r	zeldzaam (enkele individuen)		1

#### 2.4.4 Epifytische diatomeeën

De diatomeeën zijn tegelijk met de macrofauna bemonsterd binnen de geselecteerde (deel)brongebieden. In alle bronnen zijn diatomeeën bemonsterd door het schrapen van diatomeeën van verschillende substraten (zoals grind en takjes), het oplepelen van zand of het met pincet verzamelen van stukjes substraat (zoals plantendelen en stukjes blad). Per locatie zijn vijf tot zeven substraattypen bemonsterd, afhankelijk van het aantal aanwezige substraattypen. In paragraaf 7.1 is per locatie een overzicht gegeven van de bemonsterde substraattypen. De monsters van de verschillende substraattypen zijn apart van elkaar verwerkt. Wanneer de monsters de volgende dag niet zijn bewerkt voor het vervaardigen van preparaten, zijn ze gefixeerd door middel van het toevoegen van 37% formaline. De hoeveelheid formaline hing af van de hoeveelheid te fixeren materiaal. De eindconcentratie formaline in de container bedroeg 4 %. Indien de monsters de volgende dag wel zijn bewerkt voor het vervaardigen van preparaten zijn ze niet gefixeerd. In plaats daarvan zijn deze monsters na transport naar het laboratorium, bewaard in de koelkast. Per monster (preparaat) zijn 400 schaaldelen bekeken met een vergroting van 1000x. In paragraaf 7.1 is per locatie een overzicht gegeven van het aantal bekeken schaaldelen. De in de aangetroffen diatomeeën zijn gedetermineerd en geteld. De rest van het preparaat is doorgezocht voor het vaststellen van 'extra taxa'. Op deze wijze is voorkomen dat zeldzame soorten zijn gemist.

### 2.5 Analyse

De hydromorfologische en fysisch-chemische meetwaarden van de 10 geselecteerde bronlocaties zijn vergeleken met de referentiewaarden zoals gegeven door Verdonschot & van den Hoorn (2004) en Heinis et al. (2004).

De taxonlijsten en abundantie van de macrofauna, macrofyten en fytobenthos zijn vergeleken met:

- indicatoren en doelsoorten uit het 'Aquatische Supplement Deel 1: Bronnen' (alle typen; Verdonschot, 2000);
- indicatoren en doelsoorten uit het 'Handboek Natuurdoeltypen': NDT-3.2 uit 'permanente bron' (Bal et al., 2001);
- de indicatoren uit de KRW deelmaatlaten.

Deze vergelijking is gebaseerd op:

- een kwalitatieve benadering waarbij het aantal overlappende taxa en het procentuele aandeel van overlap is berekend;
- een kwantitatieve benadering waarbij het aantal individuen/de bedekking van de overlappende taxa en het procentuele aandeel van overlap is berekend.

Daarnaast zijn per kwaliteitselement de betreffende KRW type R2 deelmaatlaten berekend volgens Van der Molen (2004), behalve voor het fytobenthos. In 2005 is besloten om alleen de grote watertypen aan de Europese Commissie te rapporteren. Na deze beslissing zijn nog enkele verbeteringen doorgevoerd voor KRW maatlaten

van de grotere watertypen (Van der Molen & Pot, 2007). Het KRW type R2 valt niet onder deze grotere watertypen. Omdat na validatie is gebleken dat de in Van der Molen (2004) beschreven KRW maatlat voor fyto-benthos niet voldeed (Van Dam, 2007), is besloten om de KRW maatlat voor de grotere watertypen beschreven in Van der Molen & Pot (2007) te berekenen. Volgens Van der Molen & Pot (2007) kan de KRW maatlat voor fyto-benthos namelijk worden toegepast op ieder riviertype.

Naast het bovenstaande is voor de macrofauna ook gekeken naar het aantal en de abundantie van zeldzame soorten (volgens de nationale zeldzaamheidslijst van Nijboer & Verdonschot (2001)).

Omdat in het 'Aquatisch Supplement' en het 'Handboek Natuurdoeltypen' geen fyto-benthos taxa zijn opgenomen als indicatoren of doelsoorten, zijn ter vervanging de Van Dam indexwaarden voor saprobie (S) en trofie (T) (Van Dam, 1994) uitgerekend per monster aan de hand van de volgende formule:

$$D = \frac{\sum(n_i * d_i)}{n_i}$$

met:

- D = Van Dam indexwaarde (voor N, O, S of T)
- $n_i$  = aantal individuen van taxon i in een monster
- $d_i$  = Van Dam indexwaarde (voor N, O, S of T) voor taxon i

### 3 Hydromorfologie

#### 3.1 KRW referentiewaarden

Voor de KRW typen zijn referentiewaarden opgesteld voor een aantal hydromorfologische kwaliteitselementen (Tabel 3.1). Deze referentiewaarden zijn voorgesteld door Verdonschot & Van den Hoorn (2004).

Tabel 3.1. Referentiewaarden voor de hydromorfologische kwaliteitselementen van KRW type R2 (Verdonschot & van den Hoorn, 2004).

<b>variabele</b>	<b>code</b>	<b>eenheid</b>	<b>laag</b>	<b>hoog</b>
waterdiepte	D	m	0.01	0.20
stroomsnelheid	V	m s <sup>-1</sup>	0.01	0.50
afvoer	Q	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	0.0005	0.08
kwel	Kwel	0/1	1	1
riviercontinuïteit	Rc	0/1	0	1
waterdiepte variatie	Dv	m	0	0.50
dwarsprofiel onregelmatig	dp-o	0/1	1	1
dwarsprofiel intermediair	dp-i	0/1	0	0
dwarsprofiel regelmatig	dp-r	0/1	0	0
mineraal slib	Slib	%	0	5
mineraal zand	Zand	%	15	90
mineraal grind	Grind	%	0	15
mineraal keien	Kei	%	0	5
organisch stam/tak	Tak	%	10	30
organisch blad	Blad	%	10	50
organisch detritus/slib	Detr	%	15	80
organisch plant	Mfyt	%	0	90
opgaande begroeiing	Hwal	0/1	1	1
beschaduwing	Scha	%	80	100

#### 3.2 Meetwaarden

De bronlocaties van de Rode beek (Meinweg), de Rode beek (Brunssum), de Nartheciumbeek en de Mosbeek voldoen niet aan de KRW referentiewaarden voor beschaduwing en opgaande begroeiing (Tabel 3.2). Het gaat op deze locaties om open, half-natuurlijke landschappen, zoals hooilanden en heidevelden. De bronnen zijn allemaal omgeven door natuurterrein, behalve de bronnen van de Terzieterbeek, die op enkele meters vanaf agrarisch grasland ontspringen. De verhouding tussen aquatische en terrestrische delen in de brongebieden verschillen sterk van 4:1 in de bronnen van de Terzieterbeek tot 1:4 in de bronnen van de Beekhuizerbeek. Ook de helling van het brongebied verschilt sterk van 0.21 cm/m in Terziet tot 0.01 cm/m langs de Rode beek (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. *Overzicht van de morfologische meetwaarden op de 10 bronlocaties. Grijs indiceert een afwijking van de KRW referentiewaarde.*

variabele	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek
beschaduwning (%)	95	95	100	-	20	20	80	80	80	-
houtige vegetatie (%)	95	95	60	20	60	40	20	20	20	-
opgaande begroeiing	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
landgebruik loofbos (%)	50	100	100	20	-	-	100	100	100	-
landgebruik open ruigte (%)	-	-	-	80	20	80	-	-	-	10
landgebruik grasland (%)	50	-	-	-	-	-	-	-	-	90
landgebruik broekbos (%)	-	-	-	-	80	20	-	-	-	-
verhouding water:land	4:1	1:3	2:3	3:7	2:3	3:7	3:7	2:3	1:4	1:3
helling brongebied (cm/m)	0.21	0.11	0.12	0.01	0.01	0.04	0.06	0.08	0.02	0.03

De afvoeren van de tien bronnen verschillen sterk, van 0.0001 m<sup>3</sup>/s in de Mosbeek tot 0.0025 (m<sup>3</sup>/s) in de Terzieterbeek (Tabel 3.3). Bij deze waarden moet in acht worden genomen dat slechts eenmalig gemeten is. De afvoer voldoet op alle bronlocaties aan de KRW referentiewaarden. De gemiddelde stroomsnelheid op de locaties varieert tussen de 4 en 38 cm/s. De stroomsnelheid voldoet op alle locaties aan de KRW referentiewaarden. Op alle locaties is sprake van kwel (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. *Overzicht van de hydrologische meetwaarden op de 10 bronlocaties.*

locatie	stroomsnelheid (cm/s)	afvoer (m <sup>3</sup> /s)	kwel (0/1)
Terzieterbeek	23	0.0025	1
Hemelbeek	4	0.0013	1
Bunderbosbeek	14	0.0012	1
Rode beek (Brunssum)	6	0.0006	1
Rode beek (Meinweg)	7	0.0007	1
Nartheicumbeek	23	0.0009	1
Helkuil	6	0.0018	1
Filosofenbeek	25	0.0008	1
Beekhuizerbeek	38	0.0043	1
Mosbeek	7	0.0001	1

De substraatverdeling verschilt sterk tussen de tien onderzochte bronlocaties (Tabel 3.4). Detritus komt in alle bronnen voor, zand, mossen en grind komen vaak voor, terwijl keien, slib, blad (seizoensverschijnsel), hout en draadwieren incidenteel aanwezig zijn. In de helft van de bronnen spelen hogere planten een duidelijke rol. Op de volgende drie punten wijken de KRW referentiewaarden voor substraat af van de meetwaarden: (1) de grote variatie in het aandeel grind, (2) de relatieve lage maximale waarde voor zand en (3) de lage waarde voor het aandeel hout (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Bedekkingspercentages van de verschillende substraten op de 10 bronlocaties. Grijs indiceert een over- of onderschrijding van de KRW referentiewaarde.

locatie	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek
keien	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
grind	15	70	4	-	-	-	40	50	-	-
zand	2	10	10	-	-	20	5	5	-	5
mineraal slib	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
organisch slib	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
detritus	10	10	84	40	40	75	10	5	60	60
blad	-	-	-	-	-	-	40	30	-	-
hout	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
draadwier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mos	30	-	1	50	50	5	-	10	-	-
plant	30	-	-	15	10	-	-	-	40	30

### 3.3 Discussie en aanbevelingen

Een aantal variabelen, die wel zijn opgenomen in Verdonschot & Van den Hoorn (2004) met een KRW referentiewaarde, zijn in dit hoofdstuk niet besproken. Het gaat om de variabelen: breedte, waterdiepte, variatie waterdiepte, dwarsprofiel, riviercontinuïteit. De variabelen breedte, waterdiepte, variatie waterdiepte en dwarsprofiel zijn niet besproken, omdat ze zeer lastig zijn vast te stellen door de grote diversiteit van de brongebieden. De variabele riviercontinuïteit is niet besproken, omdat deze niet relevant is op het niveau van een bronlocatie. Riviercontinuïteit is een variabele om te beoordelen op het niveau van een heel riviersysteem. We bevelen aan de bovenstaande variabele niet te gebruiken bij de beoordeling van de hydromorfologische toestand van bronlocaties.

De gemeten variabelen voldoen in de meeste gevallen aan de KRW referentiewaarden. De enige variabelen die op een aantal locaties niet aan de KRW referentiewaarden voldoen zijn de substraatbedekkingspercentages en de mate van beschaduwning. Het is aannemelijk dat de verdeling over de verschillende substraattypen op de 10 bronlocaties niet afwijken van de referentiesituatie. We bevelen daarom aan de KRW referentiewaarden voor grind te veranderen van 0 – 15% naar 0 – 70%, voor zand van 15 - 90% naar 0-90% en voor hout (stam/tak) van 10 -30% naar 0-30%. De mate van beschaduwning voldoet op de locaties Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg), Nartheicumbeek en Mosbeek niet aan de KRW referentiewaarden. Het gaat op deze locaties om open, half-natuurlijke landschappen, zoals hooilanden en heidevelden. De natuurlijke situatie in bronnen is van oorsprong



bos, hoewel dat door de natte omstandigheden wel redelijk open kan zijn. Het is een beleidsafweging of onder een referentiesituatie ook half-natuurlijke landschappen mogen vallen. Zo ja, dan kan de mate van beschaduwning beter niet mee worden opgenomen in de KRW beoordeling.

## 4 Fysisch-chemische variabelen

### 4.1 KRW referentiewaarden

In het achtergronddocument ‘Referentiewaarden algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen’ (Heinis et al., 2004) zijn per KRW watertype referentiewaarden vastgesteld voor de verplichte fysisch-chemische kwaliteitselementen beschreven in de KRW (Tabel 4.1). Naast de verplichte kwaliteitselementen zijn tevens referentiewaarden gegeven voor aanvullende fysisch-chemische variabelen (Tabel 4.2). De referentiewaarden voor de variabelen temperatuur, zuurstof, pH, totaal-fosfaat, geleidbaarheid, calcium, ammonium, nitraat, orthofosfaat, kalium, natrium, hardheid, magnesium en totaal organisch koolstof komen overeen met de waarden opgenomen in het ‘Aquatisch Supplement’ of het ‘Handboek Natuurdoeltypen’ (Tabel 4.1, 4.2 en 4.3). Geen enkele variabele wijkt af, alleen het verschil tussen mineralenarm en matig mineralenrijk is niet overgenomen; afhankelijk van de variabele is gekozen voor de grenzen van matig mineralenrijk of mineralenarm (Tabel 4.2). Alleen voor de variabele totaal-stikstof zijn in het ‘Handboek Natuurdoeltypen’ en het ‘Aquatisch Supplement’ geen referentiewaarden opgenomen. In de verschillende documenten ontbreekt een onderbouwing van de opgegeven referentiewaarden.

Tabel 4.1. Referentiewaarden voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van KRW type R2 (Heinis et al., 2004). In de laatste kolom is aangegeven uit welke literatuur de KRW referentiewaarden zijn overgenomen (AS=Aquatische Supplement, NDT=Handboek Natuurdoeltypen).

kwaliteitselement	descriptor	eenheid	onder-grens	boven-grens	afgeleid van
thermische omstandigheden	dagwaarde	°C	4	14	NDT/AS
zuurstofhuishouding	verzadiging	%	50	110	NDT/AS
zoutgehalte	saliniteit	g Cl/l	-	0.025	AS
verzuringgraad	pH	-	4.5	7.5	AS
nutriënten	totaal-fosfaat	mg P/l	-	0.04	AS
	totaal-stikstof	mg N/l	-	0.4	-

Tabel 4.2. Referentiewaarden voor de algemene fysisch-chemische variabelen (in ranges) van KRW type R2 (Heinis et al., 2004). In de laatste kolom is aangegeven uit welke literatuur de KRW referentiewaarden zijn overgenomen (AS=Aquatische Supplement, NDT=Handboek Natuurdoeltypen).

variabele	ondergrens	bovengrens	afgeleid van
EGV (µS/cm)	-	250	AS (mineralenarm)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg N/l)	-	0.35	AS (mineralenrijk)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg N/l)	-	0.4	AS
o-P (mg P/l)	-	0.034	AS (mineralenrijk)
Hardheid (dH)	0	5	AS (mineralenarm)
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	0	>30	AS
Na <sup>+</sup> (mg/l)	0	20	AS (mineralenrijk)
TOC	-	2	AS
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	0	20	NDT
Fe <sup>2+</sup> (mg/l)	-	30	AS01-01
K <sup>+</sup> (mg/l)	0	30	AS (mineralenrijk)

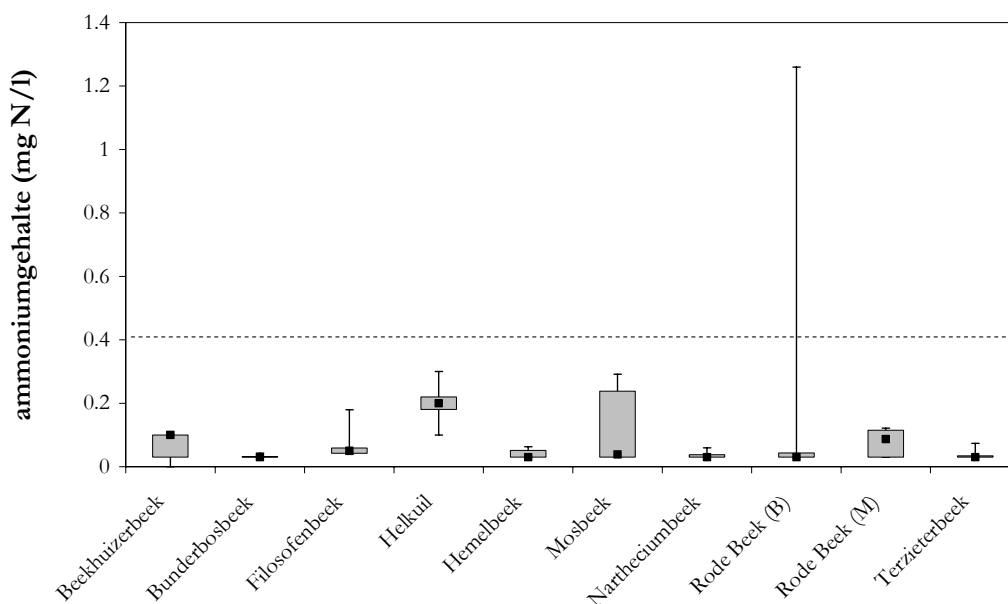
Tabel 4.3. Abiotische toestandvariabelen (in ranges) zoals opgenomen in het 'Aquatisch Supplement Deel 1: Bronnen' (Verdonschot, 2000).

brontype	AS01-2	AS01-4	AS01-6	AS01-3	AS01-5	AS01-7	AS01-1
afvoer	matig	Laag	matig	matig	laag	matig	hoog
uittredings-oppervlak	plek	diffuse plek		plek	plek of diffuus		punt, geconcentreerd
mineralenrijkdom	Arm			matig rijk			
T (°C)	6 – 12	4 – 14		6 – 12	4 – 14		8 – 10
O <sub>2</sub> (%)	> 70	> 50		> 50			
pH	4.5 – 5.5			6.5 – 7.5			
EGV(µS/cm)	< 250			> 250			
Hardheid (dD)	< 5			> 5			
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	< 30			> 30			
Na <sup>+</sup> (mg/l)	< 10			3 – 20			
K <sup>+</sup> (mg/l)	< 4			4 – 30			
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	< 5			> 5			
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	< 25			< 25			
NH <sup>4+</sup> (mgN/l)	< 0.4			< 0.4			
NO <sup>3-</sup> (mgN/l)	0			< 0.35			
o-P (mgP/l)	< 0.007			< 0.034			
t-P (mgP/l)	< 0.015			< 0.040			
TOC (mg/l)	< 2			< 2			
Fe <sup>2+</sup> (mg/l)	< 0.2			< 0.2			
inundatie	nec	Ja	nec	ja	nec	ja	nec

## 4.2 Meetwaarden

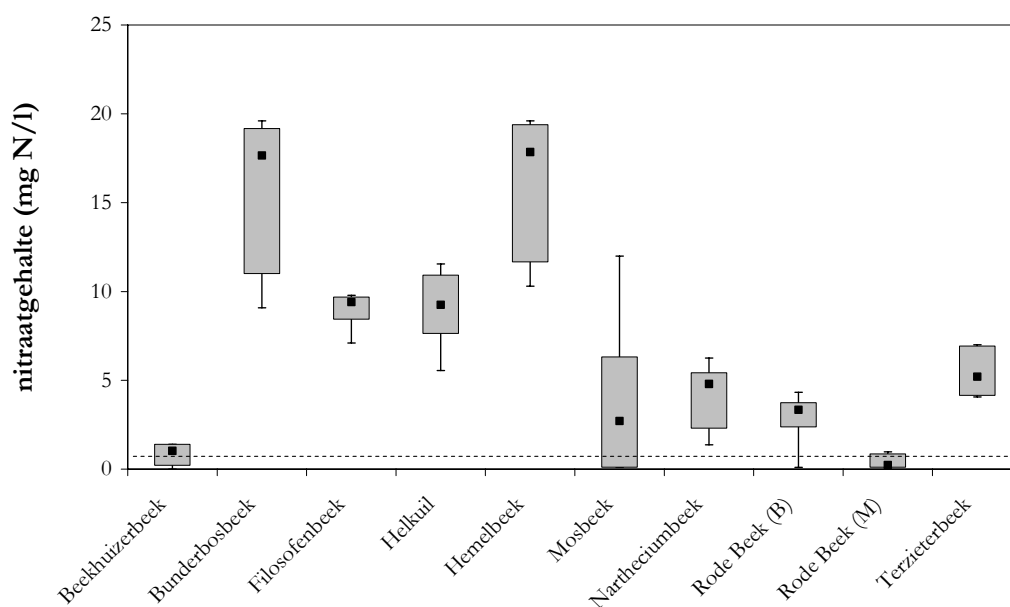
De ranges in meetwaarden voor de verschillende variabelen zijn in deze paragraaf vergeleken met de KRW referentiewaarden, waarbij de 10% laagste meetwaarden en 10% hoogste meetwaarden buiten beschouwing zijn gelaten.

De ammoniumgehalten liggen op alle 10 de bronlocaties ver onder de KRW referentiewaarde (Figuur 4.1).



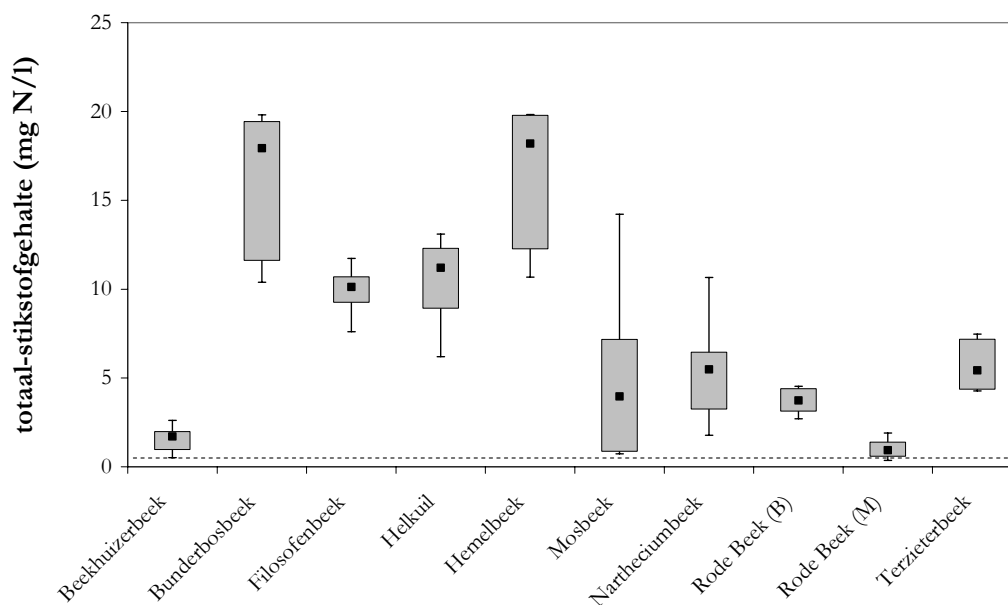
Figuur 4.1. Ammoniumgehalten gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De nitraatgehalten liggen op bijna alle bronlocaties gedurende het hele jaar ver boven de KRW referentiewaarde (Figuur 4.2). In vergelijking tot de overige locaties zijn de overschrijdingen van de KRW referentiewaarde op de locaties Beekhuizerbeek en de Rode Beek (Meinweg) relatief klein.



