

Relatie KRW-doelen en macrofauna in beken in Noord-Brabant



Ralf Verdonschot, Piet Verdonschot

Notitie Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research
Juni 2017



Auteurs

Ralf Verdonschot & Piet Verdonschot, Wageningen Environmental Research

Opdrachtgevers

Waterschap Brabantse Delta, De Dommel & Aa en Maas; contactpersoon Marco Beers

Projectgroep

Marco Beers & Jeffrey Samuels (Waterschap Brabantse Delta); Bart Brugmans (Waterschap Aa en Maas); Mieke Moeleker (Waterschap Aa en Maas/AQUON); Mark Scheepens & Iris van der Laan (Waterschap de Dommel).

Referaat

Verdonschot, R.C.M., Verdonschot, P.F.M. (2017) Relatie KRW-doelen en macrofauna in beken in Noord-Brabant. Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen.

Trefwoorden

KaderRichtlijn Water, laaglandbeek, macrofauna, indicatoren, zeldzaamheid, beekherstel

Beeldmateriaal

Ralf Verdonschot

ISBN: 978-94-6343-620-5

DOI: <http://dx.doi.org/10.18174/418564>

Dit onderzoek is ondersteund door het 'Innovatielab Building with Nature voor regionale wateren' (KB-24-001-007).

© 2017 Wageningen Environmental Research, Wageningen UR

- Overname, vereenvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, vereenvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, vereenvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Inhoud

Inhoud	1
Samenvatting	2
1 Inleiding en doel	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Doel	4
1.3 Leeswijzer	5
2 Datasets	6
2.1 Datasets	6
2.2 Afbakening van het studiegebied	6
3. Onderdeel 1: Oorzaken voor de lage KRW scores	7
3.1 Data-selectie	7
3.2 Zijn er specifieke onderdelen van de maatlat voor macrofauna die leiden tot lage KRW-scores voor Brabantse beken?	8
3.2.1 Aanpak	8
3.2.2 Resultaten	9
3.3 Waarom voldoet de macrofauna in sommige Brabantse beken wel aan het doel en wat zijn de verschillen met beken die het doel niet halen?	15
3.3.1 Aanpak	15
3.3.2 Resultaten	15
3.4 In hoeverre bepalen factoren als uitvoering en locatie (representativiteit monsters) het aantreffen van kenmerkende soorten?	20
3.4.1 Aanpak	20
3.4.2 Resultaten	20
3.5 Waarom voldoet de macrofauna in beken van het KRW type R4 bijna nergens in Noord-Brabant aan het doel?	23
3.5.1 Aanpak	23
3.5.2 Resultaten	23
4. Onderdeel 2: In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?	26
4.1 Data-selectie	26
4.2 Ontbrekende kenmerkende soorten voor R4, R5 en R6 in Noord-Brabant	26
4.3 Kunnen de niet meer aanwezige soorten de Brabantse beken bereiken?	32
4.4 Zijn er soorten of soortgroepen die in sterke mate bijdragen aan een hoge KRW-score, omdat ze bijvoorbeeld grote invloed hebben op het functioneren van het watersysteem en daarmee op de aanwezige macrofauna, zoals kokerjuffers die veel organisch materiaal afbreken?	36
5. Conclusies	38
6. Aanbevelingen	42
Literatuur	47

Samenvatting

De toestand en ontwikkeling van macrofauna in de langzaam stromende Noord-Brabantse laaglandbeken en -riviertjes (KRW-watertypen R4, R5 en R6) blijft in veel gevallen ver achter bij de doelen die voor deze beken geformuleerd zijn in het kader van, onder andere, de KRW. Om de oorzaken hiervan te identificeren zijn monitoringsdata van de waterschappen, gegevens afkomstig van de NDFF en historische gegevens geanalyseerd, waarbij gekeken is naar de status van voorkomen en de milieu- en habitatpreferenties van de in de macrofauna maatlat genoemde kenmerkende soorten voor de verschillende watertypen. In dit rapport wordt ingegaan op:

1. De soortensamenstelling van de Brabantse beken en de eisen die deze soorten stellen aan hun milieu, inclusief de verschillen en overeenkomsten met de huidige landelijke typologiën zoals die in het kader van de KRW worden gehanteerd.
2. Welke soorten vroeger voorkwamen en door degradatie van de beken verdwenen zijn, waarbij ook gekeken wordt naar de milieu- en habitateisen van deze soorten en tenslotte
3. De mogelijkheid en noodzaak van terugkeer van deze groep soorten. Hiervoor is de functionele rol van de verdwenen soorten vergeleken met de nog aanwezige soorten om te bepalen of er potentiële veranderingen in ecosysteem functioneren zouden kunnen zijn opgetreden.

De ecologische kwaliteit van de Brabantse beken bleek sterk verbonden met de aanwezigheid van stromingsminnende taxa, terwijl de status van voorkomen van kenmerkende soorten ook een duidelijk effect van organische belasting liet zien, waarbij nu juist de in Brabant zeldzame of verdwenen taxa gebonden zijn aan weinig belaste milieu's. Specifiek voor R6-riviertjes speelt het ontbreken van dood hout nog een rol. Een bijkomend resultaat van deze analyses was de mogelijkheid om via een quickscan op basis van een beperkte set soorten een voorspelling te doen van ecologische kwaliteit.

Opvallend is dat de patronen in milieu- en habitatpreferenties van de aanwezige levensgemeenschappen in R4 en R5 zeer sterk overeen komen, terwijl watertype R4 op de KRW maatlat opvallend slecht scoort ten opzichte van R5. De hoeveelheid stroming en habitatstructuur in de beek (plantenrijke versus plantenarme beken met minerale substraten en organisch materiaal) vormen de belangrijkste gradiënten in beide typen. Er blijken relatief veel kenmerkende soorten van R4 recent niet meer waargenomen te zijn ten opzichte van R5, wat wijst op degradatie, maar ook dat veel kenmerkende soorten überhaupt nooit in Brabant waargenomen zijn, wat wijst op een typologische oorzaak. De maatlat voor R4 neigt meer naar heuvellandbeken als streefbeeld in plaats van de oorspronkelijk in Brabant voorkomende doorstroommoerassen. Regionale differentiatie van de huidige landelijke soortenlijst biedt een oplossing voor dit typologisch probleem.

Factoren als locatie en uitvoering van de bemonstering bleken geen grote rol te spelen, de kans op het aantreffen van kenmerkende soorten was hoog bij de huidige aanpak. Het bleek dat vrijwel alle soorten waarvan in Noord-Brabant alleen historische waarnemingen bekend zijn, op enkele tientallen kilometers afstand van het onderzochte gebied nog aanwezig zijn. In hoeverre deze soorten in staat zijn de Brabantse systemen te herkoloniseren is onbekend door een gebrek aan kennis over de dispersie van deze soorten. Functioneel gezien lijkt met name het verdwijnen van verschillende soorten steenvliegen een aandachtspunt, omdat deze functionele rollen innamen die niet (volledig) opgevuld worden door de enige overgebleven soort binnen deze orde. Steenvliegen zijn belangrijke 'knippers' van grof organisch materiaal en dragen zo bij aan de afbraak van dit materiaal.

In alle deelstroomgebieden komen potentieel kansrijke trajecten voor waar de ecologische kwaliteit op basis van de huidige KRW maatlaten op orde is, of hiervoor potenties heeft op basis van de stromingsindicatie die door de aanwezige levensgemeenschap wordt geïndiceerd. Het belangrijkste brongebied voor macrofauna ligt in het Boven-Dommel stroomgebied, waar in het Belgische deel zelfs nog soorten voorkomen die in Noord-Brabant verdwenen zijn. Echter liggen veel potentieel geschikte trajecten geïsoleerd. Het is dus belangrijk in te zetten op facilitatie van dispersiemogelijkheden van de macrofauna,

bijvoorbeeld door herstel uit te voeren aangrenzend aan trajecten die al op orde zijn of via het aanleggen van bosstroken langs beken die kunnen dienen als dispersiecorridors voor volwassen waterinsecten. Een alternatief is het actief herintroduceren van macrofauna op plekken waarvan de kans klein is dat deze via de natuurlijke weg opnieuw gekoloniseerd kunnen worden.

1 Inleiding en doel

1.1 Inleiding

De toestand en ontwikkeling van macrofauna in de langzaam stromende Noord-Brabantse laaglandbeken en -riviertjes (KRW-watertypen R4, R5 en R6) blijft in veel gevallen ver achter bij de doelen die voor deze beken geformuleerd zijn in het kader van, onder andere, de KRW. Er zijn verschillende oorzaken die geleid kunnen hebben tot het huidige verschil in samenstelling van de levensgemeenschappen in de Noord-Brabantse beken ten opzichte van de voor de watertypen beschreven referenties, onder te verdelen in vier categorieën:

1. **Knelpunten voor soorten m.b.t. milieuomstandigheden of habitatcondities.** Een belangrijke reden voor het ontbreken van een soort in een beek is dat de milieuomstandigheden of habitatcondities niet geschikt zijn. Hiervoor kunnen verschillende oorzaken zijn, variërend van veranderingen in waterkwantiteit (met name stroming), morfologie van de beekloop (normalisatie en kanalisatie), de waterkwaliteit (o.a. te lage zuurstofgehalten, te hoge watertemperatuur, verhoogde concentraties zware metalen) tot veranderingen van landgebruik in het beekdal (bijvoorbeeld de afwezigheid van beekbegeleidende beplanting, welke naast een belangrijke functie voor het verloop van in het water ook het belangrijkste landhabitat voor het volwassen stadium van veel beekinsecten vormt).
2. **Knelpunten voor soorten m.b.t. kolonisatie (dispersie).** In het verleden hebben milieuproblemen geleid tot het verdwijnen van karakteristieke soorten, maar door het wegnemen van de stressoren (beekherstel) lijken veel beektrajecten nu weer (meer) geschikt. Echter, lang niet alle soorten zijn al in staat geweest terug te keren. Redenen hiervoor zijn bijvoorbeeld dispersiebarrières of het ontbreken of de onvoldoende omvang van bronpopulaties binnen overbrugbare afstand.
3. **Methodische problemen.** Een mogelijkheid is dat de soorten wel aanwezig zijn in een beek, maar worden gemist tijdens de monitoring, bijvoorbeeld omdat de trefkans laag is (soort komt in te lage dichtheden voor), de meetpunten op de verkeerde plek liggen, de frequentie van bemonsteren te laag is of het tijdstip van monitoring niet past op de levenscyclus (uitgevlogen of in eifase). Verder kunnen ook determinatieproblemen leiden tot het missen van soorten. Bijvoorbeeld veel van de kenmerkende soorten kokerjuffers in R5 zijn slechts tot op soort te determineren als ze de laatste larvale stadia hebben bereikt. Vang je een jonger exemplaar, dan wordt de soort tot op genus of zelfs familie gedetermineerd en telt deze niet mee in de beoordeling voor de KRW.
4. **Typologische problemen.** Een andere oorzaak kan zijn dat de referentie waaraan de soortensamenstelling getoetst wordt, niet goed overeen komt met de Brabantse situatie. Binnen de KRW-typen ontbreekt regionale differentiatie, terwijl bekend is dat er sprake is van regionale soortenpoules in de Nederlandse beken: niet alle soorten komen wijd verspreid over de Nederlandse hogere zandgronden voor, bijvoorbeeld. in Twente worden soorten gevonden die niet op andere plekken voorkomen.