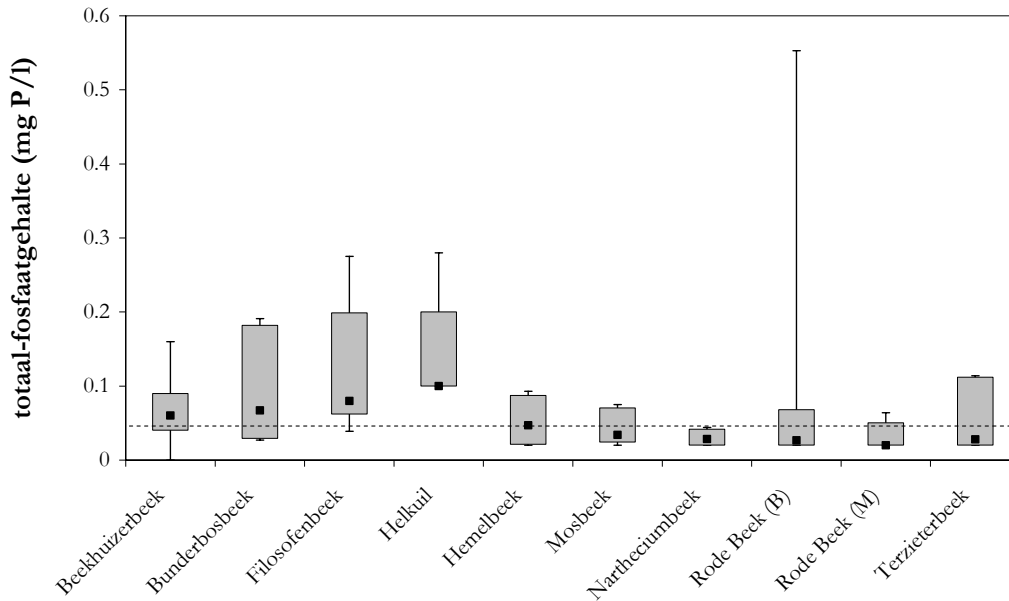
Figuur 4.2. Nitraatgehalten gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

Op geen van de locaties zijn totaal-stikstofgehalten gemeten. De totaal-stikstofgehalten zijn berekend uit de Kjeldahl stikstof-, nitraat- en nitrietgehalten. Op de meeste locaties wordt de KRW referentiewaarde voor totaal-stikstof gedurende het grootste deel van het jaar ver overschreden (Figuur 4.3). Deze overschrijdingen zijn vooral aan de hoge nitraatgehalten toe te schrijven. De totaal-stikstofgehalten op de locaties Bunderbosbeek, Filosofenbeek, Helkuil en Hemelbeek liggen veel hoger dan op de overige locaties (Figuur 4.3).



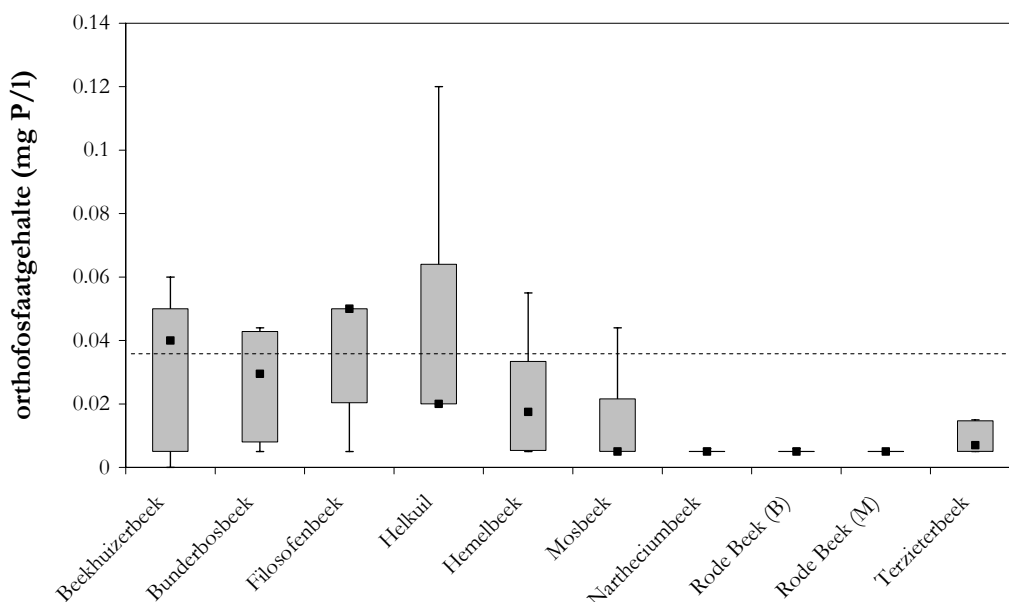
Figuur 4.3. Totaal-stikstofgehalten gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De KRW referentiewaarde voor het totaal-fosfaatgehalte wordt op alle locaties overschreden, met uitzondering van de locaties Nartheciumbeek en Rode beek (Meinweg) (Figuur 4.4). De AS-norm voor totaal-fosfaat voor mineralenarme bronnen (0.015 mg/l) wordt op alle locaties overschreden.



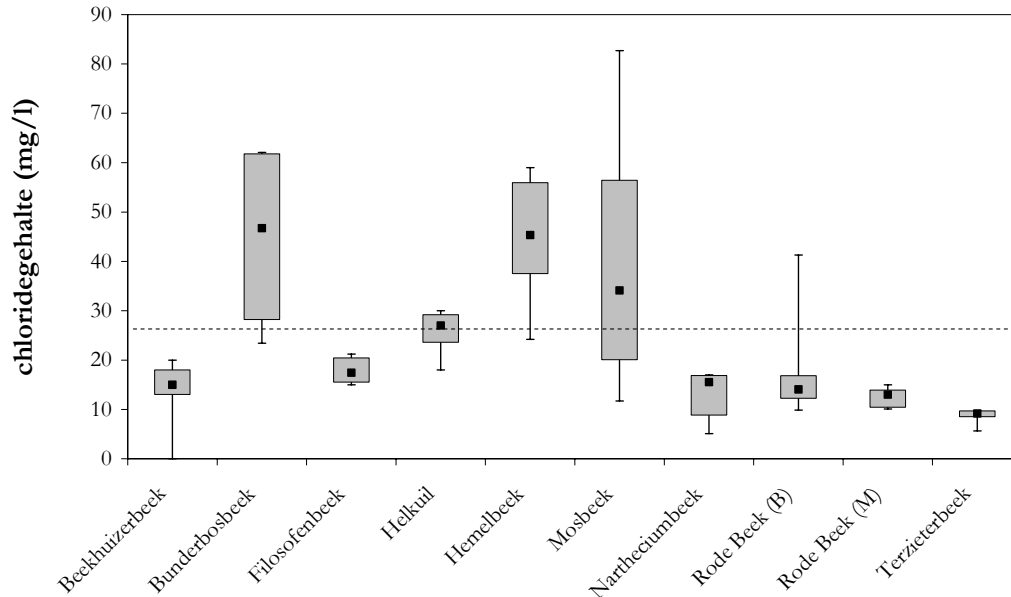
Figuur 4.4. Totaal-fosfaatgehaltes gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De KRW referentiewaarde voor het orthofosfaatgehalte wordt op de locaties Beekhuizerbeek, Bunderbosbeek, Filosoferbeek en Helkuil overschreden (Figuur 4.5). Op de overige locaties wordt de KRW referentiewaarde voor het orthofosfaatgehalte niet overschreden. De mediane orthofosfaatgehaltes op de locaties Mosbeek, Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en de Terzieterbeek liggen zeer laag ten opzichte van de overige locaties (Figuur 4.5). De orthofosfaatgehaltes op de locaties Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) voldoen zelfs aan de AS-norm voor mineralenarme bronnen.



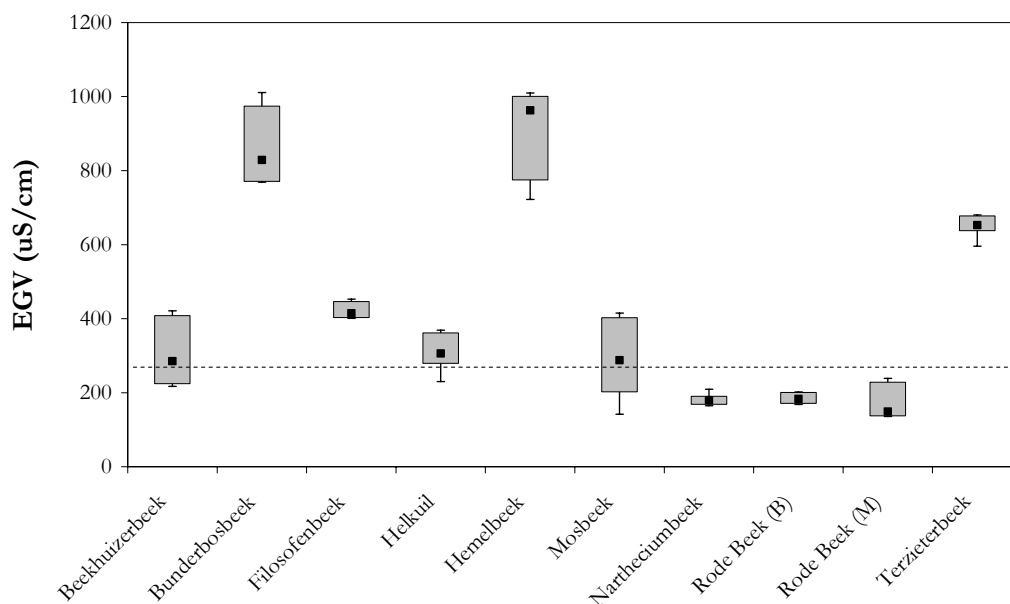
Figuur 4.5. Orthofosfaatgehaltes gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De chloridegehalten voldoen op de locaties Bunderbosbeek, Helkuil, Hemelbeek en Mosbeek niet aan de KRW referentiewaarde (Figuur 4.6). Op de overige locaties wordt de KRW referentiewaarde voor het chloridegehalte niet overschreden



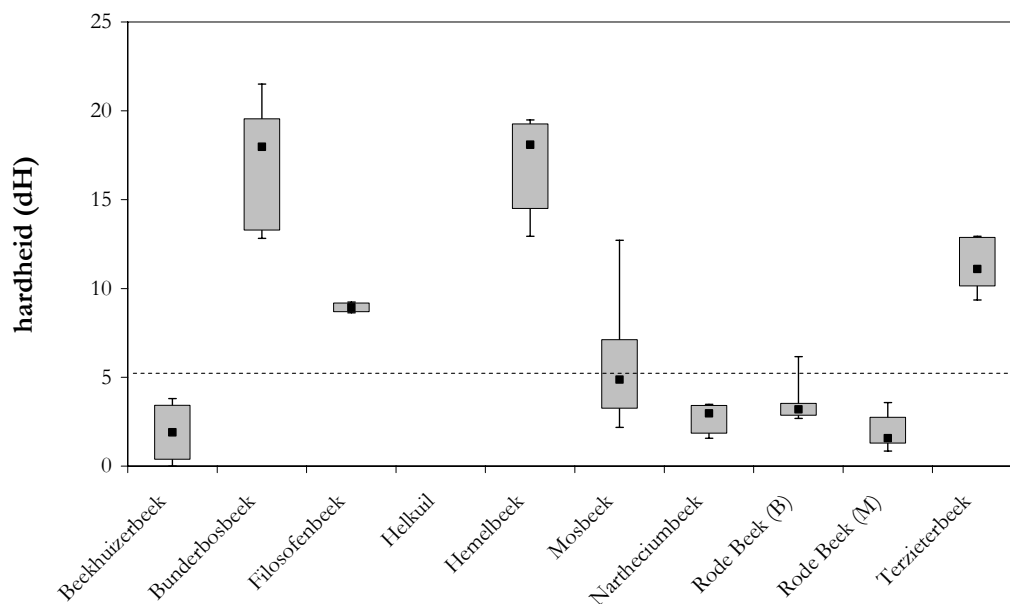
Figuur 4.6. Chloridegehalten gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum

Alleen op de locaties Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) voldoet het EGV aan de KRW referentiewaarden (Figuur 4.7). Wanneer de AS-norm voor matig mineralen rijke bronnen ( $>250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) zou worden gehanteerd als KRW referentiewaarde in plaats van de AS-norm voor mineralenarme bronnen ( $<250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) voldoen alle bronlocaties aan de KRW referentiewaarde (Figuur 4.7). De geleidbaarheid is hoog in de kalkrijke gebieden van Zuid-Limburg (Terzieterbeek, Hemelbeek, Bunderbosbeek) en matig op stuwwallen van Nijmegen (Helkuil, Filosoferbeek) en Twente (Mosbeek). Het geleidend vermogen is laag op de overige locaties (Figuur 4.7).



Figuur 4.7. EGV gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

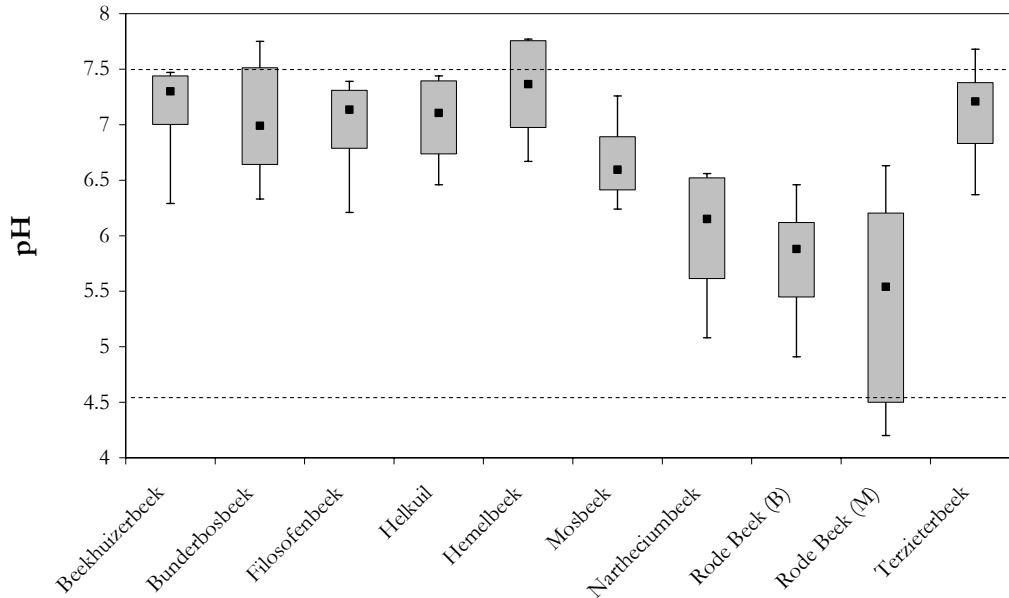
De KRW referentiewaarde voor hardheid wordt overschreden op de locaties Bunderbosbeek, Filosofenbeek, Hemelbeek, Mosbeek en Terzieterbeek (Figuur 4.8). De hardheid voldoet op de overige vier locaties wel aan de KRW referentiewaarde. Van de locatie Helkuil zijn geen meetwaarden beschikbaar.



Figuur 4.8. Hardheid gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

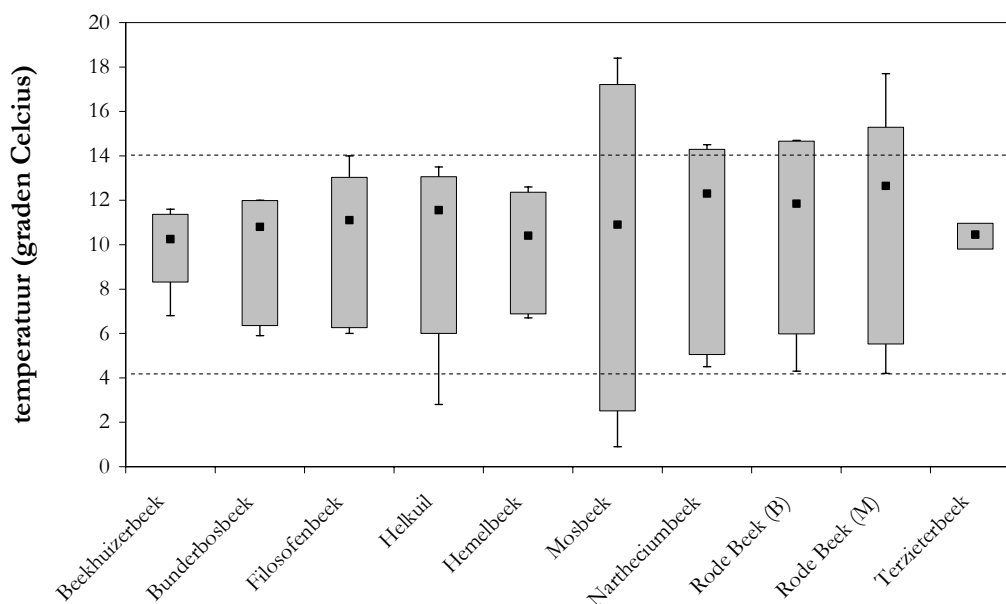


Alleen op de locatie Hemelbeek wordt de KRW referentiewaarde voor de pH overschreden (Figuur 4.9). De mediane pH-waarde op de locaties Mosbeek, Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) ligt benden de 6.5, terwijl deze op de overige locaties rond de 7 en 7.5 liggen. Op geen van de locaties ligt de pH tussen de 4.5 en 5.5: de AS-norm voor mineralenarme bronlocaties (Figuur 4.9).



Figuur 4.9. pH gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (— —). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De temperatuur overschrijdt op de locaties Mosbeek, Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) de bovengrens van de KRW referentiewaarde (Figuur 4.10). De temperatuur in de Mosbeek overschrijdt een aantal keer per jaar ook de ondergrens van de KRW referentiewaarde (Figuur 4.10).



Figuur 4.10. Temperatuur gemeten op de 10 bronlocaties ten opzichte van de KRW referentiewaarde (---). De zwarte blokjes komen overeen met de mediaan, de onder- en bovenkant van de grijze blokken met het 10-percentiel en 90-percentiel en de foutbalken met het minimum en maximum.

De KRW referentiewaarde voor de bovengrens van het natriumgehalte wordt alleen op de locatie Mosbeek overschreden (met slechts 2 mg/l) (Tabel 4.4). Alleen op de locaties Terzieterbeek, Rode Beek (Brunssum) en Beekhuizerbeek voldoet het natriumgehalte aan de AS-norm voor mineralenarme bronnen (<10 mg/l). De KRW referentiewaarde voor de bovengrens van het magnesiumgehalte wordt alleen op de locaties Hemelbeek en Bunderbosbeek overschreden (met slechts 2 mg/l) (Tabel 4.4). Op de locaties Terzieterbeek, Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg), Nartheciumbeek en de Beekhuizerbeek voldoet het magnesiumgehalte zelfs aan de AS-norm voor mineralenarme bronnen (<5 mg/l). De KRW referentiewaarden voor kalium en ijzer worden op geen van de locaties overschreden en liggen in bijna alle gevallen zelfs ver onder de KRW referentiewaarde (Tabel 4.4). Op de locaties Bunderbosbeek, Hemelbeek, Terzieterbeek, Rode beek (Brunssum), Nartheciumbeek en de Mosbeek voldoet het ijzergehalte zelfs aan de AS-norm (0.2 mg/l). Het ijzergehalte op de locatie Rode beek (Meinweg) ligt veel hoger dan op de overige locaties. Het kaliumgehalte voldoet op alle locaties, behalve de locaties Filosoferbeek en Mosbeek ook aan de AS-norm voor mineralenarme bronnen (<4 mg/l). De KRW referentiewaarde voor calcium wordt op geen van de bronlocaties overschreden (Tabel 4.4). Opvallend zijn de relatief hoge calciumgehalten in de Terzieterbeek, Hemelbeek en de Bunderbosbeek. Op de locaties Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg), Nartheciumbeek en voldoet het calciumgehalte aan de AS-norm voor mineralenarme bronnen (<30 mg/l) (Tabel 4.4).

Tabel 4.4. Het 10-percentiel en 90-percentiel van de op de 10 bronlocaties gemeten calcium-, magnesium-, natrium-, kalium- en ijzergehaltes. Grijs indiceert een overschrijding van de KRW referentiewaarde.

locatie	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Fe (mg/l)
KRW referentiewaarde	0 - >30	0 - 20	0 - 20	0 - 30	0 - 30
Terzieterbeek	69 - 89	1.5 - 2.2	2.7 - 4.2	0.7 - 1.1	0.01 - 0.01
Hemelbeek	88 - 108	12.4 - 22	11.4 - 16.9	0.6 - 1.4	0.01 - 0.01
Bunderbosbeek	83 - 118	12.1 - 21.7	8.8 - 18.5	0.6 - 1.5	0.01 - 0.01
Rode beek (Brunssum)	14 - 19	3.6 - 4.5	6.8 - 9.2	1.9 - 2.6	0.02 - 0.08
Rode beek (Meinweg)	6 - 14	2.1 - 3.7	7.4 - 10.4	1.3 - 2.2	0.29 - 7.48
Nartheicumbeek	10 - 18	2.2 - 3.9	5.2 - 10	1 - 2	0.01 - 0.14
Helkuil	27 - 31	5 - 7.7	12.8 - 20	1.2 - 1.8	0.03 - 1.06
Filosofenbeek	15 - 50	8 - 10	10 - 14.3	3 - 4.1	0.02 - 0.22
Beekhuizerbeek	2 - 29	3.8 - 4.9	7.7 - 9.3	0.9 - 1.5	0.11 - 3.8
Mosbeek	15 - 32	5.3 - 11.6	8.2 - 21.6	2.2 - 18.8	0.01 - 0.08

### 4.3 Discussie en aanbevelingen

Het onderscheid tussen kalkrijke en kalkarme bronnen in Nederland is beschreven door Maas (1959). De kalkrijke bodems in Zuid-Limburg leiden tot hoge geleidbaarheid en hardheid in de bronnen van de Hemelbeek, Bunderbosbeek en Terzieterbeek. Omdat voor deze variabelen de AS-norm voor mineralenarme bronnen als KRW referentiewaarden zijn gehanteerd, overschrijden de meetwaarden voor EGV en hardheid op al deze drie bronlocaties de KRW referentiewaarden. Dit geeft aan dat het onderscheid dat voor de bronnen wordt gemaakt in het 'Aquatisch Supplement' met bijbehorende normen gehandhaafd moet worden. Opvallend is dat de bron van de Filosofenbeek als enige van de bronnen op zandgronden ook de KRW referentiewaarden voor EGV en hardheid overschrijdt. Dit zou zowel een natuurlijke als antropogene oorzaak kunnen hebben.

De KRW referentiewaarden voor macroionen voldoen op bijna alle locaties aan de KRW referentiewaarden. De vraag is echter of hiermee de mineralenarme locaties afdoende zijn beschermd, omdat de KRW referentiewaarden voor calcium, magnesium, natrium en kalium zijn afgeleid van de AS-normen voor mineralenrijke bronnen. De relatief hoge calciumgehaltes voor de mineralenrijke bronnen van de Terzieterbeek, Hemelbeek en de Bunderbosbeek en de relatief hoge magnesiumgehaltes van de locaties Hemelbeek en Bunderbosbeek indiceren, dat het aanhouden van gedifferentieerde normen de voorkeur verdient zolang geen duidelijkheid bestaat over de effecten van verhoogde gehalten aan macroionen in mineralenarme bronnen.

De ammoniumgehaltes liggen op alle bronlocaties gedurende het hele jaar ver onder de KRW referentiewaarde van 0.4 mg N/l. Op basis van de op de 10 bronlocaties gemeten waarden zou de KRW referentiewaarde voor ammonium bijgesteld kunnen worden naar 0.24 mg N/l voor zowel mineralenarme als matig mineralenrijke bronnen.

Op bijna alle bronlocaties worden de KRW referentiewaarden voor nitraat, totaalstikstof en totaal-fosfaat overschreden. De meetwaarden voor totaal-stikstof en

nitraat overschrijden op sommige locaties wel 40 keer de norm. Aangezien de orthofosfaatgehalten op zes locaties onder de KRW referentiewaarde liggen is de beschikbaarheid van fosfor in deze bronnen waarschijnlijk een limiterende factor, waardoor in deze bronnen geen eutrofiëringverschijnselen zijn waargenomen. In de vier overige bronnen wordt de KRW referentiewaarde voor orthofosfaat wel overschreden, maar hier kan sprake zijn van lichtlimitatie, waardoor ook hier de effecten op voor de levensgemeenschap beperkt blijven (Nijboer, 2001). Zolang orthofosfaatgehalten laag zijn en/of sprake is van lichtlimitatie is het de vraag of het wel noodzakelijk is, om de KRW referentiewaarde voor ammonium naar beneden bij te stellen.

De verschillen in totaal-fosfaatgehalten en orthofosfaatgehalten tussen de verschillende bronlocaties kan in principe een natuurlijke oorzaak hebben. De op de locaties Mosbeek, Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) gemeten mediane orthofosfaatgehalten liggen laag in vergelijking tot de overige bronlocaties. Opvallend is dat dit juist de locaties zijn die nauwelijks beschadwd zijn (maximaal 20% beschadwing). Omdat het lastig is vast te stellen of de verschillen een natuurlijke of antropogene oorzaak hebben, kunnen voorlopig geen uitspraken worden gedaan over: (1) het eventueel bijstellen van de normen voor totaal-fosfaat en orthofosfaat en (2) de noodzaak tot het differentiëren van de normen tussen voedselrijke en voedselarme bronnen.

De zuurstofverzadiging is slechts eenmalig gemeten op de bronlocaties. De zuurstofverzadiging is onder andere afhankelijk van temperatuur (warmer water kan minder zuurstof bevatten) en de aanwezigheid van primaire producenten (deze produceren overdag zuurstof en verbruiken deze 's nachts), waardoor de zuurstofverzadiging sterk kan wisselen afhankelijk van het weer en het tijdstip van de dag. Om deze reden heeft het alleen zin om normen voor zuurstofverzadiging op te stellen wanneer deze continu wordt gemeten.

De temperatuur overschrijdt op de locaties Mosbeek, Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) de bovengrens van de KRW referentiewaarde. De variatie in de gemeten temperatuur is op deze vier locaties ook duidelijk groter dan op de overige zes locaties. Zowel het overschrijden van de bovengrens als de grotere variatie in temperatuur is het gevolg van het ontbreken/de lage mate van beschadwing in vergelijking tot de overige locaties. Omdat de constante brontemperatuur één van de belangrijkste factoren die de levenscycli en productie van bronorganismen bepaalt (Verdonschot, 2000), kunnen de grotere variatie in temperatuur alswel de hogere temperaturen in onbeschadwde bronnen van grote invloed zijn op de samenstelling van de levensgemeenschap in dergelijke bronnen. Zoals al in hoofdstuk 3 is beschreven, gaat het op deze vier locaties om open, half-natuurlijke landschappen, zoals hooilanden en heidevelden. De natuurlijke situatie in bronnen is van oorsprong bos, hoewel dat door de natte omstandigheden wel redelijk open kan zijn. Het is een beleidsafweging of onder een referentiesituatie ook half-natuurlijke landschappen mogen vallen. Zo ja, dan zullen de boven- en ondergrens voor temperatuur moeten worden bijgesteld.

De KRW referentiewaarde voor pH wordt op slechts één locatie overschreden. Er bestaan echter grote verschillen in pH tussen de verschillende bronlocaties. In het 'Aquatisch Supplement' wordt dan ook een andere norm gehanteerd voor mineralenarme bronnen dan mineralenrijke bronnen. De in de bronnen gemeten waarden komen echter niet overeen met deze indeling. In de praktijk blijken de waarden voor de mineralenarme bronnen hoger te liggen (tussen de 4.5 en 6.5 in plaats van tussen de 4.5 en 5.5) en blijken bronnen die van nature niet rijk zijn aan macroïonen (Beekhuizerbeek, Filosofenbeek, Helkuil, Mosbeek) toch een hoge pH te hebben. Ook hier is het lastig vast te stellen of de verschillen ten opzichte van de normen uit het 'Aquatisch Supplement' een natuurlijke of antropogene oorzaak hebben. Voorlopig kunnen dus geen uitspraken worden gedaan over het eventueel bijstellen van de normen en de noodzaak tot het differentiëren van de normen tussen mineralenarme en mineralenrijke bronnen.

## 5 Macrofauna

Het aantal in de bronnen aangetroffen taxa varieert van 42 op de locatie Rode beek (Meinweg) tot 77 op de locatie Hemelbeek. Gemiddeld zijn 57 taxa aangetroffen in de bronnen. Het aantal individuen varieert van 706 op de locatie Rode beek (Brunssum) tot 7108 op de locatie Filosofenbeek (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Het aantal taxa en het aantal individuen aangetroffen per bronlocatie.

locatie	taxa	individuen
Terzieterbeek	76	2687
Hemelbeek	77	2714
Bunderbosbeek	56	1160
Rode beek (Brunssum)	45	706
Rode beek (Meinweg)	42	927
Nartheicumbeek	45	1861
Helkuil	48	3205
Filosofenbeek	71	7108
Beekhuizerbeek	61	2745
Mosbeek	47	860
<i>gemiddelde</i>	<i>57</i>	<i>2397</i>

### 5.1 Natuurdoeltypen indicatoren en doelsoorten

#### *Indicatoren*

In totaal zijn er 40 indicatoren macrofauna beschreven in het 'Handboek Natuurdoeltypen' voor het NDT-3.2: permanente bron (Bal et al., 2001). Het procentuele aandeel in de bronnen aangetroffen indicatoren varieert van 0% op de locatie Rode beek (Brunssum) tot 13% op de locatie Bunderbosbeek (Tabel 5.2). Het procentuele aandeel indicator individuen varieert van 0% op de locatie Rode beek (Brunssum) tot 19% op de locatie Helkuil. De indicatoren vormen maximaal 28% van het totale aantal individuen aangetroffen op een locatie (Tabel 5.2).

Tabel 5.2. Het procentuele aandeel NDT-indicatoren aangetroffen per bronlocatie.

locatie	taxa	individuen
Terzieterbeek	9	7
Hemelbeek	8	3
Bunderbosbeek	13	6
Rode beek (Brunssum)	-	-
Rode beek (Meinweg)	5	2
Nartheicumbeek	9	4
Helkuil	4	19
Filosofenbeek	6	2
Beekhuizerbeek	8	15
Mosbeek	6	11
<i>gemiddelde</i>	<i>7</i>	<i>7</i>

Het aantal in de bronnen aangetroffen indicatoren van ‘matig mineralenrijke bron’ (NDT-3.2b) varieert van nul op de locatie Rode beek (Brunssum) tot zeven op de locatie Bunderbosbeek (Tabel 5.3). Van het type ‘mineralenarme bron’ zijn slechts één tot drie indicatoren aangetroffen per bronlocatie.

Tabel 5.3. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) NDT-indicatoren in aantal taxa, aangetroffen per bronlocatie.

locatie	geen NDT-3.2 indicator	NDT-3.2a	NDT-3.2b
Terzieterbeek	69 (91)	2 (3)	6 (8)
Hemelbeek	71 (92)	1 (1)	6 (8)
Bunderbosbeek	49 (88)	1 (2)	7 (13)
Rode beek (Brunssum)	44 (98)	-	-
Rode beek (Meinweg)	39 (93)	1 (2)	2 (5)
Nartheicumbeek	41 (91)	2 (4)	3 (7)
Helkuil	46 (96)	1 (2)	2 (4)
Filosofenbeek	67 (94)	2 (3)	3 (4)
Beekhuizerbeek	54 (89)	3 (5)	4 (7)
Mosbeek	44 (94)	-	3 (6)

In de bronnen zijn 14 van de 40 indicatoren van NDT-3.2 aangetroffen (Tabel 5.4). Van de 40 indicatoren is 65% dus niet aangetroffen in de geselecteerde bronnen. De indicator *Beraea maurus* is van alle indicatoren het vaakst aangetroffen. *Gammarus pulex* is in de hoogste aantallen aangetroffen (Tabel 5.4).

Tabel 5.4. Overzicht van de NDT-indicatoren in aantal individuen, aangetroffen per bronlocatie.

taxonnaam	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek	aantal locaties
Anacaena lutescens	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	1
Beraea maurus	-	3	1	-	-	20	3	10	15	-	6
Crenobia alpina	60	-	-	-	-	-	-	128	-	-	2
Dugesia gonocephala	-	40	23	-	-	3	-	-	-	5	4
Gammarus pulex	-	-	34	-	-	-	589	-	279	89	4
Hydroporus longulus	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1
Krenopelopia sp	5	-	2	-	7	-	-	16	-	4	5
Limnophyes sp	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3
Nemoura marginata	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3
Niphargus sp	75	2	6	-	-	-	-	-	-	-	3
Polycelis felina	10	-	-	-	-	-	-	-	46	-	2
Ptychoptera sp	-	15	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Rheocricotopus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Wormaldia occipitalis	28	13	-	-	-	27	-	-	-	-	3
aantal NDT-indicatoren	7	6	7	0	2	4	2	4	5	3	

### Doelsoorten

In het 'Handboek Natuurdoeltype' (Bal et al., 2001) zijn voor NDT-3.2 27 doelsoorten macrofauna beschreven. Op de locatie Rode beek (Brunssum) zijn geen doelsoorten aangetroffen (Tabel 5.5). Op de locatie Terzieterbeek zijn met vier soorten de meeste doelsoorten aangetroffen. De bron van de Terzieterbeek bevat daarnaast, met 7%, ook het grootste aandeel doelsoorten. De bron van de Filosofenbeek bevat met 546 individuen en 8% van het aantal individuen het hoogste aantal en het grootste aandeel individuen behorende tot de doelsoorten (Tabel 5.5). Het aandeel individuen behorende tot de doelsoorten is kleiner dan 1% in de Bunderbosbeek, Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en de Huilkuil.

Tabel 5.5. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) NDT-doelsoorten aangetroffen per bronlocatie.

locatie	taxa	individuen
Terzieterbeek	5 (7)	120 (4)
Hemelbeek	3 (4)	35 (1)
Bunderbosbeek	1 (2)	1 (0)
Rode beek (Brunssum)	-	-
Rode beek (Meinweg)	1 (2)	1 (<1)
Nartheicumbeek	3 (7)	94 (5)
Helkuil	1 (2)	6 (0)
Filosofenbeek	2 (3)	546 (8)
Beekhuizerbeek	2 (3)	177 (6)
Mosbeek	1 (2)	9 (1)
<i>gemiddelde</i>	<i>2 (3)</i>	<i>99 (3)</i>

In de bronnen zijn acht van de 27 doelsoorten van NDT-3.2 aangetroffen (Tabel 5.6). Van de 27 indicatoren is 70% dus niet aangetroffen in de geselecteerde bronnen. De doelsoort *Nemurella pictetii* is van alle doelsoorten het vaakst aangetroffen.

Tabel 5.6. Overzicht van de NDT-doelsoorten in aantal individuen, aangetroffen per bronlocatie.

taxonnaam	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek	aantal locaties
<i>Cordulegaster boltonii</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1
<i>Crenobia alpina</i>	60	-	-	-	-	-	-	128	-	-	2
<i>Ernodes articularis</i>	21	19	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Nemoura marginata</i>	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Nemurella pictetii</i>	-	-	-	-	1	64	6	418	131	-	5
<i>Orthetrum coerulescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1
<i>Polycelis felina</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	46	-	2
<i>Wormaldia occipitalis</i>	28	13	-	-	-	27	-	-	-	-	3



## 5.2 Aquatisch Supplement indicatoren en doelsoorten

### *Indicatoren*

De acht watertypen beschreven in het ‘Aquatisch Supplement’ die betrekking hebben op het KRW type ‘Permanente bron’ omvatten 117 indicatoren. Het aantal in de bronnen aangetroffen indicatoren varieert van vier op de locatie Rode beek (Brunssum) tot 19 op de locatie Terzieterbeek (Tabel 5.7). Het aandeel indicatoren varieert tussen de 9 en 38% en bedraagt gemiddeld 24% gebaseerd op het aandeel taxa (Tabel 5.7). Het aandeel indicatoren gebaseerd op het aandeel individuen varieert tussen de 11 en 39% (Tabel 5.7). Op de locaties Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) zijn met 105 individuen de minste indicatoren aangetroffen. Op de locatie Filosofenbeek zijn met 1946 individuen de meeste indicatoren aangetroffen. Het aandeel indicatoren gebaseerd op het aandeel individuen is met 39% het hoogst op de locatie Terzieterbeek (Tabel 5.7).

*Tabel 5.7. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) AS-indicatoren aangetroffen per bronlocatie.*

<b>locatie</b>	<b>taxa</b>	<b>individuen</b>
Terzieterbeek	19 (25)	1051 (39)
Hemelbeek	17 (22)	749 (28)
Bunderbosbeek	17 (30)	600 (52)
Rode beek (Brunssum)	4 (9)	105 (15)
Rode beek (Meinweg)	7 (17)	105 (11)
Nartheciumbeek	17 (38)	550 (30)
Helkuil	14 (29)	1049 (33)
Filosofenbeek	18 (25)	1946 (27)
Beekhuizerbeek	16 (26)	675 (25)
Mosbeek	9 (19)	155 (18)
<i>gemiddeld</i>	<i>14 (24)</i>	<i>699 (28)</i>

Bij opsplitsing van de indicatoren naar AS-type blijken op de meeste bronlocaties vooral indicatoren van de types ‘matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer (AS01-03)’ en ‘matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen (AS01-07)’ te zijn aangetroffen (Tabel 5.8). Op iedere bronlocaties zijn indicatoren van alle acht de AS-types aangetroffen, met uitzondering van de locatie Rode beek (Meinweg), waar geen indicatoren van het type ‘bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer (AS01-01) zijn aangetroffen’ (Tabel 5.8).

*Tabel 5.8. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) taxa AS-indicatoren per AS-type aangetroffen per bronlocatie.*

<b>locatie</b>	<b>geen</b>	<b>AS01-1</b>	<b>AS01-2</b>	<b>AS01-3</b>	<b>AS01-4</b>	<b>AS01-5</b>	<b>AS01-6</b>	<b>AS01-7</b>
Terzieterbeek	57 (75)	11 (14)	8 (11)	17 (22)	1 (1)	6 (8)	9 (12)	17 (22)
Hemelbeek	60 (78)	9 (12)	10 (13)	15 (19)	4 (5)	10 (13)	10 (13)	15 (19)
Bunderbosbeek	39 (70)	9 (16)	12 (21)	16 (29)	5 (9)	12 (21)	12 (21)	16 (29)
Rode beek (Brunssum)	41 (91)	1 (2)	3 (7)	3 (7)	1 (2)	1 (2)	3 (7)	3 (7)
Rode beek (Meinweg)	35 (83)	-	3 (7)	5 (12)	2 (5)	3 (7)	3 (7)	6 (14)
Nartheciumbeek	28 (62)	5 (11)	11 (24)	13 (29)	5 (11)	10 (22)	11 (24)	13 (29)
Helkuil	34 (71)	7 (15)	10 (21)	13 (27)	5 (10)	8 (17)	10 (21)	13 (27)
Filosofenbeek	53 (75)	10 (14)	10 (14)	14 (20)	6 (8)	9 (13)	10 (14)	14 (20)
Beekhuizerbeek	45 (74)	4 (7)	7 (11)	14 (23)	5 (8)	8 (13)	8 (13)	14 (23)
Mosbeek	38 (81)	2 (4)	3 (6)	8 (17)	1 (2)	6 (13)	3 (6)	8 (17)

Het beeld op basis van het aandeel individuen is vergelijkbaar met het beeld op basis van het aandeel taxa (Tabel 5.9).

Tabel 5.9. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) individuen AS-indicatoren per AS-type aangetroffen per bronlocatie.

locatie	geen	AS01-1	AS01-2	AS01-3	AS01-4	AS01-5	AS01-6	AS01-7
Terzieterbeek	1636 (61)	975 (36)	813 (30)	1036 (39)	69 (3)	797 (30)	823 (31)	1036 (39)
Hemelbeek	1965 (72)	643 (24)	636 (23)	747 (28)	67 (2)	634 (23)	636 (23)	747 (28)
Bunderbosbeek	560 (48)	477 (41)	553 (48)	599 (52)	85 (7)	589 (51)	553 (48)	599 (52)
Rode beek (Brunssum)	601 (85)	6 (1)	101 (14)	34 (5)	24 (3)	24 (3)	101 (14)	34 (5)
Rode beek (Meinweg)	822 (89)	-	76 (8)	69 (7)	47 (5)	48 (5)	76 (8)	76 (8)
Nartheicumbeek	1311 (70)	186 (10)	481 (26)	346 (19)	269 (14)	488 (26)	481 (26)	346 (19)
Helkuil	2156 (67)	384 (12)	362 (11)	988 (31)	86 (3)	922 (29)	362 (11)	988 (31)
Filosofenbeek	5162 (73)	1227 (17)	1493 (21)	1835 (26)	527 (7)	1614 (23)	1493 (21)	1835 (26)
Beekhuizerbeek	2070 (75)	27 (1)	220 (8)	553 (20)	312 (11)	508 (19)	266 (10)	553 (20)
Mosbeek	705 (82)	6 (1)	28 (3)	154 (18)	22 (3)	120 (14)	28 (3)	154 (18)

Van de types AS01-01 ‘bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer’, AS01-02 ‘mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer’, AS01-04 ‘mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer’ en AS01-06 ‘mineralenarme, beekbegeleidende bronnen’ zijn meer dan 50% van de AS-indicatoren niet aangetroffen op de 10 bronlocaties. (Tabel 5.10). Het aantal niet aangetroffen indicatoren varieert van 36 tot 50%. In totaal zijn 72 van de 117 indicatoren van de AS-typen niet aangetroffen in de bronnen, dit bedraagt 62% van de beschreven AS-indicatoren voor permanente bronnen.

Tabel 5.10. Het aantal en percentage AS-indicatoren niet aangetroffen op de tien bronlocaties.

AS-type	aantal beschreven AS-indicatoren	aantal niet aangetroffen AS-indicatoren	% niet aangetroffen AS-indicatoren
AS01-01	43	26	60
AS01-02	56	34	61
AS01-03	59	27	46
AS01-04	28	17	61
AS01-05	28	10	36
AS01-06	55	32	58
AS01-07	60	27	45
Totaal	117	72	62

### Doelsoorten

In totaal zijn er 21 doelsoorten beschreven in het ‘Aquatisch Supplement’ die betrekking hebben op KRW type R2. Het aantal in de bronnen aangetroffen doelsoorten varieert van nul op de locatie Rode beek (Brunssum) tot vijf op de locatie Terzieterbeek (Tabel 5.11). Het aandeel doelsoorten varieert tussen de 0 en 7% en bedraagt gemiddeld 1.7% gebaseerd op het aandeel taxa (Tabel 5.11). Het aandeel doelsoorten gebaseerd op het aandeel individuen varieert tussen de 0 en 52% (Tabel 5.11). Op de locatie Filosofenbeek zijn met 546 individuen de meeste doelsoorten aangetroffen. Het aandeel doelsoorten gebaseerd op het aandeel individuen is met 52% het hoogst op de locaties Filosofenbeek en Beekhuizerbeek (Tabel 5.11). Op vijf locaties is slechts 1% (of minder) van de aangetroffen individuen doelsoort.

Tabel 5.11. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) AS-doelsoorten aangetroffen per bronlocatie.

locatie	taxa	individueen
Terzieterbeek	5 (7)	120 (15)
Hemelbeek	3 (4)	35 (4)
Bunderbosbeek	1 (2)	1 (0)
Rode beek (Brunssum)	-	-
Rode beek (Meinweg)	1 (2)	1 (1)
Nartheicumbeek	2 (4)	91 (32)
Helkuil	1 (2)	6 (1)
Filosofenbeek	2 (3)	546 (52)
Beekhuizerbeek	2 (3)	177 (52)
Mosbeek	-	-
<i>gemiddeld</i>	<i>1.7 (3)</i>	<i>98 (16)</i>

Van deze 21 doelsoorten zijn er zes aangetroffen op de bronlocaties (Tabel 5.12). Van de 21 doelsoorten is 71% dus niet aangetroffen in de geselecteerde bronnen. De doelsoort *Nemurella pictetii* is van alle doelsoorten het vaakst aangetroffen.

Tabel 5.12. Overzicht van de AS-doelsoorten in aantal individuen, aangetroffen per bronlocatie.

taxonnaam	AS-type	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek	aantal locaties
Crenobia alpina	AS01-01 AS01-03 AS01-07	60	-	-	-	-	-	-	128	-	-	2
Ernodes articularis	AS01-03 AS01-05 AS01-07	21	19	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Nemoura marginata	AS01-01 AS01-02 AS01-03	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3
Nemurella pictetii	Alle AS01-types	-	-	-	-	1	64	6	418	131	-	5
Polycelis felina	Alle AS01-types	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1
Wormaldia occipitalis	AS01-01 AS01-03 AS01-07	10	-	-	-	-	-	-	-	46	-	2

### 5.3 Zeldzaamheid

Het aantal taxa met een zeldzaamheidsindicatie varieert van 38 tot 57% (Tabel 5.13). Van de taxa met een zeldzaamheidsindicatie behoort tussen de 34 en 77% tot de categorie algemeen (zeer algemeen, vrij algemeen en algemeen) (Tabel 5.13). Tussen de 23 en 66% van de taxa met een zeldzaamheidsindicatie behoort tot de categorie zeldzaam (vrij zeldzaam, zeldzaam, zeer zeldzaam). De bronlocaties bevatten dus

hoge aantallen zeldzame taxa. Op de locaties Terzieterbeek, Hemelbeek, Helkuil en Filosofenbeek zijn zelfs meer zeldzame dan algemene taxa aangetroffen (Tabel 5.13).

Tabel 5.13. Overzicht van aantal en percentage taxa (tussen haakjes) met een zeldzaamheidsindicatie en het aantal en percentage (tussen haakjes) taxa behorend tot de categorie zeldzaam (vrij zeldzaam, zeldzaam, zeer zeldzaam en uitgestorven) en algemeen (zeer algemeen, algemeen en vrij algemeen) per bronlocatie. In de tweede en derde kolom is het percentage weergegeven als percentage van het totaal aantal taxa met een zeldzaamheidsindicatie.

locatie	taxa met indicatie	algemeen	zeldzaam
Terzieterbeek	29 (38)	10 (34)	19 (66)
Hemelbeek	30 (39)	12 (40)	18 (60)
Bunderbosbeek	25 (45)	14 (56)	11 (44)
Rode beek (Brunssum)	22 (49)	15 (68)	7 (32)
Rode beek (Meinweg)	24 (57)	17 (71)	7 (29)
Nartheicumbeek	25 (56)	15 (60)	10 (40)
Helkuil	24 (50)	10 (42)	14 (58)
Filosofenbeek	31 (44)	15 (48)	16 (52)
Beekhuizerbeek	30 (49)	19 (63)	11 (37)
Mosbeek	26 (55)	20 (77)	6 (23)
<i>gemiddeld</i>	<i>27 (48)</i>	<i>15 (56)</i>	<i>12 (44)</i>

De verdeling van de taxa over de verschillende zeldzaamheidsklassen is vrij evenwichtig (Tabel 5.14).