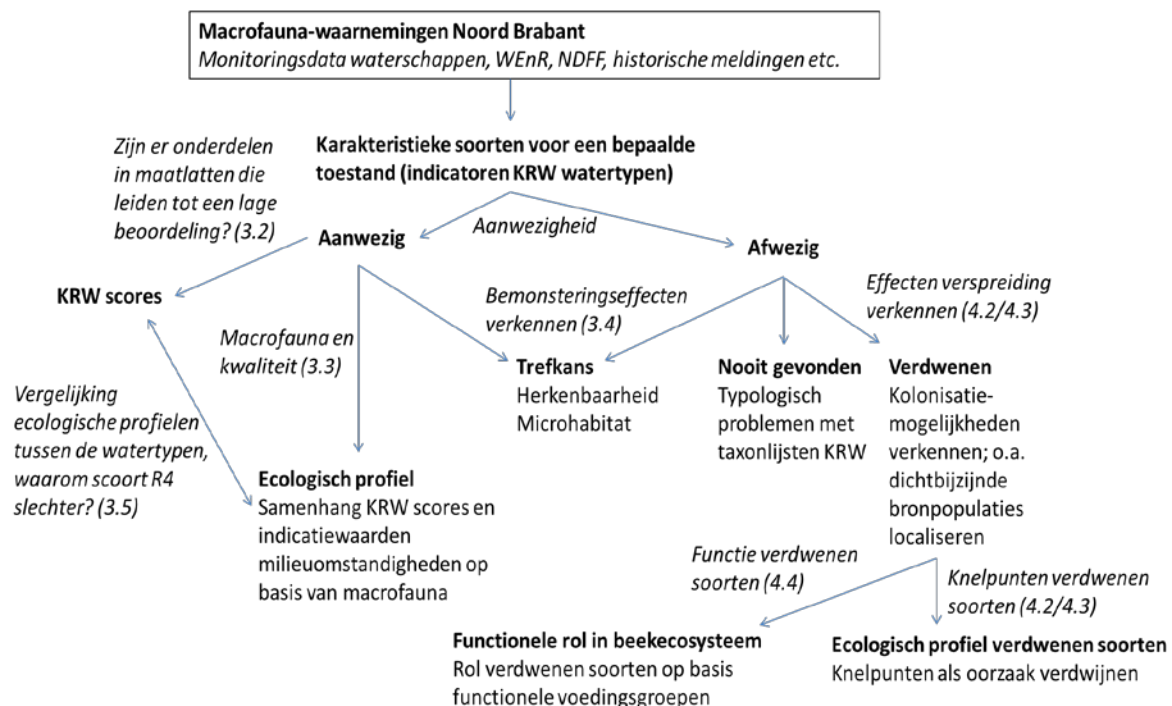
1.2 Doel

In deze rapportage zijn de oorzaken achter de verschillen in KRW-scores tussen Brabantse beken (KRW-typen R4, R5 en R6) op een wetenschappelijke manier onderzocht en wordt

inzicht gegeven in maatregelen om de gestelde KRW-doelen voor macrofauna wel te halen. In beeld hebben wat de oorzaken zijn voor lage KRW-scores op basis van macrofauna voor bepaalde beken is zeer belangrijk in het waterbeheer. Wanneer de lage score simpelweg een uitvloeisel is van slechte milieu- en habitatcondities, waardoor kenmerkende soorten in een beek ontbreken [type 1 paragraaf hierboven], dan biedt dit handvatten voor het uitvoeren van herstelmaatregelen. Echter, ligt de oorzaak van de scores in het ontbreken van kolonisten [type 2], een groot aandeel slecht determineerbare indicatorsoorten in een monster of als de verkeerde habitats in een beekstelsysteem bemonsterd worden [type 3], dan wordt een beek ondergewaardeerd bij toepassing van de macrofaunamaatlat. Een andere oorzaak van het onderwaarden van een monster kan zijn dat de gehanteerde landelijke typologie en de daarbij horende soortenlijsten niet goed passen op de regionale situatie in het studiegebied, waardoor monsters 'te negatief' worden beoordeeld [type 4], een factor waar expliciet aandacht aan wordt besteed in deze studie. Welke oorzaak dan ook, verkeerde toestandsbepalingen zijn niet wenselijk, zeker niet wanneer de informatie gebruikt wordt om beekherstelprojecten te evalueren. Kennis van de oorzaken die een verschil in samenstelling van macrofauna levensgemeenschappen in de Brabantse beken ten opzichte van de voor het watertype beschreven referentie veroorzaken, is dus belangrijk om tot de juiste interpretatie van de gegevens te komen.

1.3 Leeswijzer

De rapportage is ingedeeld in twee onderdelen. Het eerste onderdeel omvat analyses gericht op het identificeren van de oorzaken voor de lage KRW-scores (hoofdstuk 3). Het tweede onderdeel richt zich op de kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant (hoofdstuk 4). In ieder hoofdstuk wordt een aantal vragen beantwoord, de onderlinge samenhang wordt weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1: Samenhang tussen de onderdelen die in deze rapportage behandeld worden. Tussen haakjes wordt de paragraaf gegeven voor het betreffende onderdeel.

2 Datasets

2.1 Datasets

Om de Noord-Brabantse macrofauna in beeld te krijgen is gebruik gemaakt van verschillende datasets (Tabel 2.1). Met 309.945 records was de monitoringsdata van de waterschappen verreweg de grootste dataset.

Tabel 2.1: Datasets gebruikt voor de analyse van de macrofauna in Noord-Brabant en hun herkomst. Tussen haakjes zijn de afkortingen van verschillende informatiebronnen gegeven, waarmee er verder in het rapport naar verwezen wordt.

Dataset	Bron
Monitoringsdata Brabantse waterschappen (zowel routinematige monitoring en toestand en trendmonitoring) 1980-2016	Waterschap Brabantse Delta (WBD) Waterschap de Dommel (WD) Waterschap Aa en Maas (WAM)
Onderzoeksdata van het Europese project 'AQEM' 2000 en het project 'Abiotische randvoorwaarden' 2005	Wageningen Environmental Research (WEnR), voorheen Alterra
Waarnemingen macrofauna 1900-2016 binnen het beheergebied Brabantse waterschappen	Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF)
Aanvullende verspreidingsgegevens uit atlanten, artikelen, rapporten e.d.	Bijlage 1
Historische en recente verspreidingsgegevens Brabantse beken	Lijst ingevuld door Henk Moller Pillot
Verspreidingsgegevens Vlaanderen	Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM), Universiteit Gent, Universiteit Antwerpen