Tabel 5.14. Het aantal taxa per zeldzaamheidsklasse en bronlocatie.

locatie	zeer algemeen	algemeen	vrij algemeen	vrij zeldzaam	zeldzaam	zeer zeldzaam	uitgestorven
Terzieterbeek	3	4	3	5	6	8	-
Hemelbeek	2	7	3	5	4	8	1
Bunderbosbeek	5	5	4	2	6	3	-
Rode beek (Brunssum)	6	6	3	3	1	3	-
Rode beek (Meinweg)	8	4	5	4	-	3	-
Nartheicumbeek	4	7	4	2	5	3	-
Helkuil	2	5	3	5	5	3	-
Filosofenbeek	2	6	7	6	3	6	1
Beekhuizerbeek	10	6	3	6	3	2	1
Mosbeek	9	6	5	3	2	1	-

Het algemene beeld voor de aantallen individuen is tegenovergesteld aan dat van de aantallen taxa (Tabel 5.15). Op de meeste locaties behoort een groot aandeel van de individuen met een indicatie tot de categorie algemeen (tussen de 35 en 92%), terwijl slechts een klein percentage van de individuen met een indicatie behoort tot de categorie zeldzaam (9-65%) (Tabel 4.12). Op de locatie Nartheicumbeek is het hoogste percentage zeldzame individuen aangetroffen (65%) (Tabel 5.15).

Tabel 5.15. Overzicht van aantal en percentage taxa (tussen haakjes) met een zeldzaamheidsindicatie en het aantal en percentage (tussen haakjes) individuen behorend tot de categorie zeldzaam (vrij zeldzaam, zeldzaam, zeer zeldzaam en uitgestorven) en algemeen (zeer algemeen, algemeen en vrij algemeen) per bronlocatie. In de tweede en derde kolom is het percentage weergegeven als percentage van het totaal aantal individuen met een zeldzaamheidsindicatie.

locatie	individuen met indicatie	algemene individuen	aantal zeldzame individuen
Terzieterbeek	1050 (39)	672 (64)	378 (36)
Hemelbeek	1135 (42)	584 (51)	551 (49)
Bunderbosbeek	626 (54)	573 (92)	53 (8)
Rode beek (Brunssum)	416 (59)	333 (80)	83 (20)
Rode beek (Meinweg)	625 (67)	571 (91)	54 (9)
Nartheicumbeek	609 (33)	211 (35)	398 (65)
Helkuil	1096 (34)	813 (74)	283 (26)
Filosofenbeek	4677 (66)	3466 (74)	1211 (26)
Beekhuizerbeek	1273 (46)	971 (76)	302 (24)
Mosbeek	322 (37)	274 (85)	48 (15)
<i>gemiddeld</i>	<i>1183 (48)</i>	<i>847 (72)</i>	<i>336 (28)</i>

In de meeste bronnen ligt het zwaartepunt van de verdeling van de individuen over de zeldzaamheidsklassen bij de vrij algemene soorten (Tabel 5.16).

Tabel 5.16. Het aantal individuen per zeldzaamheidsklasse en bronlocatie.

locatie	zeer algemeen	algemeen	vrij algemeen	vrij zeldzaam	zeldzaam	zeer zeldzaam	uitgestorven
Terzieterbeek	3	42	627	109	133	136	-
Hemelbeek	46	52	486	417	86	43	5
Bunderbosbeek	119	13	441	3	32	18	-
Rode beek (Brunssum)	206	119	8	9	1	73	-
Rode beek (Meinweg)	510	36	25	23	-	31	-
Nartheicumbeek	26	77	108	66	116	216	-
Helkuil	590	74	149	94	180	8	1
Filosofenbeek	181	56	3229	587	292	319	13
Beekhuizerbeek	802	134	35	234	66	2	-
Mosbeek	202	40	32	33	6	9	-

## 5.4 KRW indicatoren

De KRW maatlat macrofauna van KRW type R2 is opgebouwd uit drie deelmaatlaten:

- DN% (abundantie): het percentage individuen behorend tot de negatief dominante indicatoren;
- KM% (aantal taxa): het percentage kenmerkende taxa;
- KM% + DP% (abundantie): het percentage individuen behorende tot de kenmerkende en positief dominante indicatoren.

In totaal zijn er 209 KRW type R2 macrofauna indicatoren, waarvan 31 negatief dominante indicatoren, acht positief dominante indicatoren en 108 kenmerkende indicatoren.

Het procentuele aandeel aangetroffen indicator taxa van KRW type R2 bedraagt gemiddeld 26% en varieert tussen de 17% (Rode beek (Meinweg)) en de 38% (Nartheciumbeek) (Tabel 5.17). Meer dan 62-83% van alle taxa aangetroffen op de 10 bronlocaties behoort dus niet tot de KRW type R2 indicatoren. Het procentuele aandeel indicator individuen bedraagt gemiddeld 41% en varieert tussen de 24% (Mosbeek) en de 61% (Filosofenbeek) (Tabel 5.17).

Tabel 5.17. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) KRW-indicatoren aangetroffen per bronlocatie.

locatie	taxa	individuen
Terzieterbeek	14 (18)	946 (35)
Hemelbeek	18 (23)	1438 (53)
Bunderbosbeek	12 (21)	580 (50)
Rode beek (Brunssum)	8 (18)	231 (33)
Rode beek (Meinweg)	7 (17)	429 (46)
Nartheciumbeek	17 (38)	527 (28)
Helkuil	17 (35)	1083 (34)
Filosofenbeek	17 (24)	4344 (61)
Beekhuizerbeek	22 (36)	1224 (45)
Mosbeek	13 (28)	207 (24)
<i>gemiddeld</i>	<i>15 (26)</i>	<i>1101 (41)</i>

Wanneer de KRW indicatoren worden uitgesplitst naar positief dominant, negatief dominant en kenmerkend blijkt, dat alleen in de bron van de Terzieterbeek geen negatieve indicatoren zijn aangetroffen (Tabel 5.18). In de bron van de Beekhuizerbeek is 16% van de aangetroffen taxa een negatieve indicator. In de bronnen van de Rode beek (Meinweg) en Rode beek (Brunssum) zijn geen positief dominante en weinig kenmerkende indicatoren aangetroffen. Verder zijn op iedere andere bronlocatie twee tot drie positief dominante indicatoren aangetroffen. Het aantal kenmerkende indicatoren is ook laag in de bron van de Mosbeek en matig in de bronnen van de Beekhuizerbeek en Bunderbosbeek (Tabel 5.18).

Tabel 5.18. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) taxa KRW indicatoren (kenmerkend, positief en negatief dominant) aangetroffen per bronlocatie.

locatie	positief dominant	kenmerkend	negatief dominant
Terzieterbeek	2 (3)	12 (16)	-
Hemelbeek	2 (3)	14 (18)	2 (3)
Bunderbosbeek	2 (4)	8 (14)	2 (4)
Rode beek (Brunssum)	-	2 (4)	6 (13)
Rode beek (Meinweg)	-	3 (7)	4 (10)
Nartheciumbeek	3 (7)	11 (24)	3 (7)
Helkuil	2 (4)	13 (27)	2 (4)
Filosofenbeek	2 (3)	13 (18)	2 (3)
Beekhuizerbeek	3 (5)	9 (15)	10 (16)
Mosbeek	2 (4)	4 (9)	7 (15)

Op de locatie Hemelbeek is het grootste aandeel individuen KRW-indicatoren aangetroffen (30%) (Tabel 5.19). Het procentuele aandeel kenmerkende indicatoren

is het grootst in de bron van de Bunderbosbeek. Het procentuele aandeel negatief dominante indicatoren is het grootst in de bron van de Rode beek (Meinweg) (Tabel 5.19).

Tabel 5.19. Het aantal en procentuele aandeel (tussen haakjes) individuen KRW indicatoren (kenmerkend, positief en negatief dominant) aangetroffen per bronlocatie.

locatie	positief dominant	kenmerkend	negatief dominant
Terzieterbeek	593 (22)	353 (13)	-
Hemelbeek	806 (30)	586 (22)	46 (2)
Bunderbosbeek	223 (19)	283 (24)	74 (6)
Rode beek (Brunssum)	-	75 (11)	156 (22)
Rode beek (Meinweg)	-	44 (5)	385 (42)
Nartheicumbeek	108 (6)	406 (22)	13 (1)
Helkuil	597 (19)	482 (15)	4 (<1)
Filosofenbeek	377 (5)	1410 (20)	2557 (36)
Beekhuizerbeek	295 (11)	396 (14)	533 (19)
Mosbeek	119 (14)	35 (4)	53 (6)

De positief dominante indicatoren *Gammarus fossarum*, *Gammarus pulex* en het genus *Pisidium* zijn ieder op vier tot zes bronlocaties aangetroffen (Tabel 5.20). Een groot aantal individuen van de negatief dominante indicator *Nais communis* is in de bron van de Filosofenbeek aangetroffen. Andere talrijke negatief dominante indicatoren zijn *Asellus aquaticus* en de *Macropelopia sp*, *Tanytarsus sp* en *Procladius sp*. Van de kenmerkende indicatoren is *Pisidium personatum* op het grootste aantal bronlocaties aangetroffen en is *Sericostoma personatum* het meest talrijk, gevolgd door *Nemurella picteti* en *Crunoecia irrorata* (Tabel 5.20).

Tabel 5.20. Overzicht per KRW-indicator van: (1) het aantal bronlocaties waarop het taxon is aangetroffen en (2) het aantal individuen gesommeerd over alle bronlocaties waarmee het taxon is aangetroffen.

taxonnaam	positief dominant		negatief dominant		kenmerkend	
	aantal locaties	aantal individuen	aantal locaties	aantal individuen	aantal locaties	aantal individuen
<i>Gammarus fossarum</i>	5	1664	-	-	-	-
<i>Gammarus pulex</i>	4	991	-	-	-	-
<i>Limnophyes sp</i>	3	3	-	-	-	-
<i>Pisidium sp</i>	6	460	-	-	-	-
<i>Asellus aquaticus</i>	-	-	2	390	-	-
<i>Bathyomphalus contortus</i>	-	-	1	39	-	-
<i>Chironomus sp</i>	-	-	1	23	-	-
<i>Glossiphonia complanata</i>	-	-	1	4	-	-
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	1	4	-	-
<i>Macropelopia sp</i>	-	-	8	266	-	-
<i>Nais communis</i>	-	-	1	2556	-	-
<i>Nais elinguis</i>	-	-	2	17	-	-
<i>Natarsia sp</i>	-	-	5	30	-	-
<i>Paratendipes albimanus</i>	-	-	4	12	-	-
<i>Polycelis tenuis</i>	-	-	1	1	-	-

taxonnaam	positief dominant		negatief dominant		kenmerkend	
	aantal locaties	aantal individuen	aantal locaties	aantal individuen	aantal locaties	aantal individuen
Procladius sp	-	-	4	116	-	-
Prodiamesa olivacea	-	-	2	37	-	-
Tanytarsus sp	-	-	3	316	-	-
Tubifex tubifex	-	-	2	10	-	-
Agapetus fuscipes	-	-	-	-	4	305
Arrenurus fontinalis	-	-	-	-	1	1
Beraea maurus	-	-	-	-	6	52
Brillia modesta	-	-	-	-	1	2
Chaetocladius sp Herkenbosch	-	-	-	-	2	100
Cordulegaster boltonii	-	-	-	-	1	3
Crenobia alpina	-	-	-	-	2	188
Crunoecia irrorata	-	-	-	-	6	674
Dixa dilatata	-	-	-	-	1	16
Dixa maculata	-	-	-	-	1	1
Dugesia gonocephala	-	-	-	-	4	71
Elmis aenea	-	-	-	-	1	1
Ernodes articularis	-	-	-	-	2	40
Heterotanytarsus apicalis	-	-	-	-	1	7
Heterotrissocladius marcidus	-	-	-	-	4	26
Hydroporus longulus	-	-	-	-	1	4
Lebertia lineata	-	-	-	-	2	6
Lebertia stigmatifera	-	-	-	-	1	40
Leuctra nigra	-	-	-	-	2	271
Micropterna lateralis	-	-	-	-	1	3
Nemoura marginata	-	-	-	-	3	5
Nemurella pictetii	-	-	-	-	5	620
Orthocladius lignicola	-	-	-	-	1	1
Parametrioctenemus stylatus	-	-	-	-	5	60
Pisidium personatum	-	-	-	-	7	435
Plectrocnemia conspersa	-	-	-	-	4	37
Polycelis felina	-	-	-	-	2	56
Polypedilum scalaenum	-	-	-	-	4	198
Potamophylax latipennis	-	-	-	-	1	1
Potamophylax nigricornis	-	-	-	-	2	5
Sericostoma personatum	-	-	-	-	6	761
Silo nigricornis	-	-	-	-	1	11
Sperchon squamosus	-	-	-	-	1	1
Wormaldia occipitalis	-	-	-	-	3	68

De ecologische toestand van de locaties Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en Filosofenbeek is met de KRW maatlat beoordeeld als ontoereikend. De ecologische toestand van de overige bronlocaties is beoordeeld als matig (Tabel 5.21).



Tabel 5.21. Resultaten berekening KRW maatlat macrofauna (Van der Molen, 2004).

locatie	KM%+DP% (abundantie)	score KM%+DP% (abundantie)	DN % (abundantie)	score DN% (abundantie)	KM% (aantal taxa)	score KM% (aantal taxa)	som score	ecologische toestand
Terzieterbeek	35	0.3	-	0.2	16	0.2	0.7	matig
Hemelbeek	52	0.3	2	0.2	18	0.2	0.7	matig
Bunderbosbeek	43	0.3	6	0.2	14	0.2	0.7	matig
Rode beek (Brunssum)	11	0.2	22	0.1	4	0.1	0.4	ontoereikend
Rode beek (Meinweg)	5	0.1	42	0.1	7	0.2	0.4	ontoereikend
Nartheicumbeek	28	0.3	1	0.2	24	0.2	0.7	matig
Helkuil	34	0.3	-	0.2	27	0.2	0.7	matig
Filosofenbeek	25	0.2	36	0.1	18	0.2	0.5	ontoereikend
Beekhuizerbeek	25	0.2	19	0.2	15	0.2	0.6	matig
Mosbeek	28	0.3	6	0.2	9	0.2	0.7	matig

## 5.5 Positieve indicatoren

De taxa die in een maatlat moeten worden opgenomen om de ecologische toestand van een bron te kunnen bepalen zijn niet gelijk aan de taxa opgenomen in de referentiebeschrijvingen van het 'Aquatisch Supplement'. In deze beschrijvingen kunnen namelijk ook soorten zijn opgenomen die kenmerkend zijn voor het type, maar geen indicator zijn voor antropogene beïnvloeding. In een maatlat zouden juist positieve indicatoren moeten worden opgenomen: soorten die gevoelig zijn voor antropogene beïnvloeding en die niet per definitie kenmerkend zijn voor het watertype. Bij voorkeur geven deze positieve indicatoren ook aan van welke vorm van beïnvloeding sprake is. De monsters van de 10 bronlocaties in dit onderzoek geven alleen een beeld van de soorten, die aanwezig kunnen zijn onder optimale omstandigheden. De monsters geven geen informatie over het verdwijnen van deze soorten bij antropogene beïnvloeding.

### **Resultaten**

Van alle vrij algemene, algemene en zeer algemene AS-indicatoren zijn er 16 niet aangetroffen op één van de 10 bronlocaties (Tabel 5.22). Van deze 16 AS-indicatoren zijn slechts vier soorten opgenomen als indicator in de KRW maatlat voor watertype R2, waarvan drie als positief dominante indicator en één als kenmerkende indicator. Het is mogelijk dat sommige van de 16 AS-indicatoren niet zijn aangetroffen omdat ze een lage trefkans hebben, dit is echter niet waarschijnlijk omdat het om algemene en vrij algemene soorten gaat. Het feit dat de 16 AS-indicatoren niet zijn aangetroffen op de bronlocaties, terwijl het (vrij) algemene soorten zijn, roept twijfel op over de geschiktheid van deze soorten als positieve indicator.

Van alle vrij zeldzame, zeldzame en zeer zeldzame AS-indicatoren zijn er 42 niet aangetroffen op één van de 10 bronlocaties (Tabel 5.22), dit kan een gevolg zijn van een lage trefkans. Op één soort na zijn al deze soorten opgenomen in de KRW

maatlat als kenmerkende indicator. Voorlopig is er voor deze 42 AS-indicatoren geen reden om aan te nemen dat ze geen positieve indicator zijn.

Tabel 5.22. Overzicht AS-indicatoren, die niet zijn aangetroffen op één van de 10 bronlocaties, met: (1) zeldzaamheidsindicatie, (2) indicatie of de soort is opgenomen als negatief dominante, kenmerkende of positief dominante indicator in de KRW maatlat voor watertype R2.

taxonnaam	zeldzaamheidsindicatie	KRW indicator
Adicella reducta	z	kenmerkend
Agabus guttatus	z	kenmerkend
Agabus melanarius	zz	kenmerkend
Agabus paludosus	va	
Annitella obscurata	zz	kenmerkend
Apatania fimbriata	zz	kenmerkend
Baetis rhodani	va	positief dominant
Beraea pullata	vz	kenmerkend
Beris sp	-	
Chaetocladius gr vitellinus	zz	kenmerkend
Chaetocladius piger	a	
Chaetopteryx villosa	va	positief dominant
Chrysogaster sp	-	
Dendrocoelum boettgeri		kenmerkend
Dicranota bimaculata	-	kenmerkend
Drusus annulatus	zz	kenmerkend
Elodes minuta	-	kenmerkend
Elodes sp		
Enoicyla pusilla	a	
Eukiefferiella brevicar	z	
Eukiefferiella claripennis	va	kenmerkend
Halesus radiatus	va	
Heleniella ornatcollis	z	kenmerkend
Hydraena melas	zz	kenmerkend
Hydroporus discretus	vz	kenmerkend
Hydroporus nigrita	vz	kenmerkend
Hydropsyche saxonica	z	kenmerkend
Laccobius atratus	zz	kenmerkend
Leptophlebia marginata	z	kenmerkend
Limnephilus auricula	a	
Limnephilus elegans	zz	kenmerkend
Limnephilus extricatus	vz	kenmerkend
Limnephilus subcentralis	z	kenmerkend
Limnius volckmari	z	kenmerkend
Limnophila sp	-	
Lype phaeopa	a	
Lype reducta	vz	kenmerkend
Metriocnemus hygropetricus agg	z	kenmerkend
Micropsectra roseiventris	zz	kenmerkend
Micropterna sequax	vz	kenmerkend
Nemoura avicularis	zz	kenmerkend
Nemoura cambrica	z	kenmerkend
Nemoura cinerea	a	positief dominant
Nemoura dubitans	zz	kenmerkend
Niphargus aquilex	z	kenmerkend
Niphargus schellenbergi	z	kenmerkend
Notidobia ciliaris	z	kenmerkend

taxonnaam	zeldzaamheidsindicatie	KRW indicator
Pericoma sp	-	
Phagocata vitta	zz	kenmerkend
Polypedilum uncinatum	a	
Potamophylax cingulatus	z	kenmerkend
Proasellus cavaticus	zz	kenmerkend
Psychoda sp	a	
Ptilocolepus granulatus	zz	kenmerkend
Rheocricotopus gr fuscipes		
Riolus subviolaceus	zz	kenmerkend
Sialis fuliginosa	vz	kenmerkend
Silo pallipes	z	kenmerkend
Simulium costatum	z	kenmerkend
Simulium cryophilum	z	kenmerkend
Simulium latipes		kenmerkend
Simulium ornatum	-	
Stempellinella brevis	zz	kenmerkend
Stenophylax sp	-	
Telmatoscopus sp	-	
Thaumalea testacea	-	kenmerkend
Tinodes pallidulus	zz	kenmerkend
Tinodes waeneri	a	
Trissopelopia longimanus	zz	kenmerkend
Tvetenia discoloripes	va	
Velia caprai	a	
Zavreliomyia nubila	va	

In bijlage 3 zijn alle taxa opgenomen, die zijn aangetroffen op de 10 bronlocaties, minus de AS-indicatoren. Het gaat om een lijst van 190 taxa. Van deze 190 taxa zijn 98 taxa van het niveau genus of hoger en 92 taxa zijn soort(groep)en. Van deze 92 soorten behoren 30 soorten tot de categorie zeldzaam, waarvan er momenteel al zeven als kenmerkende indicator in de KRW maatlat zijn opgenomen. De 23 resterende zeldzame soorten kunnen mogelijk aangemerkt worden als positieve indicator. Van de 92 soorten behoren 32 soorten tot de categorie algemeen waarvan er momenteel al 10 als negatief dominante indicator in de KRW maatlat zijn opgenomen.

Voordat definitieve uitspraken kunnen worden gedaan over positieve indicatoren zal meer onderzoek moeten worden uitgevoerd. Op basis van data zal moeten worden gecontroleerd of deze soorten inderdaad verdwijnen bij toenemende antropogene beïnvloeding.

Naast positieve indicatoren zouden in een maatlat voor permanente bronnen ook negatief dominante soorten (soorten die in hoge aantallen voorkomen bij antropogene beïnvloeding) en positief dominante soorten (soorten die in hoge aantallen voorkomen onder 'optimale' omstandigheden) moeten worden opgenomen (Verdonschot et al., 2003). Om soorten echter als zodanig te kunnen aanmerken is een uitgebreide analyse van de gegevens en bestudering van de autecologie nodig, wat buiten de reikwijdte van dit onderzoek valt.

## 5.6 Discussie en aanbevelingen

### *Monitoring*

De bemonsteringen van de macrofauna hebben plaatsgevonden in oktober en november. De huidige MIR-richtlijn gaat uit van bemonsteringen in april-mei en bij uitzondering in september-oktober (Splunder et al., 2006). Het effect van dit verschil in tijdstip van bemonstering op de resultaten is onbekend. Het verdient aanbeveling om deze bemonstering in april-mei te herhalen om eventuele verschillen in beeld te krijgen.

De MIR-richtlijn schrijft voor dat de bemonstering van macrofauna moet worden uitgevoerd met een standaardnet macrofaunanet (IAWM, 1984; WEW, 1999). In dit onderzoek is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de micromacrofaunashovel en slechts bij uitzondering van het standaard macrofaunanet. Er is gekozen voor het gebruik van de micromacrofaunashovel, omdat bronnen een zeer kwetsbaar milieu zijn. Een standaard macrofaunanet is veel groter dan een micromacrofaunashovel en zal dus veel meer schade toebrengen aan de kwetsbare bronmilieu's. We bevelen daarom aan, om de micromacrofaunashovel verplicht te stellen bij het bemonsteren van bronnen.

In deze studie is ervoor gekozen om, in tegenstelling tot de voorschriften van de MIR-richtlijn (Splunder et al., 2006), de op de locaties aanwezige habitats niet naar rato van voorkomen te bemonsteren. Ieder habitat is over dezelfde lengte bemonsterd, om een zo volledig mogelijke beschrijving van de levensgemeenschappen in bronnen te verkrijgen. Door naar rato te bemonsteren zou van sommige habitats zo weinig materiaal worden verzameld, dat soorten makkelijker kunnen worden gemist. Het effect van dit verschil in bemonstering op de resultaten is onbekend.