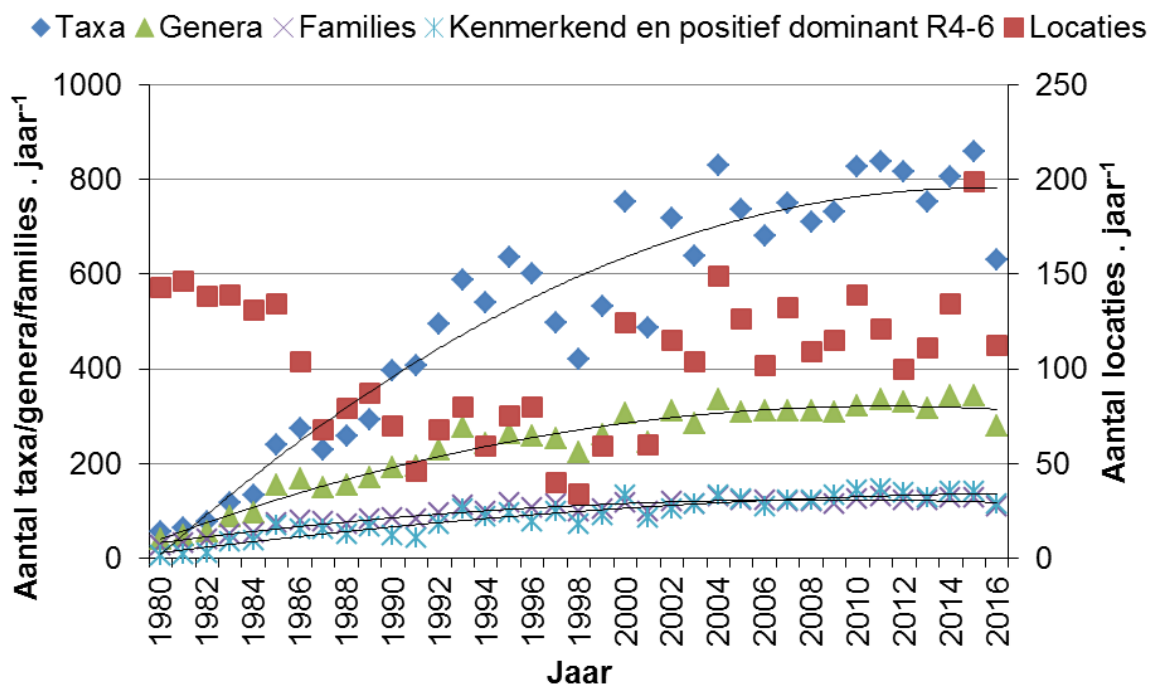
2.2 Afbakening van het studiegebied

Biogeografisch kunnen de beken in de beheersgebieden van de waterschappen Brabantse Delta, de Dommel en Aa en Maas tot hetzelfde hydrobiologische district gerekend worden; de zuidelijke hogere zandgronden (Mol, 1986). Deze regio wordt gekenmerkt door langzaam stromende beken zonder duidelijke bron. Door dit laatste onderscheiden de Brabantse beheersgebieden zich vooral van de meer reliefrijke regio's van de Veluwe, Achterhoek, Twente en Limburg, waarvan de systemen vaak in snelstromende bronnen en bronbeekjes ontspringen en de hiervoor karakteristieke koudstenothe (koudwaterminnend) fauna herbergen. De regio zuidelijke hogere zandgronden komt grofweg overeen met het Kempens district voor de flora (Van der Meijden, 1996) Het onderscheid met de beken van de noordelijke hogere zandgronden (Veluwe, Salland, Drenthe) is gebaseerd op de soortenrijkdom, die van zuid naar noord afneemt. Het aansluitende gebied in Vlaanderen wordt voor de macrofauna het Kempens district genoemd, gekarakteriseerd door relatief grote beken, vaak met waterplanten en een relatief hoge watertemperatuur (Gombeer et al., 2011). Droogvallende beken (KRW-type R3) zijn niet meegenomen in de studie. Hiervoor zijn twee redenen; ten eerste zijn deze beken ondervertegenwoordigd in het monitoringsnetwerk, waardoor er geen representatieve dekking van het studiegebied is en ten tweede zijn er nog veel kennishiaten wat betreft de interactie tussen de sleutelfactor droogval en andere milieu-omstandigheden, waardoor we niet goed onderscheid kunnen maken tussen de 'natuurlijke' gevolgen van een bepaald hydrologisch regime en door de mens veroorzaakte stressoren.

3. Onderdeel 1: Oorzaken voor de lage KRW scores

3.1 Data-selectie

Binnen de totale waterschapsmonitoringsdataset zijn alleen die monsters geselecteerd die behoren tot de KRW-watertype R4, R5 of R6 en waarvan de x-y-coördinaten bij het monster vermeld zijn. Wanneer het aantal aangetroffen taxa per jaar werd uitgezet, bleek dat er een groot verschil was in het aantal geïdentificeerde taxa (Figuur 3.1). Aangezien dit verschil afnam wanneer hogere taxonomische niveau's werden gebruikt (op familieniveau is er hooguit een lichte stijging), wijst dit op een methodologische oorzaak. Het aantal locaties dat in een jaar bemonsterd was bleek niet de veroorzaker van het gevonden patroon, aangezien het aantal locaties in de jaren '80 van de vorige eeuw op een vergelijkbaar tot hoger niveau lag als op dit moment het geval is. De oorzaak ligt dan ook voor een groot deel in de sterk uitgebreide determinatieliteratuur gedurende de afgelopen decennia (van Maanen & van Haaren, 2007), met als gevolg dat taxa die eerder niet tot op soort gedetermineerd konden worden of als één soort beschouwd werden plotseling meerdere soorten bleken te omvatten. Hierbij speelt verder sinds 2000 de uitvoering van de Europese KaderRichtlijn Water een rol, waardoor de aandacht voor macrofauna als indicatieve groep toenam en standaardisatie van bemonstering, verwerking en determinatie werd doorgevoerd (ook te zien aan de toename in het aantal monsterlocaties vanaf circa 2000 in Figuur 3.1). Tenslotte spelen ook de technische ontwikkelingen op het gebied van apparatuur (stereomicroscopen) en communicatie onder determinandi (internet, digitale fotografie) een rol. Overigens bleek het aantal kenmerkende en positief dominante taxa voor de KRW-watertypen robuust voor deze veranderingen. De lichte stijging die ook hierin te zien is, zou een signaal kunnen zijn dat er over het geheel genomen een ecologische kwaliteitsverbetering plaatsvindt in de Noord-Brabantse beken. Om te voorkomen dat taxonomische verschillen een te grote rol gingen spelen in de analyses, is besloten alleen de gegevens van de laatste twee decennia te gebruiken (Tabel 3.1).



Figuur 3.1: Aantal waargenomen macrofauna taxa/genera/families en indicatoren op alle bemonsterde locaties tussen 1980 en 2016. Trendlijnen geven voor iedere serie de bijbehorende quadratische functie weer, waarbij de R^2 ligt tussen de 0,88 en 0,95.

Tabel 3.1: Overzicht van het aantal monsters en meetpunten gebruikt in de analyses (periode 1997-2016) met hierbij de verdeling van de monsters over de verschillende ecologische kwaliteitsklassen op basis van de KRW-scores (EKR). Kwaliteitsklassen gebruikt in de statistische analyses zijn grijs gearceerd met het aantal monsters onderstreept.

KRW-type	Monsters (#)	Locaties (#)	Aandeel kwaliteitsklasse monsters (#)			
			Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed/zeer goed
R4 <i>permanente langzaam stromende bovenloop op zand</i>	1140	276	115	840	174	11
R5 <i>langzaam stromende midden- of benedenloop op zand</i>	906	161	22	440	260	184
R6 <i>langzaam stromend riviertje op zand of klei</i>	382	52	0	289	90	3

3.2 Zijn er specifieke onderdelen van de maatlat voor macrofauna die leiden tot lage KRW-scores voor Brabantse beken?

3.2.1 Aanpak

De drie KRW-watertypen zijn apart van elkaar geanalyseerd. Per watertype zijn de monsters geclusterd op basis van hun maatlatscore (EKR), waarbij vier klassen zijn onderscheiden: slecht (EKR <0,20), ontoereikend (EKR 0,20-0,40), matig (0,40-0,60) en goed tot zeer goed (EKR ≥0,60). Omdat er voldoende monsters nodig zijn om statistisch onderbouwde uitspraken te kunnen doen, is als ondergrens voor het aantal monsters dat een kwaliteitsklasse moest bevatten het criterium ($n > 5\%$ totaal aantal monsters) gehanteerd. Het bleek hierbij te gaan om 0,8% tot 2,4% van de monsters (Tabel 3.1).

Vervolgens is berekend hoeveel als kenmerkend, negatief of positief dominant gelabelde taxa gemiddeld aangetroffen zijn binnen de verschillende kwaliteitsklassen en of er verschillen in abundantie zijn tussen de kwaliteitsklassen. Hiervoor zijn in het geval van R4 en R5 Kruskal Wallis tests gebruikt, waarbij Bonferroni-gecorrigeerde Mann-Whitney U tests gebruikt zijn voor de post hoc multiple comparisons (P waarde: $0,05 / 3 \text{ tests} = P < 0,017$). Omdat R6 maar twee groepen bevatte, zijn hiervoor Mann-Whitney U tests toegepast ($P < 0,05$). Om in beeld te krijgen of er taxa zijn die specifiek gebonden zijn aan een bepaalde kwaliteitsklasse (onafhankelijk van of deze gelabeld zijn als indicatorsoorten binnen de KRW maatlatten) en dusdanig talrijk voorkomen dat ze veel invloed uitoefenen op de beoordelingen, is de IndVal-techniek toegepast (Box 3.1).

Box 3.1: IndVal

De Indicator Value analyse (IndVal; Dufrene & Legendre, 1997) combineert de relatieve abundantie en de frequentie van voorkomen binnen een serie van groepen monsters. De IndVal-waarde voor ieder taxon loopt van 0% tot een maximum van 100%, wat wordt bereikt wanneer alle individuen van een taxon gevonden worden in één groep monsters en het taxon in alle monsters binnen deze groep voorkomt. Taxa met een IndVal-waarde >25% (met individuen aanwezig in meer dan de helft van de monsters van één groep met een relatieve abundantie in die groep van meer dan 50% van het totaal) worden beschouwd als karakteristiek en zijn daarmee bruikbaar als indicator. Verder zijn singletons en doubletons (taxa met 1 of 2 waarnemingen) niet meegenomen. Om te testen of de berekende IndVal waarde voor een taxon significant afweek ($P < 0,05$) van een willekeurige waarde, werd een Monte Carlo permutatie test toegepast (9999 permutaties) waarbij de monsters gerandomiseerd werden over de verschillende groepen.

3.2.2 Resultaten

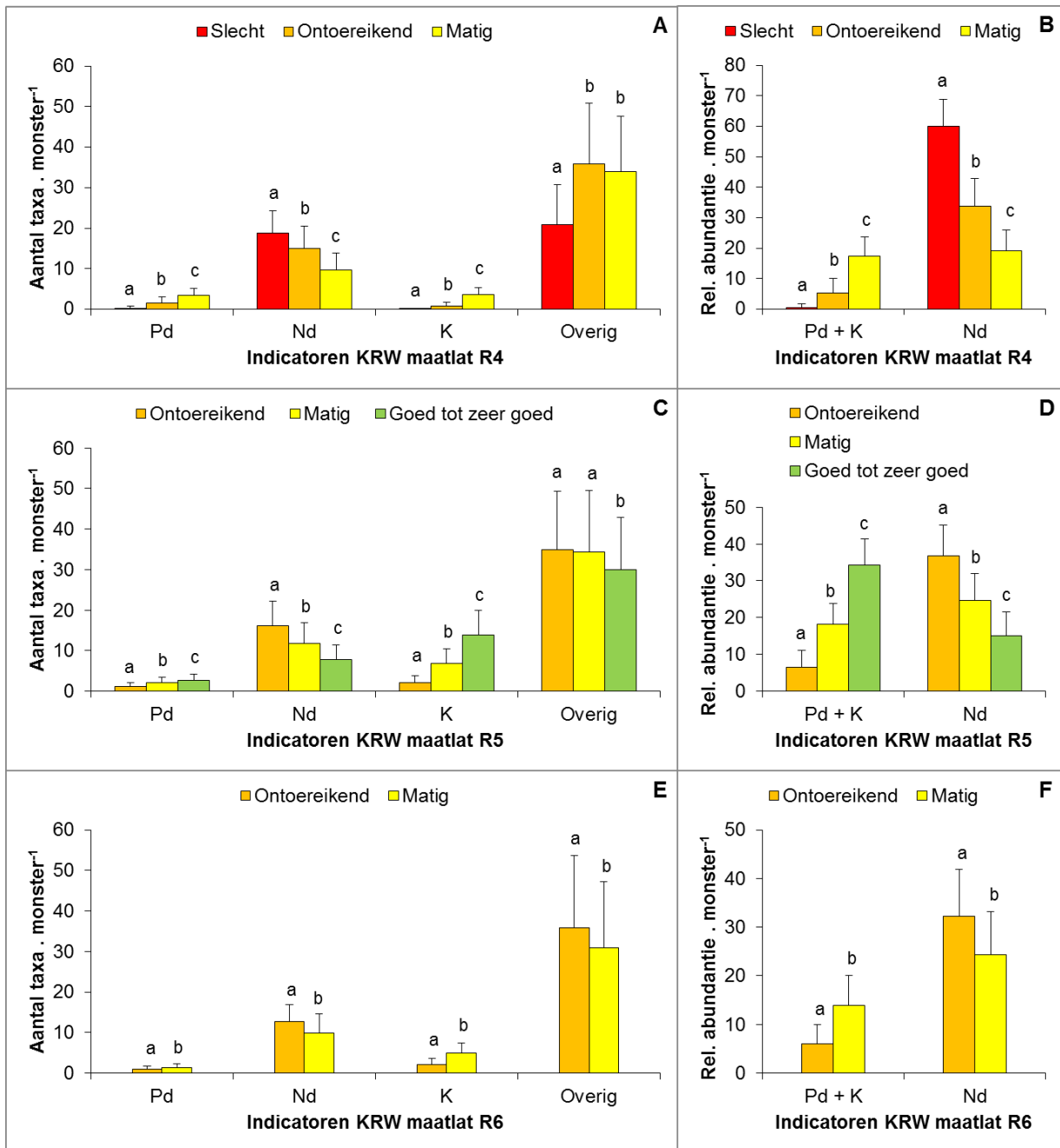
Aantalsontwikkelingen kenmerkende, positief en negatief dominante taxa bij verschillende ecologische kwaliteitsniveau's

De gemiddelde aantallen indicatoren voor de verschillende KRW-watertypen laten een vergelijkbaar patroon zien met een stijgende trend in positief dominante en kenmerkende taxa en een dalende trend in negatief dominante taxa ten opzichte van stijging in beoordeling (Figuur 3.2). Dit patroon was te verwachten, gezien de opzet van de maatlatten waarbij een lineair verband tussen de ecologische kwaliteit en de indicatoren wordt verondersteld, waarbij in zeer goede toestand vrijwel geen negatief dominante taxa voorkomen en veel kenmerkende taxa en vice versa voor de slechte monsters (Knoben et al., 2007). Opvallend zijn de slechte scores voor het watertype R4 (Figuur 3.2AB) in vergelijking met R5 (Figuur 3.2CD), waarbij vooral de dominantie van negatief dominante taxa in de kwaliteitsklasse slecht bij R4 opvalt en het lage aantal gevonden kenmerkende taxa in de dataset. Omdat er te weinig goede/zeer goede monsters van R4 voor een analyse zijn, is een lager aandeel kenmerkende taxa te verwachten. Een andere waarneming op basis van deze analyse is dat een relatief groot aantal taxa dat in de monsters wordt aangetroffen, niet meetelt bij de beoordeling (klasse 'Overig'); het gaat hier zowel om taxa die niet tot een dusdanig taxonomisch niveau gedetermineerd konden worden dat ze een indicatiewaarde konden krijgen (bijvoorbeeld jonge stadia larven die tot op familie gedetermineerd zijn), als taxa die geen indicatiewaarde hebben voor het onderzochte watertype (dit kan in het geval van R4 bijvoorbeeld ook een R5 kenmerkend taxon zijn).

Welke taxa zijn karakteristiek voor een bepaalde ecologische kwaliteit?

Met behulp van de IndVal techniek (Box 3.1) is bepaald wat in de beoordelingen de veel voorkomende karakteristieke taxa zijn voor de verschillende kwaliteitsklassen, dus taxa die zowel talrijk zijn als een grote trefkans hebben in de beken in Noord-Brabant. In totaal werden 78 karakteristieke taxa onderscheiden met de IndVal techniek (Tabel 3.2). Het bleek dat veel taxa karakteristiek waren voor meer dan één kwaliteitsklasse en meerdere watertypen, wat te verwachten was omdat het voorkomen van soorten binnen gradiënten van milieuvariabelen gewoonlijk gradueel verloopt. Daarnaast is in tabel 3.2 de huidige status volgens de KRW-maatlatten gegeven. Bijvoorbeeld de bloedzuiger *Erpobdella octoculata* wordt volgens de maatlatten als negatief dominant beschouwd voor alle typen, terwijl dit volgens IndVal alleen opgaat voor R5, waar deze alleen indicatief is (lees meer voorkomt in termen van frequentie en abundantie) in de klassen ontoereikend en matig. Voor R4 en R6 zijn er dus geen verschillen in voorkomen van deze soort tussen de kwaliteitsklassen, dit terwijl er wel kwaliteitsverschillen zijn (Tabel 3.1). Dit roept de vraag op in hoeverre de karakterisering als negatief dominant voor alle drie de typen geldig is.

Opvallend was dat wanneer de karakteristieke taxa die in zowel R4 als R5 als kenmerkend zijn aangeduid werden vergeleken, deze altijd in R5 in een hogere ecologische kwaliteitsklasse vielen. Bijvoorbeeld taxa die in de categorie slecht-ontoereikend vielen voor R4, scoorden telkens een klasse hoger voor R5 (ontoereikend-matig). Uitgedrukt in percentages: 22% van de karakteristieke taxa was uniek voor R4, 26% uniek voor R5, 49% viel in een hogere klasse in R5 dan R4, 0% viel in dezelfde of een lagere klasse in R5. Dit roept de vragen op of i) de gehanteerde maatlat voor R4 kritischer is dan die voor R5, en ii) het überhaupt goed mogelijk is onderscheid te maken tussen de levensgemeenschappen van R4 en R5 in Noord-Brabant. Figuur 3.3 geeft inzicht in de eerste vraag, waarbij de R4 monsters beoordeeld zijn met de maatlat voor R5 en duidelijk is dat het beoordelen met de maatlat voor R5 voor bovenlopen leidt tot een hogere ecologische kwaliteit, met name in de hogere kwaliteitsklassen. De tweede vraag wordt in de volgende paragrafen verder behandeld.



Figuur 3.2: Gemiddeld aantal indicatieve taxa/abundantie ($\pm 1SD$) in monstera van verschillende ecologische kwaliteitsklassen voor KRW watertype R4 (A,B), R5 (C,D) en R6 (E,F) uit de(periode 1997-2016). Kwaliteitsklassen: 1: Slecht ($EKR < 0,2$), 2: Ontoereikend ($0,2-0,4$), 3: Matig ($0,4-0,6$), 4: Goed tot zeer goed ($>0,6$). Indicatoren: Pd: positief dominante taxa, Nd: negatief dominante taxa, K: Kenmerkende taxa. Significante verschillen tussen kwaliteitsklassen binnen de vier indicatoren zijn weergegeven met letters, waarbij dezelfde letters binnen een indicator aangeven dat er geen verschil tussen de waarden van verschillende kwaliteitsklassen is, terwijl verschillende letters (a tot en met c) de van elkaar verschillende waarden aangeven. Het aantal monstera per ecologische kwaliteitsklasse gebruikt in de analyses is gegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.2: Overzicht van de taxa karakteristiek voor één of meer ecologische kwaliteitsklassen voor het desbetreffende KRW watertype op basis van monsters uit de periode 1997-2016. Een taxon wordt als karakteristiek beschouwd wanneer $IndVal > 25$ en $P < 0,05$. Kwaliteitsklassen: 1: Slecht ($EKR < 0,2$), 2: Ontoereikend (0,2-0,4), 3: Matig (0,4-0,6), 4: Goed tot zeer goed ($> 0,6$). Ter illustratie is ook de huidige indicatieve status volgens de KRW-maatlatten in de rechter kolom gegeven; Pd: positief dominant taxon, Nd: negatief dominant taxon, K: kenmerkend taxon, - geen indicator. Soorten die als voorbeeld in de quickscan gebruikt worden (zie Tabel 3.3), zijn aangegeven in vet.

Taxonnaam	Hoofdgroep	Kwaliteitsklasse(n) KRW watertype waarvoor karakteristiek volgens IndVal			Huidige indicatieve status taxon voor KRW watertype		
		R4	R5	R6	R4	R5	R6
<i>Erpobdella octoculata</i>	Bloedzuigers		23		Nd	Nd	Nd
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	Bloedzuigers	1		2	Nd	-	-
<i>Glossiphonia complanata</i>	Bloedzuigers		2		Nd	-	-
<i>Helobdella stagnalis</i>	Bloedzuigers	12	23	2	Nd	Nd	Nd
<i>Lumbriculus variegatus</i>	Borstelwormen	12		2	-	Nd	-
<i>Ophidonais serpentina</i>	Borstelwormen	12		2	Nd	Nd	-
<i>Stylaria lacustris</i>	Borstelwormen	12	23	2	Nd	Nd	Nd
Tubificidae	Borstelwormen	12	23	2	Nd	Nd	Nd
<i>Limnodrilus claparedianus</i>	Borstelwormen	1		2	Nd	Nd	Nd
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Borstelwormen	12	23	2	Nd	Nd	Nd
Hydrachnidae	Watermijten		23		-	-	-
<i>Lebertia inaequalis</i>	Watermijten	23	34	3	-	-	-
<i>Mideopsis crassipes</i>	Watermijten	3	4		-	K	K
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	Waterkevers	3			-	K	K
<i>Halipilus</i> sp. (larve)	Waterkevers		23		-	-	-
<i>Halipilus fluviatilis</i>	Waterkevers		23		-	-	-
Ceratopogonidae	Muggen	23	34		-	-	-
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	Muggen	3	34		Nd	-	K
<i>Chironomus</i> sp.	Muggen	12	23		Nd	Nd	-
<i>Chironomus annularius</i> agg.	Muggen	1			Nd	Nd	-
<i>Chironomus luridus</i> agg.	Muggen	1			Nd	Nd	-
<i>Chironomus obtusidens</i>	Muggen	1			Nd	Nd	-
<i>Chironomus riparius</i> agg.	Muggen	1			Nd	Nd	-
<i>Clinotanypus nervosus</i>	Muggen	12	23		Nd	Nd	-
<i>Conchapelopia melanops</i>	Muggen	23			Pd	-	-
<i>Cricotopus sylvestris</i> gr.	Muggen	12	23	2	Nd	Nd	Nd
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Muggen		23		Nd	-	-
<i>Micropsectra</i> sp.	Muggen	3	4		-	Pd	Pd
<i>Paratendipes albimanus</i>	Muggen	23	34		-	-	K
<i>Phaenopsectra</i> sp.	Muggen	23	3	2	Nd	-	-
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Muggen	1	23	2	Nd	Nd	Nd
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Muggen	3	34		-	Pd	K
<i>Procladius</i> sp.	Muggen	12	23		-	-	Nd
<i>Prodiamesa olivacea</i>	Muggen	23	34		-	-	-