### *Beoordeling*

De KRW maatlat beoordeelt de ecologische toestand van zeven bronlocaties als matig en van drie bronlocaties als ontoereikend. Er lijkt geen direct verband te bestaan tussen de hogere orthofosfaatgehalten op de locaties Beekhuizerbeek, Bunderbosbeek, Filosofenbeek en Helkuil en de ecologische toestand van deze locaties. Dergelijke directe verbanden zijn echter altijd lastig aan te tonen op basis van beschrijvend onderzoek, omdat de macrofaunagemeenschap immers reageert op een combinatie van milieuv variabelen. Om de goede ecologische toestand in permanente bronnen te kunnen garanderen zal meer inzicht moeten komen in de voor deze gemeenschap sturende factoren door middel van experimenteel onderzoek. Gezien de ecologische toestand van andere bronlocaties in Nederland is de toestand van de 10 bronlocaties in dit onderzoek toch zeker goed te noemen (expert-judgement). Op basis hiervan concluderen wij dat de KRW maatlat de ecologische toestand van permanente bronnen onderwaardeert.

In 2005 is besloten om alleen de grote watertypen aan de Europese Commissie te rapporteren. Na deze beslissing zijn nog enkele verbeteringen doorgevoerd voor KRW maatlaten van de grotere watertypen. Één van de verbeteringen voor de KRW

maatlat macrofauna was het vervangen van absolute aantallen door abundantieklassen, alvorens het berekenen van het percentage negatief dominante individuen en het percentage kenmerkende en positief dominante individuen. De KRW maatlat van watertype R2 heeft deze verbetering niet ondergaan, omdat R2 niet valt onder de grotere watertypen. Het wordt aanbevolen om ook bij de toepassing van de KRW maatlat macrofauna voor watertype R2 gebruik te maken van abundantieklassen, omdat:

- de bemonsteringsmethode semi-kwantitatief is. De verdeling van soorten binnen een water is niet altijd gelijkmatig en hoe die verdeling is, is tijdens de bemonstering niet bekend;
- de KRW maatlat gevoelig is voor uitschieters;
- ecologisch gezien, het verschil tussen 1 en 5 exemplaren van veel groter belang is dan het verschil tussen 100 en 200 exemplaren;
- bepaalde soorten altijd in hoge aantallen voorkomen en andere soorten, die niet minder indicatief behoeven te zijn, altijd in lage aantallen voorkomen. Dergelijke verschillen in aantal hebben vaak een biologische oorzaak en zijn niet per definitie gerelateerd aan antropogene beïnvloeding. Zonder gebruik te maken van abundantieklassen, worden soorten met hoge aantallen systematisch overgewaardeerd.

Een andere verbetering was het verwijderen van taxa, die zowel op genus- als soortniveau voorkwamen in de lijsten met indicatoren. Voor watertype R2 bijvoorbeeld staat *Pisidium sp.* als positief dominante indicator op de lijst en *Pisidium personatum* als kenmerkende indicator. Dergelijke doublures moeten uit de lijsten met indicatoren voor watertype R2 worden verwijderd.

In de KRW type R2 maatlat wordt uitgegaan van lijsten met positief dominante, negatief dominante en kenmerkende taxa. Ook al is een taxon niet dominant in een monster, dan wordt het betreffende taxon wel als dominant meegerekend. De KRW type R2 maatlat neemt het taxon mee in de berekening, terwijl het feitelijk geen dominante soort is. De rol van dergelijke niet dominante taxa wordt op deze manier onterecht medebepalend voor het negatieve/positieve beeld over het functioneren van een systeem. Negatief dominante indicatoren kunnen bijvoorbeeld beperkt voorkomen in natuurlijke broncomplexen, wanneer de afvoer op een bronplekje stagneert, blad zich ophoopt en lokaal sterk saprobe habitats ontstaan. We bevelen daarom aan, om de berekening van dominante indicatoren daadwerkelijk op dominantie in één afzonderlijk monster te baseren.

Tussen de 10 bronlocaties bestaan grote verschillen in het aantal aangetroffen zeldzame taxa, AS-indicatoren en kenmerkende KRW indicatoren. Het aantal aangetroffen zeldzame taxa/indicatoren ligt vooral laag in Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en de Mosbeek. Een deel van de verklaring ligt in het gegeven dat het milieu van deze bronnen relatief zuur is ten opzichte van de overige bronnen. Daarnaast speelt waarschijnlijk ook de verhouding tussen moerassige stukken en afstromend water in de vorm van bronbeekjes binnen het broncomplex een rol in het aantal aan te treffen zeldzame taxa/indicatoren. In sommige broncomplexen zijn in verhouding meer moerassige stukken bemonsterd, terwijl op andere locaties meer materiaal is verzameld van het bronbeekje. Deze keuze is gebaseerd op de

toegankelijkheid van het broncomplex en de verhouding tussen moerassige stukken en stromend water in het broncomplex. Op de locaties Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en Mosbeek is relatief veel materiaal verzameld van moerassige stukken. Het oppervlaktewater van de locatie Nartheciumbeek is net als de Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg) en de Mosbeek relatief zuur. Toch is zijn op de locatie Nartheciumbeek relatief veel zeldzame taxa/indicatoren aangetroffen, waarschijnlijk doordat relatief veel materiaal is verzameld van het bronbeekje. Doordat sommige bronmilieus van nature veel minder zeldzame taxa/indicatoren bevatten, kan dit leiden tot 'onterechte' verschillen in beoordeling. Alleen een nadere differentiëring van de typen en een meer uitgebreide bemonstering kan dit probleem oplossen.

In totaal zijn 62% van de indicatoren beschreven in het 'Aquatisch Supplement' niet aangetroffen op de 10 bronlocaties. Een mogelijke oorzaak is dat veel van de beschreven AS-indicatoren zeer specifieke eisen stellen aan hun milieu en niet al deze milieu's in dit onderzoek zijn bemonsterd. Een voorbeeld hiervan is de soort *Niphargus schellenbergi* welke alleen voorkomt op plekken waar het uittredende grondwater door oude grindafzettingen van de Maas in de ondergrond is gestroomd. Dat veel soorten specifieke eisen stellen aan hun milieu blijkt ook uit het feit, dat de meeste niet aangetroffen AS-indicatoren behoren tot de categorie zeldzame soorten. Een andere oorzaak kan zijn, dat een deel van de AS-indicatoren voornamelijk voorkomt in bronbeekjes, welke in dit onderzoek niet expliciet zijn bemonsterd. De bemonsteringen zijn in eerste instantie gericht op de moerassige stukken en het stromende water in de bronkop. Tot slot kan niet worden uitgesloten enige vorm van antropogene beïnvloeding een rol heeft gespeeld in het beprekt aantreffen van AS-indicatoren. Tijdens de veldbezoeken is namelijk geconstateerd, dat ten opzichte van de jaren '80 zich meer organisch materiaal heeft opgehoopt en de opslag van braamstruiken en brandnetels is toegenomen op de bronlocaties (mond. med. P.F.M. Verdonshot).

Het hoogste aantal NDT-doelsoorten aangetroffen op één van de bronlocaties is vijf. In totaal zijn 27 NDT-doelsoorten beschreven, dit betekent dat op één locatie maximaal 7% van de doelsoorten is aangetroffen. Om te voldoen aan een goede mate van doelbereiking moet 20% van de NDT-doelsoorten worden aangetroffen (Bal et al., 2001). Aangezien op de locaties wel sprake is van een goede ecologische toestand, zou op deze locaties tevens sprake moeten zijn van een goede mate van doelbereiking. De vraag rijst of er wel een verband bestaat tussen de ecologische toestand en de mate van doelrealisatie. Mogelijk zijn weinig doelsoorten aangetroffen, omdat:

- (1) de doelsoorten niet aanwezig waren op ten tijde van het uitvoeren van de bemonstering, als gevolg van temporele variatie;
- (2) de bemonsteringsinspanning te laag is geweest (de doelsoorten waren wel aanwezig, maar zijn niet aangetroffen in de monsters);
- (3) de doelsoorten niet aanwezig waren als gevolg van natuurlijke ruimtelijk variatie (de doelsoorten waren wel aanwezig in het gebied, maar niet op de bemonsterde slootlocatie);

(4) een goede ecologische toestand het voorkomen van de doelsoorten niet garandeert, als gevolg van de criteria die zijn gebruikt bij het selecteren van de doelsoorten. Bij het selecteren van de doelsoorten is gebruik gemaakt van de ITZ-criteria (Bal et al., 2001). Deze criteria kunnen echter niet in direct verband worden gebracht met ecologische kwaliteit. Daarnaast kan een doelsoort zulke specifieke eisen stellen aan zijn milieu, dat de doelsoort niet in alle bronmilieu's van goede ecologische toestand kan voorkomen (zie voorbeeld *Niphargus schellenbergi*).

De lijsten met de niet op de 10 bronlocaties aangetroffen AS-indicatoren en aangetroffen taxa, die momenteel niet zijn aangemerkt als AS-indicator, vormen een aanzet tot het selecteren van positieve indicatoren, negatief dominante taxa en positief dominante taxa en kunnen daarmee worden gebruikt om de KRW maatlat te verbeteren. Voordat hierover definitieve uitspraken kunnen worden gedaan, zal op basis van data moeten worden gecontroleerd of taxa al of niet verdwijnen/dominant voorkomen bij toenemende antropogene beïnvloeding.

## 6 Macrofyten

Het aantal aangetroffen soorten varieert sterk tussen de verschillende locaties (Tabel 6.1). Op de locatie Bunderbosbeek zijn twee soorten macrofyten aangetroffen, terwijl op de locaties Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg) 15 soorten zijn aangetroffen. Gemiddeld zijn negen soorten aangetroffen in de bronnen.

Tabel 6.1. *Overzicht per bronlocatie van het aantal aangetroffen taxa.*

<b>locatie</b>	<b>aantal taxa</b>
Terzieterbeek	9
Hemelbeek	5
Bunderbosbeek	2
Rode beek (Brunssum)	15
Rode beek (Meinweg)	15
Nartheicumbeek	14
Helkuil	8
Filosofenbeek	6
Beekhuizerbeek	7
Mosbeek	12
<i>gemiddelde</i>	<i>9</i>

### 6.1 Natuurdoeltypen indicatoren en doelsoorten

#### **Indicatoren**

In het 'Handboek Natuurdoeltype' worden voor het NDT-3.2 gekenmerkt door de hierna opgesomde associaties (plantengemeenschappen). Bij iedere associatie zijn de in dit onderzoek aangetroffen indicatoren van de associatie vermeld. De kensoorten en differentiërende soorten van de associatie vermeld in Schaminée et al. (1995), zijn samen beschouwd als indicatoren.

- Associatie van Teer vederkruid (5Ca3): van deze associatie zijn geen indicatoren aangetroffen.
- Associatie van Vlottende bies (6Ac2): van deze associatie is *Carex oederi* s.l op één locatie aangetroffen.
- Bronkruid-associatie (subassociaties met Fijne waterranonkel en met Ereprijs en arme subassociatie) (7Aa1abd): van deze associatie zijn geen indicatoren aangetroffen.
- Associatie van Paarbladig goudveil (arme subassociatie en subassociatie met Gewone pella) (7Aa2ab): van deze associatie is *Chrysosplenium oppositifolium* op vijf locaties aangetroffen en *Cirsium palustre* op één locatie.
- Associatie van Paarbladig goudveil (subassociatie met Gewoon diknerfmos) (7Aa2c): van deze associatie is *Chrysosplenium oppositifolium* op vijf locaties aangetroffen en *Cirsium palustre* op één locatie.
- Associatie van Borstelbies en Moerasmuur (subassociatie met Bronkruid) (28Aa2a): van deze associatie zijn geen indicatoren aangetroffen.



### Doelsoorten

In het 'Handboek Natuurdoeltypen' zijn voor NDT-3.2 vier doelsoorten beschreven: *Lysimachia nemorum*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Myriophyllum alterniflorum* en *Eleogiton fluitans*. Van deze vier doelsoorten is alleen *Chrysosplenium oppositifolium* aangetroffen op de bronlocaties. *Chrysosplenium oppositifolium* is aangetroffen op vijf bronlocaties, waarvan op vier locaties in hoge aantallen (co-dominant) (Tabel 6.2).

Tabel 6.2. Overzicht per bronlocatie van het voorkomen van de NDT-doelsoort *Chrysosplenium oppositifolium* met Tansley abundantieklasse.

locatie	Tansley abundantieklasse
Terzieterbeek	cd/ld
Hemelbeek	cd/ld
Bunderbosbeek	ls
Rode beek (Brunssum)	-
Rode beek (Meinweg)	-
Narthecciumbeek	-
Helkuil	-
Filosofenbeek	d
Beekhuizerbeek	cd/ld
Mosbeek	-

## 6.2 Aquatisch Supplement indicatoren

Voor de AS-typen die betrekking hebben op KRW type R2 zijn in totaal 17 macrofyten indicatorsoorten beschreven (Tabel 6.3). In totaal zijn op de 10 bronlocaties acht AS-indicatoren aangetroffen (Tabel 6.3). In totaal zijn 53% van de AS-indicatoren niet aangetroffen op de beeklocaties.

Tabel 6.3. Het aantal en percentage AS-indicatoren (taxa) niet aangetroffen op de 10 bronlocaties.

AS-type	aantal beschreven AS-indicatoren	aantal niet aangetroffen AS-indicatoren	% niet aangetroffen AS-indicatoren
AS01-01	3	0	0
AS01-02	9	6	67
AS01-03	4	1	25
AS01-04	7	6	86
AS01-05	9	4	44
AS01-06	5	4	80
AS01-07	4	1	25
Totaal	17	9	53

De AS-indicator *Chrysosplenium oppositifolium* is aangetroffen op het grootste aantal locaties (Tabel 6.4). De meeste op de bronlocaties aangetroffen indicatoren behoren tot het AS-type 'matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer' (AS01-05).

Tabel 6.4. *Overzicht van de AS-indicatoren met Tansley abundantieklassen, aangetroffen per bronlocatie.*

taxonnaam	AS-type	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek	aantal locaties
Cardamine amara	AS01-01 AS01-05	Cd/ld	cd/ld	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Chrysosplenium oppositifolium	AS01-03 AS01-05 AS01-07	Cd/ld	cd/ld	ls	-	-	-	-	d	cd/ld	-	5
Cirsium palustre	AS01-03 AS01-05 AS01-07	-	-	-	s	-	-	-	-	-	-	1
Equisetum telmateia	AS01-01 AS01-05	-	-	-	-	-	-	s	-	-	-	1
Eriophorum angustifolium	AS01-02	-	-	-	lf	-	-	-	-	-	-	1
Glyceria fluitans	AS01-01 AS01-02 AS01-04 AS01-06	-	-	-	-	lf	-	-	s	cd/ld	-	3
Myrica gale	AS01-02	-	-	-	-	-	cd/ld	-	-	-	-	1
Pellia epiphylla	AS01-03 AS01-05 AS01-07	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	2

Het procentuele aandeel AS-indicatoren varieert tussen de 0 en 50% en bedraagt gemiddeld 24% (Tabel 6.5). De hoge percentages aangetroffen AS-indicatoren zijn het gevolg van het lage aantal aangetroffen taxa op de bronlocaties. Op de locatie Terzieterbeek is het hoogste aantal AS-indicatoren aangetroffen (drie soorten). Op de overige bronlocaties zijn slechts tussen de nul en twee AS-indicatoren aangetroffen (Tabel 6.5).

Tabel 6.5. *Het aantal en procentuele aandeel AS-indicatoren (taxa) aangetroffen per bronlocatie.*

locatie	aantal AS-indicatoren	% AS-indicatoren
Terzieterbeek	3	33
Hemelbeek	2	40
Bunderbosbeek	1	50
Rode beek (Brunssum)	2	13
Rode beek (Meinweg)	1	7
Nartheicumbeek	1	7
Helkuil	2	25
Filosofenbeek	2	33
Beekhuizerbeek	2	29
Mosbeek	-	-
<i>gemiddelde</i>	2	24

### 6.3 KRW indicatoren

Voor KRW type R2 is een lijst met kenmerkende macrofyten (indicatoren) opgesteld, waarvan 21 waterplanten en 47 oeverplanten (Van der Molen, 2004). Van deze 68 soorten zijn in totaal 16 soorten aangetroffen in de bronnen, waarvan drie waterplanten en 13 oeverplanten. Het aandeel indicatoren van KRW type R2, gebaseerd op het aandeel taxa, varieert van 20 tot 80%, met een gemiddelde van 40% (Tabel 6.6). Het aantal aangetroffen indicatoren per bron is vrij gering en varieert van één op de locatie de Bunderbosbeek tot vier op de locaties Rode beek (Brunssum) en Hemelbeek (Tabel 6.6)

Tabel 6.6. Het aantal en procentuele aandeel taxa KRW indicatoren (kenmerkende waterplanten en oeverplanten) per bronlocatie.

locatie	totaal aantal taxa	aantal waterplanten	aantal oeverplanten	totaal aantal indicatoren	% indicatoren
Terzieterbeek	9	3	-	3	33
Hemelbeek	5	4	-	4	80
Bunderbosbeek	2	1	-	1	50
Rode beek (Brunssum)	15	3	1	4	27
Rode beek (Meinweg)	15	1	2	3	20
Narthecciumbeek	14	2	1	3	21
Helkuil	8	3	-	3	38
Filosofenbeek	6	2	1	3	50
Beekhuizerbeek	7	2	1	3	43
Mosbeek	12	4	-	4	33
<i>gemiddelde</i>	<i>9.3</i>	<i>2.5</i>	<i>0.75</i>	<i>3.1</i>	<i>40</i>

De meest belangrijke en kenmerkende oeverplant in de onderzochte bronnen is *Chrysosplenium oppositifolium* (Tabel 6.7). Deze soort is aangetroffen in vijf van de 10 bronnen en vaak in hoge aantallen. Daarnaast is in de bronnen van de Terzieterbeek en de Hemelbeek *Cardamine amara* talrijk aanwezig. Minder typische soorten zoals *Pragmites australis* en *Glyceria fluitans* zijn toch opgenomen in de lijst met KRW-indicatoren en komen ieder in drie bronnen voor (Tabel 6.7).

Tabel 6.7. Overzicht van de KRW-indicatoren met Tansley abundantieclassen, aangetroffen per bronlocatie.

taxonnaam	Terzieterbeek	Hemelbeek	Bunderbosbeek	Rode beek (Brunssum)	Rode beek (Meinweg)	Nartheicumbeek	Helkuil	Filosofenbeek	Beekhuizerbeek	Mosbeek	aantal locaties
Calliergonella cuspidate	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	1
Caltha palustris	-	3	-	-	-	-	r	-	-	-	2
Cardamine amara	cd/ld	cd/ld	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Carex oederi subsp. oederi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	s	1
Chiloscyphus polyanthus	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	1
Chrysosplenium oppositifolium	cd/ld	cd/ld	ls	-	-	-	-	d	cd/ld	-	5
Cirsium palustre	-	-	-	s	-	-	-	-	-	-	1
Equisetum palustre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Eriophorum angustifolium	-	-	-	lf	-	-	-	-	-	-	1
Glyceria fluitans	-	-	-	-	lf	-	-	s	cd/ld	-	3
Hydrocotyle vulgaris	-	-	-	s	-	-	-	-	-	3	2
Juncus bulbosus	-	-	-	r	lf	-	-	-	-	-	2
Juncus effuses	-	-	-	-	-	-	r	-	r	-	2
Myrica gale	-	-	-	-	-	cd/ld	-	-	-	-	1
Pellia epiphylla	r	-	-	-	-	-	r	-	-	-	2
Phragmites australis	-	-	-	-	f	lf	-	-	-	s	3
Valeriana officinalis	-	lf	-	-	-	-	-	-	-	-	1

De KRW type R2 maatlat bestaat uit drie onderdelen: abundantie groeivormen, soortensamenstelling macrofyten en soortensamenstelling fyto-benthos (Van der Molen, 2004). Voor de deelmaat abundantie groeivormen is uitgegaan van het bedekkingspercentage van het begroeibaar areaal van de groeivormen submers+drijvend+emers, draadwier/flab, kroos en oeverbegroeiing. In bronnen is het onderscheid tussen bron-, oever- en 'terrestrische' begroeiing moeilijk te maken. Bronnen bestaan uit mozaïeken van water, moeras en (droog) land. Daarbij worden bronnen beschaduwd en de mate van beschaduwning draagt verder bij aan de dichtheidsverdeling in het mozaïek. Een nog verdergaande complicerende factor is de begrenzing van een bron of broncomplex. De meeste bronnen zijn complexen van bronkoppen met een eigen droog-nat mozaïek gelegen in een grootschaliger mozaïek van meerdere bronkoppen al dan niet gescheiden door hogere, drogere delen en doorsneden door bronbeekjes en/of bovenloopjes. Het 'Achtergronddocument waterflora' (Van den Berg, 2004) geeft onvoldoende specificatie om de deelmaat abundantie groeivormen te bepalen. Gezien de complexe mozaïekstructuur van broncomplexen is het beter deze deelmaat achterwege te laten voor het bepalen van de ecologische toestand van permanente bronnen.

Op basis van de deelmaat soortensamenstelling is de ecologische toestand van alle bronlocaties slecht (Tabel 6.8).

Tabel 6.8. Resultaten berekening deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten (Van der Molen, 2004) per bronlocatie.

locatie	score oeverplanten	EKR	score waterplanten	EKR	ecologische toestand
Terzieterbeek	9	0.12	0	0	slecht
Hemelbeek	9	0.12	0	0	slecht
Bunderbosbeek	3	0.04	0	0	slecht
Rode beek (Brunssum)	3	0.04	1	0.02	slecht
Rode beek (Meinweg)	0	0	3	0.07	slecht
Nartheicumbeek	3	0.04	1	0.02	slecht
Helkuil	6	0.08	0	0	slecht
Filosofenbeek	5	0.07	2	0.05	slecht
Beekhuizerbeek	5	0.07	1	0.02	slecht
Mosbeek	4	0.05	0	0	slecht

## 6.4 Positieve indicatoren

De soorten die in een maatlat moeten worden opgenomen om de ecologische toestand van een bron kunnen bepalen zijn niet gelijk aan de soorten opgenomen in de referentiebeschrijvingen in het 'Aquatisch Supplement'. In deze beschrijvingen kunnen namelijk ook soorten zijn opgenomen die kenmerkend zijn voor het type, maar geen indicator zijn voor antropogene beïnvloeding. In een maatlat zouden juist positieve indicatoren moeten worden opgenomen: soorten die gevoelig zijn voor antropogene beïnvloeding en die niet per definitie kenmerkend zijn voor het watertype. Bij voorkeur geven deze positieve indicatoren ook aan van welke vorm van beïnvloeding sprake is, wanneer ze afwezig zijn. De monsters van de 10 bronlocaties in dit onderzoek geven alleen een beeld van de soorten, die aanwezig kunnen zijn onder optimale omstandigheden. De monsters geven geen informatie over het verdwijnen van deze soorten bij antropogene beïnvloeding.