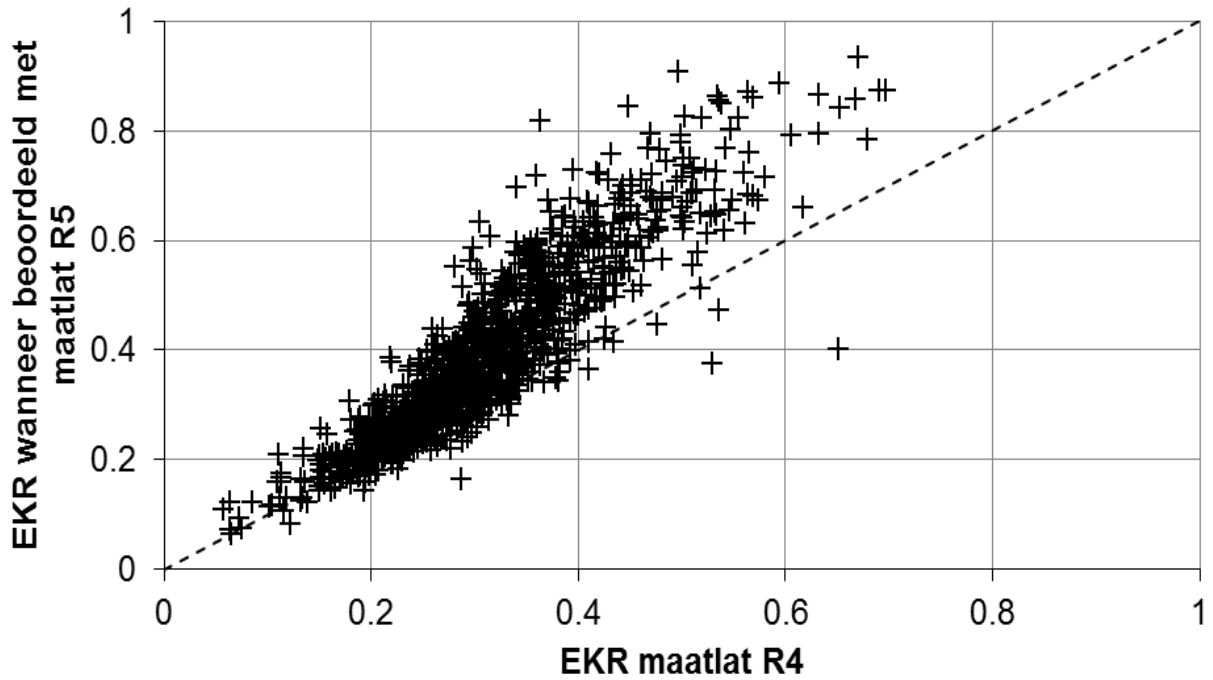
Taxonnaam (vervolg)	Hoofdgroep	Karakteristiek IndVal			KRW status huidig		
<i>Psectrotanypus varius</i>	Muggen	12			Nd	Nd	Nd
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	Muggen	3	4		-	K	K
<i>Tanytarsus</i> sp.	Muggen	23			-	-	-
<i>Dicranota</i> sp.	Muggen	3	34		-	K	-
<i>Simulium</i> sp.	Muggen		34		-	-	-
<i>Baetis vernus</i>	Haften	23	34		Pd	-	-
<i>Cloeon dipterum</i>	Haften	12	23		Nd	Nd	Nd
<i>Ephemera danica</i>	Haften		4		K	K	K
Corixidae	Waterwantsen		23		-	-	-
<i>Sigara striata</i>	Waterwantsen	12	23		-	Nd	-
<i>Velia caprai</i>	Waterwantsen	3			K	K	K
<i>Sialis lutaria</i>	Slijkvliegen	23			Nd	-	-
<i>Calopteryx</i> sp.	Waterjuffers	3	34		-	-	-
<i>Calopteryx splendens</i>	Waterjuffers		34		-	K	K
Coenagrionidae	Waterjuffers		23		-	-	-
<i>Ischnura elegans</i>	Waterjuffers	12	23		-	-	-
<i>Platycnemis pennipes</i>	Waterjuffers		34		-	K	K
<i>Hydropsyche</i> sp.	Kokerjuffers		4		-	-	-
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	Kokerjuffers	3	34		Pd	K	K
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	Kokerjuffers		4		K	K	K
<i>Athripsodes cinereus</i>	Kokerjuffers		34		-	K	K
<i>Mystacides azureus</i>	Kokerjuffers		34		-	K	K
Limnephilidae	Kokerjuffers	3	4		-	-	-
<i>Anabolia nervosa</i>	Kokerjuffers	3	34		K	K	K
<i>Halesus radiatus</i>	Kokerjuffers		4		-	K	K
<i>Limnephilus lunatus</i>	Kokerjuffers	23	34		Nd	-	-
<i>Echinogammarus berilloni</i>	Vlokreeften		4		-	K	-
<i>Gammarus pulex</i>	Vlokreeften	23	34	3	Pd	Pd	Pd
<i>Gammarus roeseli</i>	Vlokreeften		34	3	Pd	Pd	Pd
<i>Gammarus tigrinus</i>	Vlokreeften			3	-	-	-
<i>Asellus aquaticus</i>	Pissebedden	12	23	2	Nd	Nd	Nd
<i>Proasellus meridianus</i>	Pissebedden	3			-	-	-
Sphaeriidae	Tweekleppigen			2	-	-	-
<i>Sphaerium corneum</i>	Tweekleppigen		2		Nd	Nd	Nd
<i>Acroloxus lacustris</i>	Slakken			2	-	-	-
<i>Radix balthica</i> gr.	Slakken		2		Nd	Nd	-
<i>Physa fontinalis</i>	Slakken		23	2	-	-	Nd
<i>Anisus vortex</i>	Slakken	12	23	2	Nd	Nd	-
<i>Gyraulus albus</i>	Slakken	12	23		Nd	Nd	-
<i>Hippeutis complanatus</i>	Slakken	1			-	-	-
<i>Planorbarius corneus</i>	Slakken	12	2		Nd	-	-
<i>Valvata piscinalis</i>	Slakken	12	23		Nd	Nd	Nd
<i>Bithynia leachi</i>	Slakken			2	Nd	Nd	Nd
<i>Bithynia tentaculata</i>	Slakken	12	23		Nd	Nd	-

Hoe kan gebruik gemaakt worden van de karakteristieke taxa in de beoordeling?

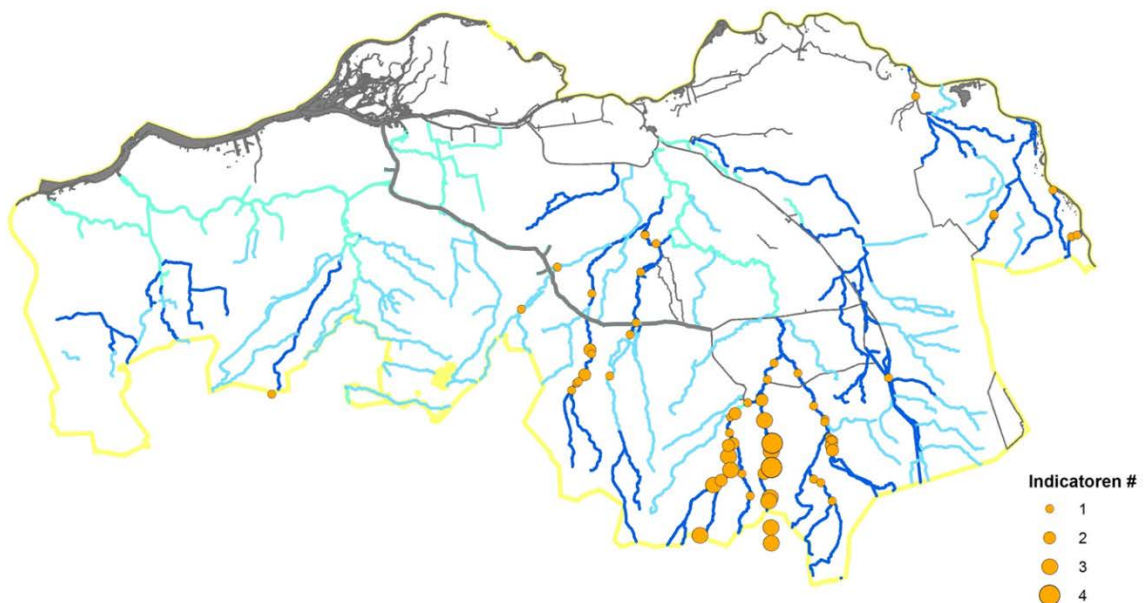
Het feit dat de geïdentificeerde karakteristieke soorten zowel indicatief zijn voor een bepaalde ecologische kwaliteit en algemeen voorkomen, maakt ze geschikt voor het toepassen in quickscans of andere eenvoudige beoordelingsmethoden. Tabel 3.3 geeft de kracht van deze indicatoren weer aan de hand van een voorbeeld voor R5. In deze tabel zijn vier soorten van diverse taxonomische hoofdgroepen (kokerjuffer, haft, watermijt en vlokreeft) uit tabel 3.2 genomen, karakteristiek voor de klassen goed en zeer goed. Vervolgens is gekeken naar alle R5 monsters waarin deze soorten zijn aangetroffen en wat de bijbehorende KRW-scores van deze monsters waren. De frequentieverdeling laat zien dat met deze soorten met een relatief grote nauwkeurigheid te bepalen is of de beek goed zal gaan scoren op de KRW maatlat, zeker wanneer gewerkt wordt met combinaties van soorten. In figuur 3.4 is op kaart het voorkomen van deze combinatie van indicatoren weergegeven, waarin de midden- en benedenlopen in het Dommel-stroomgebied als 'hotspot' van ecologische kwaliteit zijn aangeduid.

Tabel 3.3: Frequentieverdeling van monsters van watertype R5 waarin een selectie van taxa of een combinatie hiervan karakteristiek voor de kwaliteitsklasse goed tot zeer goed is aangetroffen over de ecologische kwaliteitsklasse waartoe het monster behoort op basis van de R5 maatlat. Alle data is gebruikt in deze verdeling (1980-2016).

Karakteristiek taxon voor ecologische kwaliteit 'goed tot zeer goed' R5	Frequentieverdeling monsters over de ecologische kwaliteitsklassen R5					Gemiddelde EKR
	<0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	>0,8	
Individuele taxa						
<i>Halesus radiatus</i> (kokerjuffer)	0	1	8	52	22	0.74
<i>Ephemera danica</i> (haft)	0	0	18	48	25	0.71
<i>Mideopsis crassipes</i> (watermijt)	0	16	38	52	13	0.61
<i>Echinogammarus berilloni</i> (vlokreeft)	0	3	15	45	41	0.73
Wanneer bovenstaande taxa samen voorkomen in een monster (alle taxoncombinaties samen)						
1 taxon	0	20	48	61	20	0.61
2 taxa	0	0	10	43	9	0.71
3 taxa	0	0	3	10	8	0.73
4 taxa	0	0	0	2	2	0.80



Figuur 3.3: Monsters van locaties gelabeld als watertype R4, beoordeeld met de maatlat voor R5. De stippellijn geeft een gelijke KRW-score (EKR) voor R4 en R5 aan.



Figuur 3.4: Ruimtelijke verdeling van de voor de ecologische kwaliteit ‘goed tot zeer goed’ in watertype R5 karakteristieke taxoncombinatie *Ephemera danica*, *Halesus radiatus*, *Echinogammarus berilloni* en *Mideopsis crassipes*, waarbij de oranje stippen de monsterlocaties waar deze taxa voorkomen aangeven en de grootte van de stip het aantal indicatoren dat er maximaal in een monster aangetroffen is. De boven- en middenlopen van het Dommel-stroomgebied vormen de ‘hotspot’ wat betreft ecologische kwaliteit. Het beektype is aangegeven met verschillende kleuren: R4: lichtblauw, R5: donkerblauw en R6 blauwgroen.

3.3 Waarom voldoet de macrofauna in sommige Brabantse beken wel aan het doel en wat zijn de verschillen met beken die het doel niet halen?

3.3.1 Aanpak

In paragraaf 3.2 zijn de verschillen in taxonsamenstelling en dominantieverhoudingen binnen de levensgemeenschappen aan het licht gekomen. Om de verschillen in habitatcondities en milieuomstandigheden tussen de monsters horende bij de verschillende ecologische kwaliteitsklassen te identificeren zijn de milieu- en habitatpreferenties van de macrofauna (Verberk et al., 2012) in beeld gebracht (Box 3.2). Hiermee kan door middel van indices een beeld gekregen worden voor onder andere de preferentie voor stroming, zuurgraad, organische belasting en saliniteit. Ook zijn de voorkeur voor bepaalde substraten en watertypen opgenomen. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat monsters die vallen binnen de kwaliteitsklasse 'ontoereikend' allemaal laag scoren op de stromingsindex, wat aangeeft dat stroming een knelpunt is.

Om de variatie in preferenties tussen de monsters voor de drie watertypen in beeld te brengen is gekozen voor een indirecte ordinatietechniek; op basis van de gradiëntlengte is gekozen voor het toepassen van de Principal Components Analysis (PCA). Binnen de PCA vormen de preferenties de 'soorten' binnen een monster. Ter interpretatie van de analyseresultaten zijn een aantal variabelen op het gegenereerde ordinatiediagram geprojecteerd, deze hebben dus geen invloed op de positionering van de verschillende preferenties in het ordinatiediagram. De belangrijkste variabele is de KRW-score. Daarnaast zijn ook het seizoen waarin het monster is genomen (winter: december t/m februari; voorjaar: maart t/m mei; zomer: juni t/m augustus; herfst: september t/m november) en de drie waterschappen waarvan de monsters afkomstig waren opgenomen in de analyse. Analyses zijn uitgevoerd in Canoco 5 (Ter Braak & Smilauer, 2012).

Box 3.2: Milieu- en habitatpreferenties macrofauna.

De volgende 7 parameters zijn in de analyse gebruikt: stroming, organische belasting, zuurgraad, droogval, saliniteit (indices) en substraattype en watertype (geclassificeerd naar diepte). De taxonlijsten van de monsterpunten en hun $\log_2(x+1)$ -getransformeerde abundanties zijn gekoppeld aan de indicatiewaarden van de soorten zoals opgegeven in Verberk et al. (2012). De indicatiewaarden zijn verdeeld over verschillende klassen volgens de zogenoemde 'fuzzy coding' techniek: afhankelijk van de habitat- en milieupreferentie van een taxon (meestal soort) zijn 10 punten verdeeld over de relevante klassen. Bijvoorbeeld een soort met een voorkeur voor snelstromend water, maar die ook wel op plekken met matige stroming voorkomt krijgt de score: snel stromend = 8 punten, matig stromend = 2 punten, langzaam stromend = 0 punten etc. Omdat de abundantie van soorten ook belangrijk is in de beoordeling (omdat dit een maat van succes van een soort is in het systeem), worden de scores hiervoor gecorrigeerd. Per monster is de gewogen score van alle aanwezige soorten gesommeerd en is het relatieve percentage per klasse uitgerekend. In het geval van rheofilie, saprobie en saliniteit zijn de percentages omgezet naar een index, waarbij de informatie die de soortensamenstelling geeft lineair geschaald is van 0 naar 5.

3.3.2 Resultaten

Op basis van de milieu- en habitatpreferenties die de levensgemeenschappen in de monsters aangeven komt voor R4 en R5 een vergelijkbaar patroon naar voren (Figuur 3.5AB, pagina 17). R6 laat een ander beeld zien (Figuur 3.5C, pagina 18).

R4 en R5

De eerste as is in beide gevallen verbonden met de stromingsindex. Gezien het relatief hoge aandeel in de variatie dat door deze as verklaard wordt (37% en 42%), zijn dit relatief sterke verbanden. Dicht tegen de eerste as aan (en de stromingsindex-pijl) liggen nog een aantal andere pijlen, welke aangeven dat ook een aantal aan beken met een hoge stroomsnelheid gerelateerde factoren belangrijk zijn langs deze as, zoals de aanwezigheid van grind en

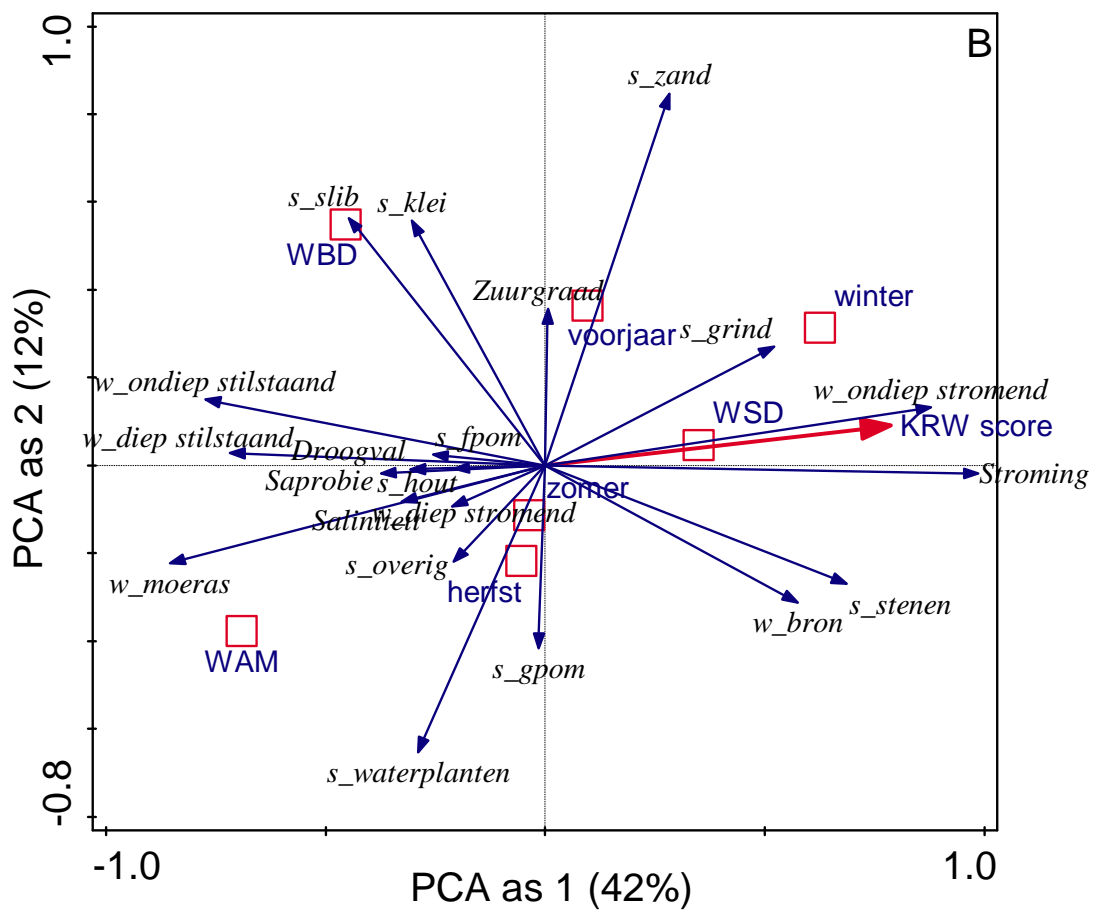
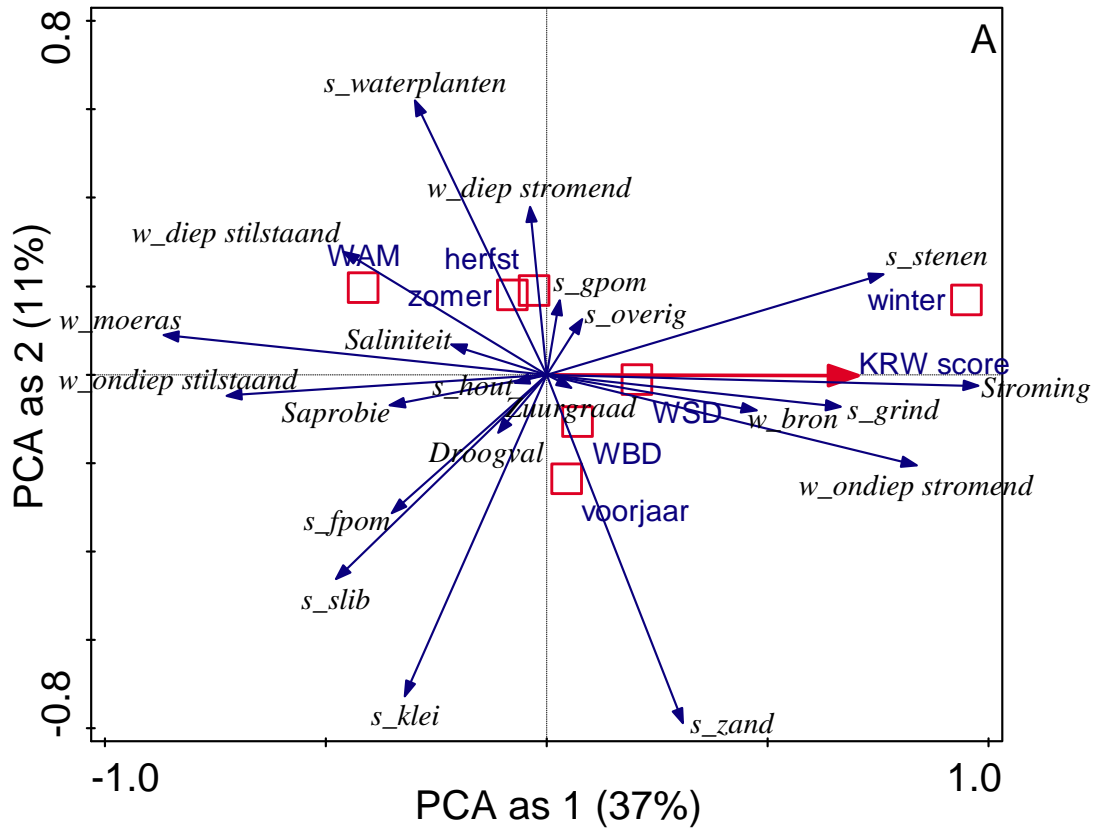
stenen in de beek. Ook komt hier een voorkeur voor bronmilieu's (w_bron) naar voren. Dit is een interessante parameter, omdat hierin naast een voorkeur voor hygropetrische milieu's (zeer ondiep stromend water) ook een temperatuurcomponent aanwezig kan zijn, omdat binnen deze groep ook de koudstenotherme macrofauna aanwezig is, oftewel de soorten die gebonden zijn aan water met een continu lage constante temperatuur (diep grondwater gevoed). Aan de linkerkant van het ordinatiediagram liggen de monsters met een sterke indicatie voor stilstaand water, moerassige omstandigheden en een hoog gehalte aan organisch materiaal (hoge saprobie-index-waarde). De tweede assen in de diagrammen voor R4 en R5, welke overigens een duidelijk lager aandeel van de variatie in de data verklaren (11-12%), wijzen op een verband met habitatstructuur, met een hoge waterplantenpreferentie aan de ene kant van de diagrammen en een kale bodem (zand, klei, slib) aan de andere kant. Voor zowel R4 als R5 wordt de KRW score die hoort bij de monsters ook op de eerste as geprojecteerd, wat aangeeft dat er een sterk verband is met de stromingsindicatie van de levensgemeenschap. Voor R4 valt uit de positie van de wintermonsters ten opzichte van ordinatie-as 1 af te leiden dat deze een hogere stromingsindicatie geven. De andere supplementaire variabelen liggen relatief dicht bij de kruising van de assen en laten daarmee geen sterke verbanden zien. Voor R5 komt een vergelijkbaar beeld naar voren, behalve dat monsters van de waterschappen Aa en Maas (linksonder in het diagram, relatief langzaam stromend, veel waterplanten) en Brabantse delta (linksboven, relatief langzaam stromend, kale klei-slibbodem) verder van het centrum van het diagram liggen. In Figuur 3.6 (bladzijde 20) wordt op kaart de stromingsindicatie van de levensgemeenschappen en het aandeel waterplantminnende taxa in Noord-Brabant weergegeven.