### **Resultaten**

Van de 17 AS-indicatoren zijn er negen niet aangetroffen in de 10 opnames (Tabel 6.9). Van deze negen AS-indicatoren worden alleen *Galium palustre* en *Ranunculus flammula* in meer dan 850 uurhokken aangetroffen. Het aantal uurhokken is weergegeven om inzicht te krijgen in de zeldzaamheid van de verschillende soorten. Soorten die zijn aangetroffen in minder dan 850 uurhokken zijn in deze studie tot de categorie zeldzaam gerekend. Zes van de negen niet aangetroffen AS-indicatoren zijn opgenomen als indicator in de KRW maatlat voor watertype R2 (Tabel 6.9). De negen soorten kunnen om meerdere redenen niet zijn aangetroffen: (1) ze zijn lastig te determineren, bijvoorbeeld doordat de opnames zijn gemaakt buiten de bloeiperiode van de betreffende soort, (2) de soort is over het hoofd gezien bij het maken van de opnames, (3) op de locaties wordt niet voldaan aan specifieke standplaatseisen, (4) de soort komt van nature niet voor in permanente bronnen. Voorlopig zijn er geen redenen om de AS-indicatoren in tabel 6.4 en 6.9 niet aan te merken als positieve indicator.

Tabel 6.9. *Overzicht van de negen AS-indicatoren, die niet zijn aangetroffen in één van de 10 opnames, met: (1) het aantal uurhokken waarin de soort is vastgesteld en (2) indicatie of de soort is opgenomen als positieve indicator in de KRW maatlat voor watertype R2.*

taxonnaam	aantal uurhokken	KRW indicator
Brachythecium rutabulum	681	ja
Carex flava	5	nee
Chrysosplenium alternifolium	49	ja
Cratoneuron filicinum	39	nee
Galium palustre	1364	ja
Montia fontana	24	nee
Persicaria hydropiper		ja
Philonotis fontana	57	ja
Ranunculus flammula	1103	ja
Stellaria uliginosa	835	ja

In bijlage 4 zijn alle taxa opgenomen, die zijn aangetroffen op de 10 bronlocaties, minus de AS-indicatoren. Het gaat om een lijst van 48 soorten. Opvallend is dat de meeste soorten slechts op één of twee bronlocaties zijn aangetroffen. Hieruit kan worden opgemaakt dat de macrofytengemeenschap sterk varieert van bron tot bron. Van de 48 soorten zijn 30 soorten aangetroffen in minder dan 850 uurhokken (zeldzame soorten), waarvan er momenteel slechts twee als indicator in de KRW maatlat zijn opgenomen. De 28 resterende soorten kunnen mogelijk aangemerkt worden als positieve indicator. Van de 48 soorten behoren 11 soorten tot de categorie algemeen waarvan er momenteel vier als indicator in de KRW maatlat zijn opgenomen. Van zeven soorten is geen informatie beschikbaar met betrekking tot het aantal uurhokken, twee van deze soorten zijn opgenomen als indicator in de KRW maatlat.

Voordat definitieve uitspraken kunnen worden gedaan over positieve indicatoren zal meer onderzoek moeten worden uitgevoerd. Op basis van data zal moeten worden gecontroleerd of deze soorten inderdaad verdwijnen bij toenemende antropogene beïnvloeding.

Naast positieve indicatoren zouden in een maatlat voor permanente bronnen ook negatief dominante soorten (soorten die in hoge aantallen voorkomen bij antropogene beïnvloeding) en positief dominante soorten (soorten die in hoge aantallen voorkomen onder 'optimale' omstandigheden) moeten worden opgenomen (Verdonschot et al., 2003). Om soorten echter als zodanig te kunnen aanmerken is een uitgebreide analyse van de gegevens en bestudering van de autecologie nodig, wat buiten de reikwijdte van dit onderzoek valt.

## 6.5 Discussie en aanbevelingen

### *Monitoring*

De wijze waarop de macrofyten zijn opgenomen in deze studie, hing af van het specifieke bronmilieu. In de bronnen waar sprake was van bronbeekjes zijn de opnames in en langs de bronbeekjes gemaakt, terwijl in de andere bronnen opnames zijn gemaakt van stilstaande poeltjes en moerassige stukken. Door de grote verschillen tussen de bronmilieu's is het lastig om de wijze van opnemen te

standaardiseren. Het is tevens niet uitgesloten dat meer soorten waren gevonden, wanneer grotere oppervlaktes waren geïnventariseerd, zeker gezien het vaak geclusterd voorkomen van waterplanten. Methodisch onderzoek naar het op te nemen oppervlak en de wijze van opnemen verdient daarom aanbeveling.

De bronnen zijn in de voorzomer en zomer bezocht. Toch zijn deze twee bezoeken onvoldoende gebleken om alle macrofyten tot op soortniveau vast te stellen. Herhaalde bezoeken zijn noodzakelijk, waarbij opvalt dat verdelingen in aantallen sterk tussen seizoenen kunnen verschillen. Ook dit element dient onderdeel te worden van de genoemde methodische studie.

In brongebieden maakt de heterogeniteit van het brongebied, samen met het grote oppervlak, schattingen van bedekkingen zeer onbetrouwbaar. Verder is de bedekking geen representant van de aanwezige biomassa noch van het aantal individuen, dit maakt bedekking een lastig te interpreteren grootheid. Men kan zich voorstellen dat kleine planten, zoals holpijp, veel eerder als frequent worden aangemerkt dan grote planten, zoals gagel. Kortom, verschillen tussen individuele soorten in vorm en omvang bemoeilijken interpretatie van de grootheid bedekking. Kwantificering van macrofyten opnames dient als onderdeel van een breder methodisch onderzoek meer aandacht te krijgen. Voor het toepassen van de huidige KRW maatlat is deze kwantificering minder relevant, maar voor de verbetering van de KRW maatlat des te meer.

### **Beoordeling**

In de bronnen is slechts één van de vier NDT-doelsoorten van permanente bronnen aangetroffen. Het gaat om de soort *Chrysozplenium oppositifolium*, welke op vijf van de 10 bronlocaties is aangetroffen. Op de locaties waar de soort is aangetroffen is sprake van een goede mate van doelrealisatie (20% van de soorten) op de overige locaties niet. Van de 17 beschreven AS-indicatoren zijn er in totaal acht aangetroffen op de bronlocaties. Per bronlocatie zijn maximaal drie AS-indicatoren aangetroffen. In totaal zijn 68 KRW indicatoren beschreven, waarvan er 16 zijn aangetroffen. Per bronlocatie zijn maximaal vier KRW indicatoren aangetroffen. Uit het bovenstaande kan worden opgemaakt, dat veel indicatoren niet zijn aangetroffen op de bronlocaties en dat per locatie slechts een beperkt aantal indicatoren is aangetroffen. Het niet aantreffen van de indicatoren kan twee oorzaken hebben: (1) de soort was aanwezig, maar is tijdens het opnemen over het hoofd gezien, of (2) de soort was daadwerkelijk niet aanwezig. In het geval van punt 2 kan het niet aantreffen van de soort een gevolg zijn van de (slechte) ecologische toestand op de locatie, of omdat op de locatie niet wordt voldaan aan de specifieke vereisten die soort stelt aan de milieuomstandigheden. Het is zeer waarschijnlijk dat lichtlimitatie in de meeste bronnen een rol heeft gespeeld. Op de niet tot nauwelijks beschaduwde bronlocaties van de Rode beek (Brunssum), Rode beek (Meinweg), Nartheciumbeek en Mosbeek zijn namelijk veel meer soorten aangetroffen dan op de overige locaties.

Het lage aantal aangetroffen indicatoren per locatie maakt het eigenlijk onmogelijk om de bronlocaties te beoordelen op basis van de aanwezige plantengemeenschap, zeker in combinatie met de grote verschillen in soortensamenstelling tussen de

verschillende bronlocaties. Er bestaan vooral grote verschillen in plantengemeenschap tussen de meer en minder beschaduwde bronlocaties, hetgeen de beoordeling kan bemoeilijken. Het gaat op de minder beschaduwde locaties om open, half-natuurlijke landschappen, zoals hooilanden en heidevelden. De natuurlijke situatie in bronnen is van oorsprong bos, hoewel dat door de natte omstandigheden wel redelijk open kan zijn. Het is een beleidsafweging of onder een referentiesituatie ook half-natuurlijke landschappen mogen vallen. Zo ja, dan moet bij de beoordeling rekening worden met de verschillen tussen beschaduwde en onbeschaduwde (half-)natuurlijke bronnen.

De KRW deelmaatlat soortensamenstelling beoordeelt de ecologische toestand van alle bronlocaties als slecht. Zoals ook al is aangegeven in paragraaf 5.6 is de toestand van de 10 bronlocaties in dit onderzoek toch zeker goed te noemen (expert-judgement), zeker gezien de ecologische toestand van andere bronlocaties in Nederland. Op basis hiervan concluderen wij dat de KRW maatlat de ecologische toestand van permanente bronnen onderwaardeert. Onderzocht moet worden of het aanwijzen van (dominant) negatieve indicatoren de beoordeling met de KRW maatlat kan verbeteren. In deze studie zijn alleen opnames gemaakt van de aquatische en semi-aquatische delen van de brongebieden. Door in de beoordeling ook meer algemene (terrestrische) onderdelen op te nemen, zoals de opslag van bramen en het voorkomen van brandnetels, kan de beoordeling mogelijk worden verbeterd.

De KRW deelmaatlat abundantie groeivormen blijkt in de praktijk slecht toepasbaar, omdat in bronnen het onderscheid tussen bron-, oever- en 'terrestrische' begroeiing moeilijk te maken is. Gezien de complexe mozaïekstructuur van broncomplexen is het beter deze deelmaatlat achterwege te laten voor het bepalen van de ecologische toestand van permanente bronnen.

De lijsten met de niet op de 10 bronlocaties aangetroffen AS-indicatoren en aangetroffen soorten die momenteel niet zijn aangemerkt als AS-indicator, vormen een aanzet tot het selecteren van positieve indicatoren, negatief dominante taxa en positief dominante taxa en kunnen daarmee worden gebruikt om de KRW maatlat te verbeteren. Voordat hierover definitieve uitspraken kunnen worden gedaan, zal op basis van data moeten worden gecontroleerd of taxa al of niet verdwijnen/dominant voorkomen bij toenemende antropogene beïnvloeding.





## 7 Epifytische diatomeeën

Het aantal aangetroffen taxa varieert sterk per locatie. Het aantal aangetroffen taxa is zeer laag op de locaties Rode beek (Brunssum) en Rode beek (Meinweg), met respectievelijk zes en vijf taxa. De locatie Nartheciumbeek valt op door het zeer hoge aantal aangetroffen taxa (66) (Tabel 7.1). Naast de verschillen tussen locaties, zijn de verschillen in het aantal aangetroffen taxa tussen de substraten onderling zeer groot (acht of meer taxa) op de locaties Terzieterbeek, Bunderbosbeek, Helkuil, Filosofenbeek, Beekhuizerbeek en Mosbeek (Tabel 7.1).

Tabel 7.1. *Overzicht per bronlocatie en substraat van het aantal aangetroffen taxa.*

locatie	blad	detritus	macrofyten	mossen	zand	fijn grind	totaal
Terzieterbeek	-	21	-	19	-	5	31
Hemelbeek	-	-	-	-	-	13	13
Bunderbosbeek	-	12	-	-	-	20	23
Rode beek (Brunssum)	-	4	-	5	-	-	6
Rode beek (Meinweg)	-	4	4	3	-	-	5
Nartheciumbeek	-	35	38	35	35	-	66
Helkuil	23	-	-	-	16	-	29
Filosofenbeek	18	-	-	-	-	21	26
Beekhuizerbeek	-	-	11	-	13	22	26
Mosbeek	-	28	-	-	15	-	32
<i>gemiddelde</i>	<i>20.5</i>	<i>17.3</i>	<i>17.7</i>	<i>15.5</i>	<i>19.8</i>	<i>16.2</i>	<i>25.7</i>

### 7.1 Bemonstering

In de diatomeeënmonsters van de meeste substraten zijn geen 400 schaaldelen aangetroffen (Tabel 7.2). Om deze reden is besloten om het aantal te determineren schaaldelen af te stemmen op het aantal aangetroffen schaaldelen. In een groot deel van de monsters zijn zelfs geen of te weinig diatomeeën (minder dan 50 schaaldelen) aangetroffen. Detritus is het enige substraat dat op alle locaties kon worden bemonsterd. In meer dan de helft van de detritus monsters zijn echter onvoldoende diatomeeën aangetroffen (Tabel 7.2). De substraten macrofyten, mossen en zand zijn op (minimaal) zeven van de 10 locaties bemonsterd, maar ook voor deze substraten geldt dat in de helft van de gevallen (of meer) onvoldoende diatomeeën zijn aangetroffen. In de monsters van het substraat draadwieren zijn geen enkele keer voldoende diatomeeën aangetroffen (Tabel 7.2). In de monsters van het substraat grind zijn in bijna alle gevallen voldoende diatomeeën (vijf van de zes monsters) aangetroffen. In vier van de 10 bronnen was echter geen grind aanwezig om te bemonsteren. In de monsters van het substraat blad zijn in twee van de drie gevallen voldoende diatomeeën aangetroffen. Op zeven van de 10 bronlocaties was echter geen blad aanwezig ten tijde van de bemonstering (Tabel 7.2).

Tabel 7.2. Overzicht per bronlocatie en substraat van het aantal getelde diatomeeënschaaltjes (nb = niet bemonsterd; 0 = minder dan 50 diatomeeënschaaltjes).

locatie	blad	detritus	draadwieren	macrofyten	mossen	zand	fijn grind
Terzieterbeek	nb	200	nb	0	200	0	200
Hemelbeek	nb	0	nb	0	0	0	200
Bunderbosbeek	nb	100	nb	nb	0	0	100
Rode beek (Brunssum)	nb	200	0	0	200	nb	Nb
Rode beek (Meinweg)	nb	400	nb	200	200	nb	Nb
Nartheciumbeek	0	400	nb	200	200	200	Nb
Helkuil	200	0	0	nb	nb	200	0
Filosofenbeek	200	0	nb	nb	0	0	200
Beekhuizerbeek	nb	0	nb	300	nb	50	200
Mosbeek	nb	200	0	0	0	200	nb
<i>aantal substraatmonsters</i>	<i>3</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>6</i>
<i>% substraatmonsters zonder diatomeeën</i>	<i>33</i>	<i>67</i>	<i>100</i>	<i>57</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>17</i>

## 7.2 Indexwaarden voor saprobie en trofie

De indexwaarden voor saprobie variëren van 1 (oligosaproob) in de Rode beek (Brunssum) tot 3.2 ( $\alpha$ -mesosaproob) in de Beekhuizerbeek, met een gemiddelde waarde van 2.4 ( $\beta$ - tot  $\alpha$ -mesosaproob) (Tabel 7.3). De indexwaarden voor trofie variëren van 1 (oligotroof) in de Rode beek (Brunssum) tot 4.8 (eutroof) in de Hemelbeek, met een gemiddelde waarde van 3.5 (mesotroof tot meso-eutroof) (Tabel 7.3). De indexwaarden voor zowel saprobie als trofie zijn laag op de locaties Nartheciumbeek, Mosbeek en Rode beek (Brunssum) ten opzichte van de overige bronlocaties (Tabel 7.3).

Tabel 7.3. Indexwaarden voor saprobie en trofie per bronlocatie gebaseerd op Van Dam et al. (1994). Saprobie: 1=oligosaproob, 2= $\beta$ -mesosaproob, 3= $\alpha$ -mesosaproob, 4= $\alpha$ -meso-/polysaproob, 5= polysaproob. Trofie: 1=oligotroof, 2=oligo-mesotroof, 3=mesotroof, 4=meso-eutroof, 5=eutroof, 6=hypertrief.

locatie	saprobie	trofie
Terzieterbeek	2.4	4.3
Hemelbeek	2.5	4.8
Bunderbosbeek	2.8	4.1
Rode beek (Brunssum)	1	1
Rode beek (Meinweg)	3	3
Nartheciumbeek	1.7	1.4
Helkuil	2.4	4.7
Filosofenbeek	2.8	4.6
Beekhuizerbeek	3.2	4.7
Mosbeek	1.7	2.1
<i>gemiddelde</i>	<i>2.4</i>	<i>3.5</i>

Per bronlocatie bestaan grote verschillen in indexwaarden tussen de substraten (Tabel 7.4). Het grootste verschil in indexwaarden voor saprobie tussen substraten bestaat op de locatie Helkuil; een verschil van 1.4 tussen de substraten blad en zand. De indexwaarden voor trofie verschillen het meest tussen de substraten zand en macrofyten in de Beekhuizerbeek (2.1) (Tabel 7.4).

Tabel 7.4. Indexwaarden voor saprobie en trofie per substraat voor de 10 bronlocaties gebaseerd op Van Dam et al. (1994). Saprobie: 1=oligosaproob, 2= $\beta$ -mesosaproob, 3=a-mesosaproob, 4=a-meso-/polysaproob, 5=polysaproob. Trofie: 1=oligotroof, 2=oligo-mesotroof, 3=mesotroof, 4=meso-eutroof, 5=eutroof, 6=hypertroof.

locatie	habitat	saprobie	trofie
Terzieterbeek	grind	2.9	4.5
Terzieterbeek	detritus	2.4	4.5
Terzieterbeek	mos	2	3.9
Hemelbeek	grind	2.5	4.8
Bunderbosbeek	grind	3	4.5
Bunderbosbeek	detritus	1.7	1.5
Rode beek (Brunssum)	detritus	1	1
Rode beek (Brunssum)	mos	1	1
Rode beek (Meinweg)	macrofyten	3	5
Rode beek (Meinweg)	detritus	3	1
Rode beek (Meinweg)	mos	3	-
Nartheciumbeek	macrofyten	1.6	1.4
Nartheciumbeek	detritus	1.6	1.3
Nartheciumbeek	mos	2	2.1
Nartheciumbeek	zand	1.6	1.2
Helkuil	blad	3.1	4.7
Helkuil	zand	1.7	4.6
Filosofenbeek	blad	2.3	4.1
Filosofenbeek	grind	3.2	4.8
Beekhuizerbeek	grind	3	4.7
Beekhuizerbeek	zand	2.3	2.9
Beekhuizerbeek	macrofyten	3.6	5.0
Mosbeek	detritus	1.5	2.1
Mosbeek	zand	2	1.9

### 7.3 KRW indicatoren

In de nieuwste versie van de KRW maatlatten (Van der Molen & Pot, 2007) is in het kader van de Intercalibratie aansluiting gezocht bij de in veel landen toegepaste methode IPS (Indice de Polluosensitivité Spécifique). Er is een voor Nederland toepasbare versie van deze maatlat ontwikkeld (Van Dam, 2007; Van Dam et al., 2007). De maatlat is internationaal getest voor R5 en R6, maar is ook van toepassing op de overige riviertypen.

Voor de berekening van de IPS is een lijst met meer dan duizend taxa opgesteld, waarin aan elke soort twee getallen zijn toegekend: een gevoeligheidsgetal ( $s$ ) en een indicatiewaarde ( $v$ ). De IPS is een getal tussen de 1 en 20 en wordt berekend als een gewogen gemiddelde met de volgende formule:

$$IPS = 4.75 * \frac{\sum_{i=1}^n a_i * s_i * v_i}{\sum_{i=1}^n a_i * v_i} - 3.75$$

met:

- $a_i$  = relatieve abundantie  
 $s_i$  = gevoeligheid van soort  $i$   
 $v_i$  = indicatiewaarde van soort  $i$   
 $n$  = aantal soorten waarvoor gevoeligheidsgetallen en indicatiewaarden bekend zijn

Uit de IPS wordt een EKR berekend op basis van de klassengrenzen, die voor alle riviertypen gelijk zijn (Tabel 7.5). De EKR van de tussenliggende waarden wordt berekend uit een lineair verband tussen de IPS en EKR voor het interval waarbinnen de IPS valt.

Tabel 7.5. Omzetting klassengrenzen IPS naar de EKR-score (Van der Molen & Pot, 2007).

	zeer goed - goed	goed - matig	matig - ontoereikend	ontoereikend - slecht
IPS	17	13	9	5
EKR	0.8/1*	0.6	0.4	0.2

\* de EKR-score 0.8 wordt alleen gebruikt voor de berekening van de EKR in de klasse Goed; doordat de referentie samenvalt met de ondergrens van de klasse Zeer Goed krijgen alle IPS-waarden 17 en hoger de EKR-score 1.

Op basis van de KRW maatlat fyto-benthos (IPS) worden vijf bronlocaties beoordeeld als goed en vijf als zeer goed, wanneer de monsters van de verschillende substraten worden gecombineerd (Tabel 7.6). De ecologische toestand van een locatie blijkt af te hangen van het bemonsterde substraat, dit verschil bedraagt hooguit één kwaliteitsklasse.

Tabel 7.6. Resultaten berekening KRW maatlat diatomeeën (Van der Molen & Pot, 2007) per substraat voor de 10 bronlocaties.

locatie	habitat	IPS	ecologische toestand	totaal IPS	ecologische toestand
Terzieterbeek	grind	17.3	zeer goed		goed
Terzieterbeek	detritus	16.8	goed	16.6	
Terzieterbeek	mos	16	goed		
Hemelbeek	grind	16.2	goed	16.2	goed
Bunderbosbeek	grind	16.7	goed	18.4	zeer goed
Bunderbosbeek	detritus	19.4	zeer goed		
Rode beek (Brunssum)	detritus	20	zeer goed	20	zeer goed
Rode beek (Brunssum)	mos	20	zeer goed		
Rode beek (Meinweg)	macrofyten	20	zeer goed		zeer goed
Rode beek (Meinweg)	detritus	20	zeer goed	20	
Rode beek (Meinweg)	mos	20	zeer goed		
Nartheicumbeek	macrofyten	19.5	zeer goed		zeer goed
Nartheicumbeek	detritus	19.9	zeer goed	19.8	
Nartheicumbeek	mos	19.3	zeer goed		
Nartheicumbeek	zand	19.8	zeer goed		
Helkuil	blad	13.5	goed	13.1	goed
Helkuil	zand	12.8	matig		
Filosofenbeek	blad	16.9	goed	15.0	goed
Filosofenbeek	grind	12.8	matig		
Beekhuizerbeek	grind	16.2	goed		goed
Beekhuizerbeek	zand	16.7	goed	16.5	
Beekhuizerbeek	macrofyten	16.9	goed		
Mosbeek	detritus	19.1	zeer goed	19.5	zeer goed
Mosbeek	zand	19.9	zeer goed		

Opvallend is dat de relatieve verschillen tussen de 10 bronlocaties op basis van de KRW maatlat veel kleiner zijn dan de verschillen op basis van de Van Dam index.

## 7.4 Discussie en aanbevelingen

### *Bemonstering*

De MIR-richtlijn voor monitoring geeft stenen aan als het te bemonsteren substraat voor diatomeeën in rivieren (Splunder et al., 2006). Tijdens dit onderzoek is gebleken dat stenen (in de vorm van grind) wel geschikt zijn als substraat (voldoende taxa en schaaldelen), maar dat deze lang niet altijd aanwezig zijn. Blad lijkt ook mogelijkheden te bieden al geschikt substraat. Het probleem met blad is echter dat de aanwezigheid sterk gerelateerd is aan het seizoen. Het bemonsterde substraat blijkt zowel van invloed op de resultaten met de Van Dam index als de KRW maatlat. Om deze reden is standaardisatie van het te bemonsteren habitat (zoals voorgeschreven in de MIR-richtlijn) raadzaam. Ook is voor de Nederlandse situatie nader onderzoek nodig welk substraat of substraten het meest geschikt zijn. Vooral doordat substraten vaak niet op iedere locatie aanwezig zijn, zou een combinatie van verschillende substraten waaruit bij bemonstering kan worden gekozen, een ideale oplossing zijn. Hiervoor dient wel eerst te worden vastgesteld van welke substraten de soortensamenstelling van de diatomeeëngemeenschap in grote mate overeenkomt, om vergelijkbare resultaten te verzekeren.