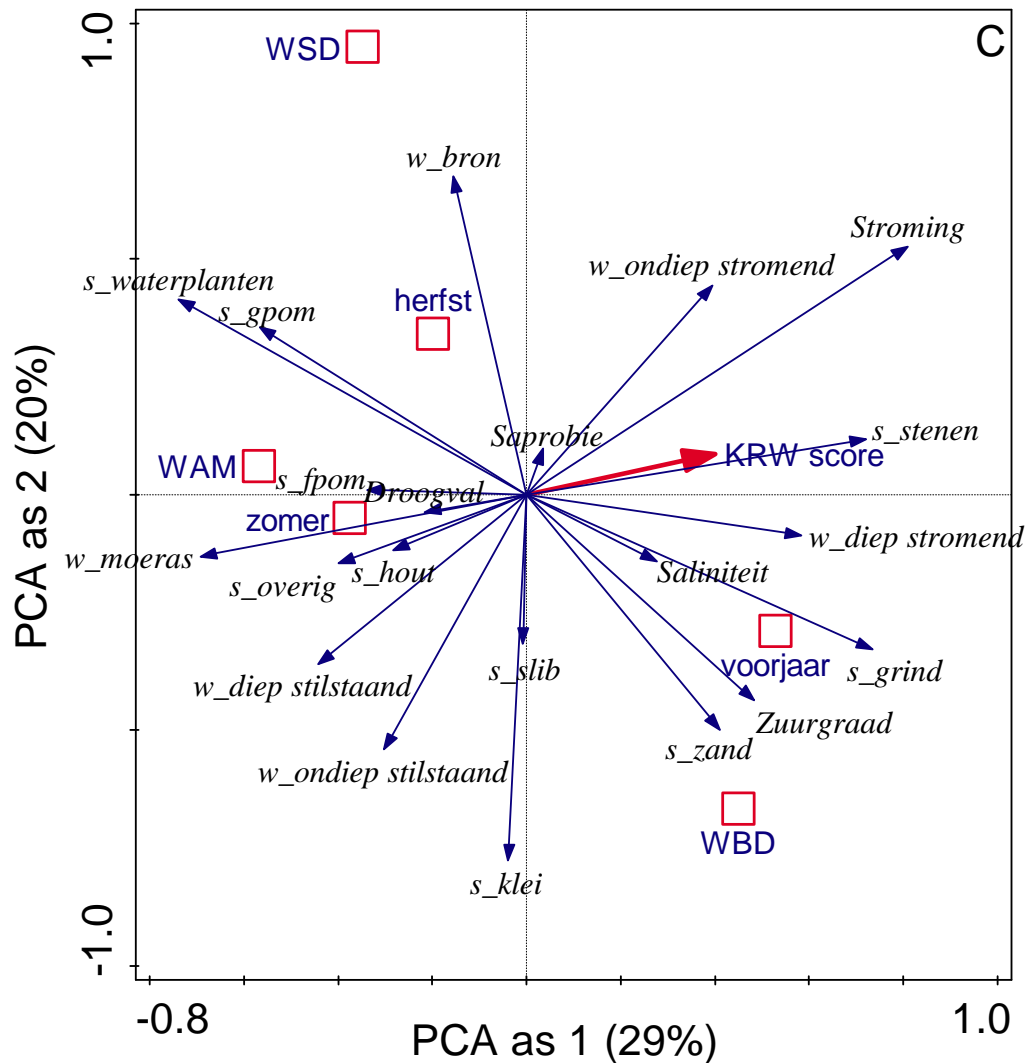
R6

Voor R6 is de relatie tussen stroming en de eerste ordinatie-as veel minder duidelijk, maar wel aanwezig. De preferentie voor diep stromend water in combinatie met een voorkeur voor stenen en grind liggen duidelijk langs de eerste as, terwijl stroming een meer intermediaire positie tussen ordinatie-as 1 en as 2 inneemt (rechtsboven in het diagram, stilstaande watertypen linksonder). De tweede as lijkt sterk verbonden met de substraatvoorkeur voor klei enerzijds en watertype bron anderzijds. Deze op het eerste gezicht vreemde combinatie zou mogelijk verband kunnen houden met temperatuurpreferenties van de macrofauna (zie hierboven), met klei als proxy voor brede laaglandssystemen en bron de meer bovenstroomse delen van de riviertjes. Wanneer de supplementaire variabelen worden bekeken, dan valt het veel zwakkere verband op tussen de eerste ordinatie-as en de KRW score ten opzichte van de diagrammen voor R4 en R5. Het stromingseffect op de KRW score zoals waargenomen voor R4 en R5 gaat voor dit watertype dus veel minder op.