De MIR-richtlijn noemt de maanden april en mei als meest optimale maanden voor de bemonstering van diatomeeën, omdat dan de sterkste ontwikkeling van diatomeeën (in biomassa en soorten) plaatsvindt. In verband met kosten heeft in dit onderzoek bemonstering in het najaar plaatsgevonden. De seizoensinvloed kan met behulp van deze eenmalige bemonstering niet worden bepaald.

De MIR-richtlijn stelt het aantal te tellen schaaldelen op een minimum van 200. Het al dan niet doorzoeken van de rest van een preparaat is optioneel. Ten aanzien van de getelde aantallen en het al dan niet doorzoeken van de rest van het preparaat evenals de wijze waarop deze toegevoegde taxa meetellen in een berekening dient standaardisering plaats te vinden.

De taxonomie van diatomeeën is aan sterke veranderingen onderhevig. Op Europees niveau is een standaardisering ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water ontwikkeld, maar deze wijkt af van de Nederlandse TCN codering. Het is sterk aan te bevelen de Europese standaard te gaan volgen. Het is verder zinvol na te gaan welk determinatieniveau consistent en tegelijk kosteneffectief wenselijk is.

Momenteel worden in Nederland alleen de epifytische diatomeeën meegenomen in de monitoring en beoordeling van het kwaliteitselement fyto-benthos. De term fyto-benthos uit de KRW omvat echter ook andere algen dan diatomeeën.

### ***Beoordeling***

De indexwaarden voor trofie en saprobie zijn laag op de locaties Nartheciumbeek, Mosbeek en Rode beek (Brunssum) ten opzichte van de overige bronlocaties. Deze drie bronlocaties zijn nauwelijks beschaduwd, waardoor lichtlimitatie geen rol kan spelen. Op de locaties Nartheciumbeek en Mosbeek liggen de nitraatgehaltes ver boven de KRW referentiewaarde, echter de orthofosfaatgehaltes liggen ruim onder de KRW referentiewaarde. Waarschijnlijk is op deze twee locaties dus sprake van fosforlimitatie. De indexwaarden voor saprobie en trofie op de locaties Beekhuizerbeek, Bunderbosbeek, Filosofenbeek en Helkuil zijn relatief hoog ten opzichte van de locaties Nartheciumbeek, Rode beek (Brunssum) en Mosbeek. Deze hoge indexwaarden zouden verklaard kunnen worden door de orthofosfaatgehaltes op deze locaties, die de KRW referentiewaarde overschrijden. De indexwaarden voor trofie en saprobie liggen ook relatief hoog op de locaties Hemelbeek, Terzieterbeek en Rode beek (Meinweg), terwijl de KRW referentiewaarde voor orthofosfaat op deze locaties niet wordt overschreden. Een duidelijke verklaring voor de hoge indexwaarden op de locaties Hemelbeek, Terzieterbeek en Rode beek (Meinweg) ontbreekt.

Opvallend is dat de KRW maatlat de ecologische toestand van de locaties beoordeelt variërend van goed tot zeer goed, terwijl de Van Dam indexwaarden de locaties beoordeelt variërend van oligotroof tot eutroof en van oligosaproob tot  $\alpha$ -mesosaproob. Wanneer wordt aangenomen, dat sprake is van fosforlimitatie, lijken de grote verschillen in Van Dam indexwaarden tussen locaties niet gerechtvaardigd. Wat hierin een rol kan spelen is dat bepaalde taxa die momenteel nog als soort worden aangeduid eigenlijk soortgroepen zijn. Deze soorten bezitten één indicatiewaarde, terwijl het in feite gaat om verschillende soorten met verschillende indicatiewaarden. De resultaten van de KRW maatlat ondersteunen het 'expert-judgement' dat de bronlocaties voldoen aan de Goede Ecologische Toestand. Dit zegt echter nog niets over de juistheid van de beoordeling met de KRW maatlat van locaties in de range van matige tot slechte ecologische toestand. Zowel de Van Dam index als de KRW maatlat zijn eigenlijk niet ontwikkeld voor het watertype permanente bronnen en het is daarom de vraag of ze (in hun huidige vorm) gebruikt kunnen worden voor de beoordeling van dit watertype. Gezien de relatief lage orthofosfaatgehaltes op de bronlocaties lijkt de beoordeling met de KRW maatlat dichter bij de waarheid te liggen. Om met meer zekerheid uitspraken te kunnen doen over de ecologische toestand van diatomeeëngemeenschappen in bronnen is verder onderzoek naar de soortensamenstelling van dergelijke gemeenschappen in bronnen van zowel goede, matige, ontoereikende als slechte ecologische toestand noodzakelijk.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### *Abiotische randvoorwaarden*

Het doel van het onderzoek was het gekwantificeerd invullen van de abiotische randvoorwaarden behorende bij het ZGET/GET van het KRW type R2 'Permanente bronnen'. Omdat de levensgemeenschap altijd zal reageren op de combinatie van abiotische factoren is het lastig om aan de hand van normen voor individuele abiotische variabelen de GET op een bronlocatie te handhaven. Om normen op te stellen, die de GET kunnen garanderen, is meer inzicht nodig in welke factoren, op welke momenten, een sturende rol spelen bij het bepalen van de samenstelling van de levensgemeenschap in bronnen. Toch is in de onderstaande tekst getracht uitspraken te doen over normen voor individuele abiotische variabelen.

De ammoniumgehalten liggen op alle locaties gedurende het hele jaar ver onder de KRW referentiewaarde van 0.4 mg N/l. Op basis van de op de 10 bronlocaties gemeten waarden zou de KRW referentiewaarde voor ammonium bijgesteld kunnen worden naar 0.24 mg N/l voor zowel mineralenarme als mineralenrijke bronnen.

De resultaten van dit onderzoek indiceren dat een overschrijding van de KRW referentiewaarden voor nitraat, totaal-stikstof en totaal-fosfaat kan worden toegestaan, mits de orthofosfaatgehalten voldoen aan de KRW referentiewaarden en/of sprake is van lichtlimitatie. Bij het toestaan van overschrijdingen moet echter wel worden bekeken of deze benedenstrooms niet leiden tot negatieve effecten. Zolang orthofosfaatgehalten laag zijn en/of sprake is van lichtlimitatie is het de vraag of het wel noodzakelijk is, om de KRW referentiewaarde voor ammonium naar beneden bij te stellen.

De KRW referentiewaarden voor EGV en hardheid (afgeleid van de AS-norm voor mineralenarme bronnen) worden overschreden in de bronnen op kalkrijke bodems van Zuid-Limburg. Deze kalkrijke bodems leiden tot van nature hogere waarden voor geleidbaarheid en hardheid. Dit geeft aan dat het onderscheid dat voor de bronnen wordt gemaakt in het 'Aquatisch Supplement' met bijbehorende normen gehandhaafd moet worden voor EGV en hardheid.

De KRW referentiewaarden voor de macroïonen voldoen op bijna alle locaties aan de KRW referentiewaarden. De vraag is echter of hiermee de mineralenarme locaties afdoende zijn beschermd, omdat de KRW referentiewaarden voor magnesium, natrium en kalium zijn afgeleid van de AS-normen voor mineralenrijke bronnen. Het aanhouden van gedifferentieerde normen verdient de voorkeur zolang geen duidelijkheid bestaat over de effecten van verhoogde gehalten aan macroïonen in mineralenarme bronnen.

De zuurstofverzadiging is slechts eenmalig gemeten op de bronlocaties. De zuurstofverzadiging is onder andere afhankelijk van temperatuur (warmer water kan minder zuurstof bevatten) en de aanwezigheid van primaire producenten (deze



produceren overdag zuurstof en verbruiken deze 's nachts), waardoor de zuurstofverzadiging sterk kan wisselen, afhankelijk van het weer en het tijdstip van de dag. Om deze reden heeft het alleen zin om normen voor zuurstofverzadiging op te stellen wanneer deze continu wordt gemeten.

De temperatuur overschrijdt op vier locaties de bovengrens en op één locatie de ondergrens van de KRW referentiewaarde, als gevolg van een gebrek aan beschaduwing (mate van beschaduwing van het brongebied < 20%). Het is een beleidsafweging of onder een referentiesituatie ook minder beschaduwde half-natuurlijke brongebieden mogen vallen. Zo ja, dan zullen de boven- en ondergrens voor temperatuur moeten worden bijgesteld. Bij deze afweging moet wel rekening worden gehouden met het feit dat een constante brontemperatuur één van de belangrijkste factoren is, die de levenscycli en productie van macrofauna in bronnen bepaalt (Verdonschot, 2000). Zowel de grotere variatie in temperatuur als de hogere temperaturen in onbeschaduwde bronnen kunnen van grote invloed zijn op de samenstelling van de macrofaunagemeenschap in bronnen.

De gemeten hydromorfologische variabelen voldoen in de meeste gevallen aan de KRW referentiewaarden. De enige variabelen die op een aantal locaties niet aan de KRW referentiewaarden voldoen zijn de substraatbedekkingspercentages en de mate van beschaduwing. Gezien onze bevindingen bevelen wij aan om de KRW referentiewaarden voor grind te veranderen van 0 – 15% naar 0 – 70%, voor zand van 15 - 90% naar 0-90% en voor hout (stam/tak) van 10 -30% naar 0-30%. De mate van beschaduwing kan beter alleen meegenomen worden in de hydromorfologische beoordeling wanneer men ervan uitgaat, dat onder de referentiesituatie alleen beboste brongebieden vallen en geen half-natuurlijk landschappen. Daarnaast bevelen we aan om de variabelen riviercontinuïteit, breedte, waterdiepte, variatie waterdiepte en dwarsprofiel niet mee te nemen in de hydromorfologische beoordeling, omdat ze niet relevant zijn (riviercontinuïteit) of lastig te meten (overige variabelen).

Om het probleem van normen voor individuele abiotische variabelen te omzeilen biedt een ecologisch beoordelingssysteem, dat tevens indiceert wat de oorzaken zijn van een 'slechte' ecologische beoordeling, meer handvaten voor het handhaven en verbeteren van de ecologische toestand. De KRW maatlat schiet op dit punt voorlopig nog te kort.

### ***Beoordeling***

Tijdens het onderzoek is gebleken dat de toepassing van de KRW maatlaten voor macrofauna en macrofyten in de praktijk tekortkomingen kennen. In de afzonderlijke hoofdstukken is ingegaan op deze tekortkomingen en zijn aanbevelingen gedaan voor verbeteringen.

De KRW maatlat voor macrofauna beoordeelt de ecologische toestand van de macrofaunagemeenschap op de locaties van matig tot ontoereikend. Gezien de ecologische toestand van andere bronlocaties in Nederland is de toestand van de 10 bronlocaties toch zeker goed te noemen (expert-judgement). Op basis hiervan

concluderen wij dat de KRW maatlat macrofauna de ecologische toestand van bronnen onderwaardeert. De KRW maatlat zou echter kunnen worden verbeterd door een lijst van soorten op te stellen, die specifiek gevoelig zijn voor antropogene beïnvloeding en deze soorten apart mee te nemen in de beoordeling. Daarnaast kan een nadere differentiering naar brontypen, zoals een onderverdeling in zuur en zwak zuur of mineralenarm en mineralenrijk, de beoordeling verbeteren.

De KRW maatlat voor macrofyten lijkt de ecologische toestand van de bronnen eveneens te laag te waarderen; de ecologische toestand van alle bronnen wordt beoordeeld als slecht. De lage aantallen aangetroffen soorten macrofyten op de bronlocaties en de grote verschillen in soortensamenstelling tussen de locaties, maakt een beoordeling van de ecologische toestand op basis van macrofyten zo goed als onmogelijk. Eventueel kan beoordeling op basis van macrofyten mogelijk worden met het aanwijzen van (negatief) dominante indicatoren en het opnemen van meer algemene (terrestrische) onderdelen in de beoordeling (zoals de opslag van bramen en het voorkomen van brandnetels).

De resultaten van de KRW maatlat fyto-benthos ondersteunen het 'expert-judgement' dat de bronlocaties voldoen aan de Goede Ecologische Toestand. De resultaten op basis van de Van Dam indexwaarden duiden echter juist op een groot verschil in ecologische toestand tussen de locaties. Zowel de Van Dam index als de KRW maatlat zijn eigenlijk niet ontwikkeld voor het watertype permanente bronnen en het is daarom de vraag of ze (in hun huidige vorm) gebruikt kunnen worden voor de beoordeling van dit watertype. Gezien de relatief lage orthofosfaatgehalten op de bronlocaties lijkt de beoordeling met de KRW maatlat dichterbij de waarheid te liggen. Om met meer zekerheid uitspraken te kunnen doen over de ecologische toestand van diatomeeëngemeenschappen in bronnen is verder onderzoek naar de soortensamenstelling van dergelijke gemeenschappen in bronnen van zowel goede, matige, ontoereikende als slechte ecologische toestand noodzakelijk.

Naast aanpassingen in de wijze van beoordelen van de ecologische toestand, is in het geval van de macrofyten en de epifytische diatomeeën methodisch onderzoek noodzakelijk om de monitoring en beoordeling te kunnen optimaliseren.

In Nederland is besloten om in de rapportage over de ecologische toestand van de Nederlandse wateren naar de Europese Commissie geen kleine wateren op te nemen. Wij willen hier benadrukken, dat dit niet betekent dat de ecologische toestand van 'permanente bronnen' van ondergeschikt belang is, in tegendeel zelfs. Brongebieden zijn door hun kleine oppervlakte veel kwetsbaarder voor fysieke verstoring (zoals vertrapping door mens en vee, vuilstort, zwerfvuil, vergraving en dergelijke) dan andere watertypen. Juist in bronnen komen relatief veel zeldzame soorten voor, die sterk afhankelijk zijn van de zeer specifieke milieuomstandigheden. Dit is gebleken uit de grote verschillen in soortensamenstelling van de levensgemeenschap tussen de (relatief) natuurlijke bronnen uit dit onderzoek. Daarnaast liggen de meeste brongebieden sterk geïsoleerd en op grote afstand van elkaar, hetgeen dispersie bemoeilijkt. Wanneer soorten verdwijnen uit een brongebied als gevolg van een verslechtering van de ecologische toestand, is de kans daarom klein dat deze soorten

ooit weer terugkeren. In Nederland verdienen **juist** de brongebieden bescherming vanwege de grote variatie aan zeldzame soorten die de brongebieden herbergen, de relatief goede kwaliteit van de brongebieden en de kwetsbaarheid van de brongebieden.

### ***Natuurdoeltypen doelsoorten***

Tot slot is tijdens dit onderzoek de vraag gerezen in hoeverre er een verband bestaat tussen de goede mate van doelrealisatie (doel 'Handboek Natuurdoeltypen') en de Goede Ecologische Toestand (KRW doel). Voor de macrofauna en macrofyten kon worden vastgesteld dat een goede ecologische toestand in de meeste gevallen niet samen ging met een goede mate van doelrealisatie. De achterliggende gedachte van natuurbeleid is dat wanneer een natuurdoeltype wordt gerealiseerd, de beschreven doelsoorten automatisch aanwezig zijn. In dit onderzoek is gebleken dat dit dus niet opgaat. Dit kan twee mogelijke oorzaken hebben: (1) de bemonsteringsinspanning is onvoldoende geweest om de aanwezigheid van de doelsoorten te kunnen vaststellen of (2) er is geen (duidelijk) verband tussen natuurwaarde en de ecologische toestand, als gevolg van de criteria die zijn gebruikt bij het selecteren van de doelsoorten. Het is overigens wel mogelijk dat de lage doelbereiking voor de aquatische organismen gecompenseerd wordt door een hogere doelbereiking voor andere soortgroepen (reptielen, vogels, zoogdieren, etc.). Binnen het project 'KRW monitoring in VHR gebieden' (Beleidsondersteunend Onderzoek, cluster Ecologische Hoofdstructuur, thema Ecologische doelen en maatlatten waterbeheer van LNV) wordt uitgebreid onderzoek gedaan naar de relatie tussen de ecologische toestand (KRW doel) en de mate van doelrealisatie (landelijk natuurdoel).

## Literatuur

Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek voor Natuurdoeltypen in Nederland. IKC-Natuurbeheer nr. 11, Wageningen. Min. van LNV, Wageningen. 408 blz.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen; tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wageningen.

De Boer, J., 1983. Bronnen en beken in het boven-Geuldal. Landbouwhogeschool Wageningen, LH/NB nr. 668, 35 blz.

Cuppen, H.P.J.J. & H.K.M. Moller-Pillot, 1978. Een oriënterend onderzoek naar de bronnen en bronbeken in Mergelland. Werkrapport Mergelland.

Cuppen, H.P.J.J., 1978. De Roerstreek. Een oriënterend hydrobiologisch onderzoek naar de macrofauna in het Roerdal en omgeving. RIN rapport.

Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonschot, B. Roels & J.G. Hartholt, 2003. Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669, ISSN 1566-7197. 72 blz.

European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.

Geraedts, W.H.J.M., 1980. Makrofaunaonderzoek van bronnen en beken in Swalmen. Kwaliteit, typologie van bronnen, bedreigingen en beheer. LH/NB nr. 529.

Heinis, F., Goderie C.R.J. & Baretta-Bekker J.G., 2004. Referentiewaarden Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen. HWE, Adviesbureau Goderie, RIKZ, eindconcept februari 2004.

Hendrix, W.P.A.M., 1982. De Kingbeek uit een oogpunt van natuurbeheer. LH/NB nr. 603.

Higler, L.W.G., 1993. The riparian community of north-west European lowland streams. *Freshwater Biology* 29: 229-241.

Maas, F.M., 1959. Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom.

- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (red.), 2001. Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. Werkgroep Ecologische Waterbeoordeling, themanummer 19. Uitgave: Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, 77 blz.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2; plantengemeenschappen van wateren, moerassen, natte heiden. Leiden, 360 blz.
- Siebum, M.B. & J.H.J. Schaminée, 1991. Plantengemeenschappen van Nederland. 8. Montio-Cardaminetea. RIN rapp. 91/24.
- Van Dael G., 1982. Niet bij makrofauna alleen. Onderzoek van de makrofauna in bronnen en beken van het Mechelderbeekdal. LH/NB nr. 634.
- Van Dam, H., 2007. Een herziene KRW-maatlat voor het fyto bentos in stromende wateren. In opdracht van Rijkswaterstaat RIZA. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam.
- Van Dam, H., M. van den Bergh, R. Portielje & M. Kelly, 2007. Een herziene maatlat voor fyto bentos van stromende wateren. H<sub>2</sub>O, 40 (21): 40-44.
- Van den Berg (red.), 2004. Achtergrondrapportage referenties en maatlaten waterflora. Rapportage van de expertgroepen macrofyten en fytoplankton. RIZA. 116 blz.
- Van der Molen, D.T. (red.), 2004. Referenties en concept-maatlaten voor rivieren voor de Kaderrichtlijn water. STOWA rapport 43. 365 blz.
- Van der Molen, D.T. (red.), 2004. Referenties en concept-maatlaten voor meren en plassen voor de Kaderrichtlijn water. STOWA rapport 42. 450 blz.
- Van der Molen, D.T. & R. Pot (red.), 2007. Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Utrecht, STOWA. STOWA rapport 2007-32.
- Van der Ploeg, M.P.M. & C.W. Upperman, 1982. Bronnen in Vaals, macrofaunaonderzoek. Landbouwhogeschool, Wageningen, LH/NB nr. 643, 67 blz.
- Van Splunder, I., T.A.H.M. Pelsma & A. Bak (red.), 2006. Richtlijnen monitoring oppervlakte water. Europese Kaderrichtlijn Water. Versie 1.3, augustus 2006. ISBN 9036957168.
- Verdonschot P.F.M., 1990a. Ecological characterization of surface waters in the province of Overijssel (The Netherlands). Proefschrift, Wageningen, 255 blz.

Verdonschot, P.F.M., 1990b. 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, 301 blz.

Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 1, Bronnen. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Rapport AS-01, EC-LNV. Alterra, Wageningen, 88 blz.

Verdonschot, P.F.M., R.C. Nijboer & H.E. Vlek, 2003. Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW). II. De ontwikkeling van maatlaten. Alterra-rapport 753, ISSN 1566-7197. 200 blz.

Verdonschot, P.F.M. & J.A. Schot, 1986. Macrofaunal community types in helocrene springs. Ann. Rep. Res. Inst. Nature Management, Leersum 1986: 85-103.

Verdonschot, P.F.M., J.A. Schot & H. Mosterdijk, 1996. Bronnen in Noord- en Midden-Limburg; ligging en globale karakterisering. 234 blz.

Verdonschot, P.F.M., J.A. Schot & M.R. Scheffers, 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem. IBN rapp. 004: 1-128.

Verdonschot, P.F.M. & M.W. van den Hoorn, 2004. Hydromorfologische kwaliteitselementen. Achtergronddocument bij de natuurlijke KRW-typen. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 1074, 114 blz.

Verweij, G.C.G. 1981, Hydrobiologisch onderzoek aan bronnen en bronbeken in het stuwvallengebied ten zuid-oosten van Nijmegen. Landbouwhogeschool Wageningen, LH/NB nr. 593, 51 blz.

Vos, M. & J. van den Houdt, 1981. Hydrobiologisch onderzoek van het bronbos Leucker en de beek de Swalm. LH/NB nr. 573.

Wallin, M., T. Wiederholm & R.K. Johnson, 2002. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. CIS Working Group 2.3 – REFCOND. 5th Version.



**Bijlage 1 Overzicht van op historische gegevens gebaseerde  
 typering van bronnen met literatuurvermelding.**

uittreding	afvoertype	voedselrijkdom	auteur (s)	broncode
geconcentreerd	hoog	(arm)-matig	H	King
			D	Ib
			D	IIb
			P&U	1
			P&U	2
			C&M	pb
			C&M	rk
			B	2
			B	3
			A	29,21,24,23,19
			A	18.31.20
			V&S	1.2(.1/.2)
pleksgewijs	matig	arm	VSM	2&3
			VSS	H3/5+
			B	1.2
			B	1
			A	25
			V&S	1.1.2
		matig	G	I
			V	1b
			D	IIIa
			VSM	1
			C&M	bos
			C&M	wei
			V&H	L
			VSS	H1+
			A	15.36.1.8.13.16.37
			V&S	1.1(.1)
diffuus	laag	arm	P&U	3
			V&S	2(.1)
			C	o-m
		matig	0	III
			V	1a
			C	m-e
droogvallend	laag	arm	A	11
		matig	A	14.41.7
			V&S	3
beekbegeleidend		arm	G	Oev
		matig	VSM	4&5
			G	II
vijver		arm	VSM	6
		matig	VSM	7
			V	Wyl5



uittreding	afvoertype	voedselrijkdom	auteur (s)	broncode
limnocrene			V	2
kwelmoeras		zuur	V&S	2.1.1
		neutraal	VSM	9
			S	?

Legenda:

B=de Boer 1983, type 1, 1.2, 2 en 3; C&M=Cuppen & Moller-Pillot 1978, type bos en wei, puntbron en rheokreen; C=Cuppen 1978, type 5.1 meso-eutroof en type 5.1 oligo-mesotroof; G=Geraedts 1980, Leuckertype I, Oeverbron, Rookhuizentype II en Teutebeektype III; H=Hendrix 1982, Kingbeek; A=niet gepubliceerde gegevens Alterra; D=van Dael 1982, type I var. b en II var. b en type III var. a; V&U=van der Ploeg & Upperman 1982, type 1, 2 en 3; V&S=Verdonschot & Schot 1986, type 1.1(.1); type 1.1.2, type 1.2(.1 en .2), type 2(.1) en type 3; VSM=Verdonschot, Schot & Mosterdijk 1996, type 2-3, type 4-5, type 6 en type 7; VSS=Verdonschot, Schot & Scheffers 1993, H1+ en H3/5+; V=Verweij 1981, type 1a; type 1b; type 2 en Wyl5; V&H=Vos & van den Houdt 1981, Leucker.

## Bijlage 2 Selectie KRW-type 'Permanente bronnen'

Voor het opstellen van een lijst met de potentiële nagenoeg-natuurlijke permanente bronnen zijn vooraf de volgende informatiebronnen gebruikt:

- Databases
- Bekentypologie (bevat weinig echte bronnen)
- Regionale projecten EKOO, Veluwe & Vallei, Limburg
- Bronnenproject Noord- en Midden-Limburg
- Bronneninventarisatie Alterra ZWE (niet gepubliceerd)
- Overleg/informatie-inwinning
- Barend van Maanen (Waterschap Roer en Overmaas)

Op basis van bovenstaande informatie is een lijst samengesteld van de meest natuurlijke bronnen, waar vervolgens een bezoek aan is gebracht. De resultaten zijn hieronder beschreven.

### Veldbezoeken

#### *Rheocreenen (datum bezoek: 030804)*

In de lijst met permanente bronnen zijn ook rheocrene bronnen opgenomen. In totaal zijn drie bronnen in het verleden als rheocreen aangemerkt. Het betreft een rheocreen langs de Hermansbeek, de kop van de Dorpshofslossing en een rheocreen in het complex van de Fröschebron. De rheocreen langs de Hermansbeek is gelegen in een kleine bosje van enkele meidoornstruiken, hetgeen weer in een weiland ligt. Dit bosje, de afvoerende bronbeek en de rheocreen zelf zijn zeer toegankelijk voor de koeien die in het weiland lopen. Hierdoor is de rheocrene wand verzakt en vertrapt waardoor de bron een modderachtige indruk geeft. De Dorpshofslossing is nog slechts een greppel gelegen tussen de asfaltweg en een iets hoger gelegen weiland. De kop is verscholen in de met grassen overgroeide rand van een geasfalteerde uitrit van een boerderij. De greppel is sterk verslibd. Het complex van de Fröschebron is gelegen in een weiland grenzend aan de tuin van een boerderij. Het weiland is gemaaid en de bron maakt een weinig natuurlijke indruk. Het is alarmerend dat van het zeldzame brontype rheocreen geen nagenoeg-natuurlijke vertegenwoordiger meer in Nederland aanwezig is.

#### *Hermansbeek (datum bezoek: 030804)*

De bronnen liggen aan de oostzijde van de zuid-noord stromende beek. Naast de vertrapte rheocreen ligt enkele meters in zuidelijke richting nog ene kleinere acro-/helocreen met een kop van circa een halve meter in diameter. De afvoer van deze bron is matig. De bron is eveneens vertrapt door koeien. De kop van de beek zelf stond droog. Mogelijk andere bronnen voerden tijdens het veldbezoek geen water en konden ook niet worden opgespoord.

#### *Cottesserbeek (datum bezoek: 030804)*

In de kop van de Cottesserbeek bevindt zich een kopbron (helocreen) en steeds op 5-10 m in zuidelijke richting liggen aan de oostzijde van de beek zijbronnen (3 helocreenen met korte bronbeekjes). De kopbron is enigszins verstoord, er ligt

rommel zoals een restant van een autowiel en een autoband. De meest noordelijke zijbron is enigszins verzand als gevolg van een ingevallen boom die zand heeft verplaatst. In de bronbeek zitten wel veel exemplaren van *Lithax*, *Silo* en *Agapetus*. Ook beide ander zijbronnen maken een enigszins verstoorde (voedselverrijkte en plaatselijk belopen) indruk.

*Belletbeek (datum bezoek: 030804)*

Alleen de kopbron een pijp uit een gemetseld muurtje is bezocht. Deze kunstmatige acrocreen voert veel water waardoor het afvoerende beekje breed en snelstromend is. De iets zuidelijk gelegen bron is niet bezocht.

*Dorpsbofslossing (datum bezoek: 030804)*

Zie tekst over de rheocreenen.

*Terzieterbeek (datum bezoek: 030804)*

Het bronbosje van de Terzieterbeek bestaat uit oostelijk gelegen helocrene bronnen met sterk afvoerende bronbeekjes die allen uitmonden in de zuid-noord stromende Terzieterbeek. Het complex maakt een nagenoeg-natuurlijke indruk. Metingen duiden op een basische, mogelijk kalkrijke ondergrond (EGV= 624, pH=8.2). De bron en bronbeekjes zijn begroeid met goudveil en mossen (als pollen in en langs de bron en bronbeek). Er zijn veel zeer jonge *Agapatus* larven aanwezig. Van de brontakken zijn er vier bezocht, gaande in zuidelijke richting ligt tak 1 nabij de rand van het bosje, op circa 20 m ligt tak 2, dan op circa 40 m tak 3 en tenslotte is op 20 m tak 4 (laatste bezochte) gelegen. Naar het zuiden liggen nog meer net bezochte takken.

*Fröschebron (datum bezoek: 030804)*

Zie tekst over de rheocreenen.

*Noorbeek (datum bezoek: 030804)*

De Noor (nabij Noorbeek) ontspringt in de Brigidabron. Deze bron is aangelegd als overkluisde put met afvoerende gemetselde goot (vroegere wasplaats). De put vertoont gelijkenissen met een limnocreen, er zijn veel exemplaren van *Polycelis felina* aanwezig. De beek stroomt vanaf de bron in zuidelijke richting (richting België), na de asfaltweg (circa 50 m?) zijn twee limnocreenen en een ijzerrijke helocreen gelegen. Deze bronnen liggen aan de westzijde van de beek en voeren met lange, smalle, met *Apium* of *Sium* overgroeide bronbeekjes af naar de hoofdbeek. Het populierenbos, waarin deze bronnen liggen, is gemaaid. De bronnen lijken enigszins voedselverrijkt en verstoord. Toch is de meest noordelijke limnocreen (diameter 1-2 m), waar het zand op het detritus ligt (een teken van het redelijk krachtig opborrelen van water een nader onderzoek waard.

Circa 500 m in zuidelijke richting (ten westen van een zandpad dat in oostelijke richting loopt) liggen aan de oostzijde van de Noorbeek nog een aantal helocrene bronnen waarvan er twee zijn bezocht. Ook hier zijn bron en bronbeek met *Apium* of *Sium* overgroeid. De omgeving is sterk agrarisch, de drogere delen rondom de bronnen is met braam/brandnetel begroeid. Het water had een EGV = 735 en een pH = 8.4.

*Hemelbeek (datum bezoek: 150904)*

Hemelbeekje dat loodrecht op de spoorbaan uitkomt wordt gevoed door verschillende bronnen en broncomplexen. Het beekje naar het oosten volgend vertakt het zich in twee takken. De noordelijke tak wordt gevoed door een vrij gaaf broncomplex (ten zuiden hiervan is nog een complex gelegen echter dat staat onder druk van afspoelend landbouw water vanaf de zuidoostelijk gelegen akker. Het vrij gave broncomplex gaf de volgende indicaties: EGV = 968, T = 12.8, pH = 8.0, matig tot sterk uittredend, veel goudveil.

*Bunderbosbeek (datum bezoek: 150904)*

Deze beek wordt gevoed vanuit een droge tot geleidelijk (over circa 20 m) stromende greppel in een steil v-vormig dal me zijdal. Het water treedt diffuus in de greppel. De beek wordt daarna steeds door uittredend grondwater verder gevoed, veel goudveil. In de vochtige greppel was de EGV 395, iets verderop in de stromende bronloop 710 met een pH van 7.0. Het lijkt erop dat de eigenlijke bronkop hoger of lager in het dal ligt afhankelijk van de grondwaterstand, op moment van opname precies bij de splitsing van de twee hoofddalen.

*Rode beek (Brunssum) (datum bezoek: 150904)*

Een indrukwekkend veenmos-beenbreek complex met een sterke voeding van een 'veen'-beek met een bijna witte zandbodem en plaatselijk wat detritus. Het water treedt uit het veenmos en verzamelt zich in moerasachtige plasjes die vrij snel als beekjes afstromen. In het veenmos maten we een pH van 2.2 en een EGV van 120, in de beek pH = 5.5, EGV = 270. In een bronbeekje was de EGV 140.

*Rode beek (Meinweg) (datum bezoek: 150904)*

Nabij de Duitse grens bij een bocht naar het noorden ligt een zandpad dat via een T-splitsing naar rechts en het eerste pad richting beek (loodrecht erop) uitkomt in het complex/moeras/diffuse bron (zie ook beschrijving Barend). Het moeras bestaat uit riet en zeggen. er bevinden zich veel afstromende loopjes tussen beek en moeras (EGV = 181, pH = 5.9), de afwatering is vrij sterk uit deze vrij grote moerassige diffuse bron. Plaatselijk lopen er stroompjes door de diffuse bron en groeit er veenmos en andere mossen.

*Natheciumbeekje (datum bezoek: 150904)*

Een indrukwekkend veenmos-gagel-beenbreek complex met een vrij sterke voeding van een 'veen'-beek met een bijna witte zandbodem en plaatselijk wat detritus. Veel smaller dan de Rode beek bij Brunssum. Een typisch voorbeeld van een organische beek. Het brongebied bevat veel zeggen, beenbreek, dopheide, gagel en sporadisch riet. In de beek groeit overal *Polygonum polygonifolium*. Metingen EGV 179 en 182, pH 6.5 en 6.3, T 11.9 en 12.4. De bronkop ligt bij het blauwe bord langs de asfaltweg met de indicatie VL 5, dan helling af (zuid).

Overzicht van de geselecteerde permanente bronnen:

<b>brontype</b>	<b>type</b>	<b>selectie</b>	<b>selectie</b>
<i>Bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer</i>	rheocreen	verdwenen	
<i>Mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer</i>	helocreen	Rode beek (Brunssum)	De Hel
<i>Matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer</i>	helocreen	Terzieterbeek bronnen	Hemelbeek
<i>Mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer</i>	helocreen-kwelplek	Nartheicum-beekje-bron	Mosbeek
<i>Matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer</i>	helocreen-kwelplek	Filosofenbeek bron	Bunderbosbeek
<i>Mineralenarme, beekbegeleidende bronnen</i>	helocreen		
<i>Matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen</i>	helocreen	Rode beek (Meinweg)	Beekhuizerbeek

### Bijlage 3 ‘Mogelijk’ positieve macrofauna indicatoren

Overzicht van de taxa, die zijn aangetroffen op één van de 10 bronlocaties en geen AS-indicator zijn, met: (1) het aantal locaties waar het taxon is aangetroffen, (2) het totale aantal individuen waarmee het taxon is aangetroffen, (3) zeldzaamheidsindicatie, (4) indicatie of de soort is opgenomen als negatief dominante, kenmerkende of positief dominante indicator in de KRW maatlat voor watertype R2.

taxonnaam	aantal locaties	aantal individuen	zeldzaamheids-indicatie	KRW indicator
Agabus biguttatus	1	1	zz	
Agabus guttatus larve	2	4		
Agabus sp larve	3	8		
Agabus sturmii	1	1	za	
Agapetus sp	1	3		
Agrypnia sp	1	5		
Apsectrotanypus sp/Macropelopia sp	1	48		
Arrenurus fontinalis	1	1	zz	kenmerkend
Arrenurus leuckarti	1	4	vz	
Arrenurus tubulator	1	1		
Asellidae	1	43		
Asellus aquaticus	2	390	za	negatief dominant
Atractides fonticolus	3	21	zz	
Atractides sp	1	1		
Atrichopogon sp	1	1	-	
Aulodrilus japonicus	1	92		
Bathyomphalus contortus	1	39	za	negatief dominant
Beraca sp	1	1		
Beris vallata	1	1	-	
Cecidomyiidae	1	1		
Ceratopogonidae	10	404		
Chaetarthria sp	1	1		
Chaetocladius sp pop	3	26		
Chelifera sp	4	12		
Chelomideopsis annemiae	3	19	u	
Chironomini	3	6		
Chironomus luridus agg	1	7	a	
Chironomus sp	1	23	za	negatief dominant
Coenagrionidae	1	1		
Cognettia sp	3	86		
Conchapelopia melanops	1	6	va	
Conchapelopia sp	2	18	a	
Corynoneura cf antennalis	2	15		
Corynoneura cf lobata	1	1		
Corynoneura lobata agg	1	1		
Corynoneura sp pop	1	1		
Cyphon sp larve	4	318		
Cyrnus sp	1	1		
Dicranota sp	4	41	a	
Dixa maculata	1	1	vz	kenmerkend
Dixa sp	2	37		
Dolichopodidae	1	1	-	

taxonnaam	aantal locaties	aantal individuen	zeldzaamheids-indicatie	KRW indicator
Dugesia sp	1	1		
Ecdyonurus lateralis	1	1	z	
Elmis sp	1	2		
Elmis sp larve	1	4		
Elodes sp larve	8	2762		
Eloeophila sp	8	57	-	
Enchytraeidae	9	91	a	
Erioptera sp	1	1	-	
Ernodes articularis	2	40	zz	kenmerkend
Eukiefferiella sp	1	2		
Fridericia sp	1	11		
Galba truncatula	3	3	a	
Gammarus sp	8	4247		
Glossiphonia complanata	1	4	za	negatief dominant
Hebrus ruficeps	3	18	va	
Helius sp	1	1	-	
Helobdella stagnalis	1	4	za	negatief dominant
Helochares punctatus	2	6	va	
Helophorus obscurus	2	4	a	
Henlea sp	1	1		
Hesperocorixa sahlbergi	1	1	a	
Hybomitra distinguenda	1	1		
Hydraena riparia	1	1	vz	
Hydraena sp	1	1		
Hydroglyphus geminus	1	1	a	
Hydroporus gyllenhalii	1	1	va	
Hydroporus sp	1	1		
Hydroporus sp larve	1	1		
Hydroporus umbrosus	1	2	va	
Laccobius bipunctatus	1	3	za	
Lebertia fimbriata	1	11	z	
Lebertia lineata	2	6	z	kenmerkend
Lebertia sevfei	1	15		
Lebertia sp nymf	2	4		
Lebertia stigmatifera	1	40	z	kenmerkend
Lepidostomatidae	1	22		
Leuctra sp	1	3		
Libellulidae	1	1		
Limnephilidae	7	9		
Lipsothrix sp	2	3	-	
Ljania bipapillata	3	25	zz	
Lumbricidae	6	17	a	
Lumbricillus lineatus	1	1		
Lumbriculidae	10	454		
Lype sp	1	2		
Mesenchytraeus armatus	1	1		
Metriocnemus fuscipes	2	2	-	
Metriocnemus sp	2	3		
Micropsectra bidentata	1	1	z	
Micropsectra fusca	3	11	z	
Micropsectra gr notescens	1	26	vz	
Micropsectra junci	4	89	zz	

taxonnaam	aantal locaties	aantal individuen	zeldzaamheids-indicatie	KRW indicator
<i>Micropsectra notescens</i> pop	1	1		
<i>Microtendipes</i> gr <i>chloris</i>	3	361		
<i>Microvelia pygmaea</i>	1	1	zz	
<i>Molophilus</i> sp	1	1	-	
<i>Nais communis</i>	1	2556	va	negatief dominant
<i>Nais elinguis</i>	2	17	a	negatief dominant
<i>Nais</i> sp	2	8		
<i>Natarsia</i> sp	5	30	va	negatief dominant
<i>Nemoura</i> sp	5	481		
Nemouridae	4	35		
<i>Neolimnomyia</i> sp	2	2	-	
<i>Nepa cinerea</i>	1	1	za	
<i>Niphargus</i> sp	3	83		
<i>Oligotricha striata</i>	2	2	vz	
<i>Ormosia</i> sp	1	1	-	
<i>Orthetrum coerulescens</i>	1	9	zz	
<i>Orthetrum</i> sp	1	5		
Orthocladiinae	3	4		
Orthocladiinae pop	3	3		
<i>Orthocladus lignicola</i>	1	1	zz	kenmerkend
<i>Osmylus fulvicephalus</i>	1	1	z	
<i>Oxycera nigricornis</i>	2	23	-	
<i>Oxycera pseudoamoena</i>	2	61		
<i>Panimerus notabilis</i>	1	6		
<i>Panisopsis vigilans</i>	1	1	zz	
<i>Parametriocnemus stylatus</i> pop	1	2		
<i>Paratendipes albimanus</i>	4	12	a	negatief dominant
Pentaneurini	6	48		
Phryganeidae	1	1		
<i>Phylidorea</i> sp	2	7	-	
<i>Pilaria</i> sp	5	11	-	
<i>Pisidium casertanum</i>	1	16	za	
<i>Pisidium personatum</i>	7	435	vz	kenmerkend
<i>Pisidium</i> sp	6	460		positief dominant
<i>Plea minutissima</i>	1	1	za	
<i>Plectrocnemia brevis</i>	1	29		
<i>Plectrocnemia</i> sp	8	140		
<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	4	8		
<i>Polycelis</i> sp	3	5		
<i>Polycelis tenuis</i>	1	1	za	negatief dominant
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	1	1	za	
<i>Polypedilum</i> sp	4	66		
<i>Potamophylax</i> sp	3	11		
Prionocera sp	1	1	-	
<i>Pristina longiseta</i>	1	1	z	
<i>Proasellus meridianus</i>	1	80	za	
<i>Proasellus</i> sp	1	1		
<i>Procladius</i> sp	4	116	za	negatief dominant
<i>Prodiamesa olivacea</i>	2	37	za	negatief dominant
<i>Protzia eximia</i>	1	5	zz	
<i>Psectrocladius</i> gr <i>limbatellus/sordidellus</i>	2	7	a	
<i>Psectrocladius platypus</i>	1	5	va	



taxonnaam	aantal locaties	aantal individuen	zeldzaamheids-indicatie	KRW indicator
<i>Psectrocladius</i> sp	2	6		
<i>Pseudolimnophila</i> sp	3	41	-	
Psychodidae	7	251		
Psychodidae pop	2	6		
<i>Ptychoptera albimana</i>	2	35	-	
<i>Ptychoptera lacustris</i>	5	65		
<i>Ptychoptera minuta</i>	1	1		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	2	85	a	
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	2	3	va	
<i>Rhyacodrilus falciformis</i>	1	1	zz	
<i>Rhyacophila</i> sp	1	1		
<i>Scleroprocta</i> sp	4	8	-	
Sericostomatidae	1	2		
<i>Sialis lutaria</i>	2	185	za	
<i>Somatochlora arctica</i>	1	1	zz	
<i>Sperchon longissimus</i>	2	10	zz	
<i>Sperchon</i> sp nymf	3	3		
<i>Sperchon thienemanni</i>	6	86		
Stratiomyidae	1	42		
<i>Stylodrilus heringianus</i>	5	29	va	
<i>Sycorax</i> sp	1	1		
Tabanidae	3	4		
Tanypodinae	5	12		
Tanytarsini	2	6		
<i>Tanytarsus</i> sp	3	316	za	negatief dominant
<i>Thaumalea</i> sp	3	10	zz	
<i>Thienemanna gracei</i>	1	1		
<i>Thienemanna</i> sp	1	1		
<i>Thienemanniella</i> sp	1	2		
<i>Thienemanniella</i> sp pop	1	1		
<i>Tinodes</i> sp	1	15		
<i>Tipula maxima</i>	4	9	-	
<i>Tipula</i> sp	3	5	-	
<i>Tonnoiriella pulchra</i>	5	111	-	
<i>Trichostegia minor</i>	1	1	z	
Tricladida	3	28		
<i>Tubifex tubifex</i>	2	10	a	negatief dominant
Tubificidae juveniel met haarsetae	8	636		
<i>Tvetenia calvescens</i>	1	2	z	
<i>Tvetenia discoloripes</i> agg	1	2		
<i>Tvetenia</i> sp	2	12		
<i>Ulomyia fuliginosa</i>	2	7		
<i>Wormaldia</i> sp	1	2		
<i>Zavreliomyia</i> sp	2	21	va	

## Bijlage 4 ‘Mogelijk’ positieve macrofyten indicatoren

Overzicht van de soorten, die zijn aangetroffen op één van de 10 bronlocaties en geen AS-indicator zijn, met: (1) het aantal locaties waar de soort is aangetroffen, (2) het aantal uurhokken waarin de soort is vastgesteld, (3) indicatie of de soort is opgenomen als indicator in de KRW maatlat voor watertype R2.

taxonnaam	aantal locaties	aantal uurhokken	KRW indicator
Aneura pinguis	1	66	nee
Apium nodiflorum	1	332	nee
Bryum pseudotriquetrum	1	51	nee
Calliergon stramineum	1	48	nee
Calliergonella cuspidata	1	257	ja
Caltha palustris	2		ja
Cardamine flexuosa	1	802	nee
Carex acutiformis	2	953	nee
Carex oederi oedocarpa	1		nee
Carex oederi subsp. oederi	1		ja
Carex panicea	1	769	nee
Carex paniculata	1	818	nee
Carex remota	3	698	nee
Chiloscyphus polyanthos	1	143	ja
Cirsaea lutetiana	1		nee
Deschampsia cespitosa	1	1017	nee
Drosera longifolia	1	3	nee
Drosera rotundifolia	3	391	nee
Eleocharis acicularis	1	569	nee
Eleocharis quinqueflora	1	49	nee
Equisetum arvense	2	1525	nee
Equisetum palustre	1	1241	ja
Erica tetralix	1	718	nee
Eurhynchium praelongum	1	635	nee
Galeobdolon luteum	2	403	nee
Hydrocotyle vulgaris	2	1069	ja
Iris pseudacorus	1	1453	nee
Juncus acutiflorus	2	851	nee
Juncus bulbosus	2	710	ja
Juncus effusus	2	1460	ja
Juncus pygmaeus	1	10	nee
Lysimachia vulgaris	2	1293	nee
Molinia caerulea	3	924	nee
Narthecium ossifragum	2	134	nee
Phragmites australis	3	1558	ja
Pinguicula vulgaris	1	11	nee
Plagiomnium undulatum	2	138	nee
Polytrichum commune var. commune	1		nee
Potamogeton polygonifolius	1	338	nee
Scirpus sylvaticus	2	584	nee
Scorpidium scorpioides	1	7	nee
Sphagnum cuspidatum	1	65	nee
Sphagnum denticulatum	2	97	nee
Sphagnum fallax	2		nee

<b>taxonnaam</b>	<b>aantal locaties</b>	<b>aantal uurhokken</b>	<b>KRW indicator</b>
Sphagnum flexuosum	1		nee
Sphagnum palustre	1	118	nee
Sphagnum papillosum	1	30	nee
Valeriana officinalis	1	1370	ja
Scirpus sylvaticus	2	584	nee
Scorpidium scorpioides	1	7	nee
Sphagnum cuspidatum	1	65	nee
Sphagnum denticulatum	2	97	nee
Sphagnum fallax	2		nee
Sphagnum flexuosum	1		nee
Sphagnum palustre	1	118	nee
Sphagnum papillosum	1	30	nee
Valeriana officinalis	1	1370	ja