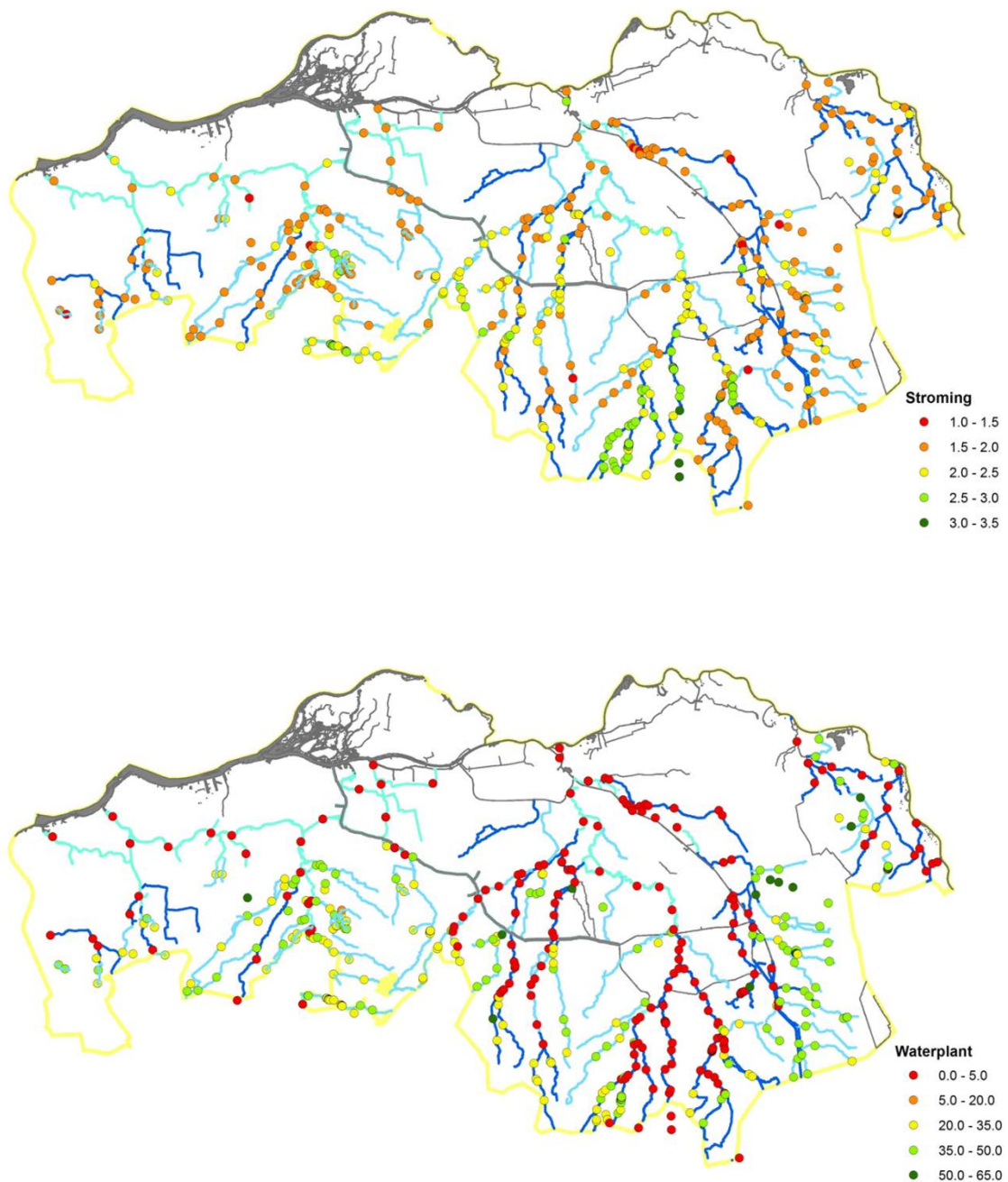
Box 3.3: Interpretatie van PCA diagrammen met supplementaire variabelen.

Een Principal Components Analysis is een lineaire ordinatietechniek waarmee de samenstelling van monsters, in dit geval milieu- en habitatpreferenties, worden geprojecteerd op theoretische gradiënten, de assen. De verschillende preferenties worden aangegeven met pijlen. De pijlen wijzen in de richting van de grootste toename van de desbetreffende preferentie. De hoek tussen de pijlen en assen geeft de correlatie weer, deze is positief wanneer de hoek klein is, ontbreekt wanneer de hoek 90 graden is en negatief wanneer deze groter dan 90 graden is. De lengte van de pijl geeft de uitkomst van de verschillende correlaties van de preferenties met de ordinatieassen weer, de zogenoemde fit. De correlaties tussen soorten kunnen worden bepaald door de pijlpunten van de soorten te projecteren op de lijn van de pijl. Komt deze projectie op het nulpunt uit, is er geen correlatie. De supplementaire milieuvariabelen worden achteraf in het diagram geprojecteerd en hebben dus geen invloed op de positie van de preferentiepijlen ten opzichte van de ordinatieassen. De positie van de supplementaire variabelen wordt gebaseerd op het verband dat deze hebben met de op basis van de preferentiedata gegenereerde assen. De correlatie tussen de assen en de supplementaire variabelen kunnen worden afgeleid door de pijlpunt van de supplementaire variabele (in dit geval de KRW-score) te projecteren op de assen, of in het geval van nominale variabelen de positie van het projectiepunt ten opzichte van de assen te bekijken.





Figuur 3.5: Ordinatie-diagram as 1 en 2 (PCA) met de milieu- en habitatpreferenties van de macrofauna (blauwe pijlen) aangetroffen in de monsters voor watertype R4 (A), R5 (B) en R6 (C). De KRW-scores voor de monsters (rode pijl), alsmede het seizoen waarop het monster genomen is en het waterschap waarin de locatie gelegen is (rode vierkanten) zijn in de analyse meegenomen als supplementaire variabelen en hebben dus geen invloed op de ligging van de preferentiepijlen in het diagram. De pijlen geven de richting van een toename in de monsters weer, voor stroming, saliniteit, droogval, zuurgraad en saprobie betreft dit een toename in de index-score, voor de substraten (s_) en watertype (w_) een toename van het aandeel in de levensgemeenschap. Afkortingen: gpom (grof organisch materiaal), fpom (fijn organisch materiaal). Voor een verdere uitleg over de interpretatie van de diagrammen zie Box 3.3.



Figuur 3.6: Stromingsminnendheid (A) en preferentie voor waterplanten (B) van de macrofauna op de monsterlocaties. De kleur van de stippen geeft de gemiddelde waarde over alle monsters van een locatie aan. Het beektype is aangegeven met verschillende kleuren: lichtblauw: R4, donkerblauw R5 en blauwgroen R6; andere typen zijn grijs gekleurd.

3.4 In hoeverre bepalen factoren als uitvoering en locatie (representativiteit monsters) het aantreffen van kenmerkende soorten?

3.4.1 Aanpak

In paragraaf 3.2 en 3.3 stonden de kenmerkende soorten die wel in de monsters zijn gevonden centraal, terwijl het in dit onderdeel gaat om de kenmerkende soorten die wel in Noord-Brabant worden aangetroffen, maar niet in de routinematige bemonsteringen van de waterschappen. Bekend voorbeeld van deze 'cryptische' soorten is bijvoorbeeld het verschil tussen zichtwaarnemingen van adulte libellen en kokerjuffers en het aantal vondsten van larven in netmonsters. Wordt de soort wel als volwassen dier gezien dan kan dit ten eerste wijzen op een bemonsteringsprobleem. Nooit aangetroffen soorten of soorten waar alleen historische waarnemingen van bekend zijn (<1980) zijn niet in deze analyses gebruikt. Misschien wordt het habitat van de larve wel niet meegenomen in de bemonstering, denk bijvoorbeeld aan beekmoerassen. Door te analyseren wat de habitateisen zijn van de in de netmonsters ontbrekende soorten, kan worden bepaald of er sprake is van een mismatch tussen de plekken waar gemonsterd wordt en de habitats waar de indicatoren voorkomen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de NDFF-database, waarin waarnemingen zijn opgeslagen verzameld door met name vrijwilligers, variërend van de vangsten gedaan tijdens excursies door werkgroepen die gespecialiseerd zijn in een bepaalde organismegroep tot libellentelroutes tot en met waarnemingen ingevoerd op websites zoals www.waarneming.nl. Ten tweede kan er ook sprake zijn van een aan het tijdstip waarop de reguliere monitoring wordt uitgevoerd gekoppeld determinatieprobleem. Jonge stadia macrofauna zijn vaak lastig tot op soort op naam te brengen. Bijvoorbeeld de familie Limnephilidae; zeer veel soorten binnen deze familie zijn indicatoren voor R4 en R5, maar de dieren zijn alleen goed te determineren in de laatste larvale stadia, die vooral in de winter/vroege voorjaar te vinden zijn (buiten de reguliere monitoringsperioden in april-juni en augustus-oktober). Gevolg is dat deze soorten vaak gedetermineerd worden tot op genus of familie, waardoor ze niet meer als kenmerkend meetellen in de beoordeling. In sommige gevallen zou dit kunnen leiden tot het onderwaarderen van de kwaliteit van een beek ondergewaardeerd kan worden. Om hiervan een beeld te krijgen, is voor de indicatorsoorten van de ordes Odonata (libellen), Ephemeroptera (haften) en Trichoptera (kokerjuffers) geduid hoe goed deze te determineren zijn in het voor- en najaar. Hiervoor is per indicatief taxon de verhouding tussen het aantal vondsten tot op soort, genus en familie bepaald als indicatie voor de determineerbaarheid in het desbetreffende seizoen. Hiervoor is bepaald voor de totale monitoringsdataset of wanneer in een monster één van de geselecteerde families werd aangetroffen, de exemplaren van deze familie verder konden worden doorgedetermineerd tot soortniveau of dat slechts genus- of familieniveau bereikt kon worden. Er is onderscheid gemaakt naar de situatie in het voorjaar en het najaar, omdat door verschillen in levenscycli de determineerbaarheid tussen seizoenen verschilt en omdat er grote verschillen in levenscyclus en daarmee timing van ontwikkelingsstadia zijn binnen de macrofauna.

3.4.2 Resultaten

Cryptische soorten

Slechts een klein deel van de kenmerkende taxa (4-5%, soorten met determinatieproblemen en soorten die in andere watertypen wel worden gevonden niet meegerekend) is niet aangetroffen in de monsters genomen binnen de meetnetten in beken van de waterschappen, maar komt aantoonbaar wel in Noord-Brabant voor (Tabel 3.4).

Tabel 3.4: Status van de kenmerkende en positief dominante taxa voor verschillende KRW-watertypen die in Noord-Brabant zijn aangetroffen na 1980.

Status KRW kenmerkende taxa		Taxonnaam	Aantal taxa per KRW type		
			R4	R5	R6
Aanwezig, maar niet gevonden in monsters waterschappen van watertypen R4, R5 en R6	wel in monsters waterschappen maar in andere KRW waterlichamen (o.a. vennen)	<i>Hydrobaenus pilipes</i> (vedermuggen) <i>Aeshna juncea</i> (libellen) <i>Limnephilus subcentralis</i> (kokerjuffers) <i>Limnephilus elegans</i> (kokerjuffers) <i>Ceraclea fulva</i> (kokerjuffers) <i>Yola bicarinata</i> (waterkevers) <i>Vejdovskyella intermedia</i> (borstelwormen)	4	4	3
	Niet in monsters waterschappen, wel in overige watertypen (kwelmilieus, broekbossen)	<i>Nemoura dubitans</i> (steenvliegen) <i>Agabus striolatus</i> (waterkevers) <i>Chaetocladius femineus</i> (vedermuggen) <i>Pseudorthocladius curtistylus</i> (vedermuggen) <i>Parathyas palustris</i> (watermijten)	4	2	0
	Alleen (licht)vangsten en waarnemingen adulten	<i>Lepidostoma basale</i> (kokerjuffers) <i>Lepidostoma hirtum</i> (kokerjuffers) <i>Hydropsyche contubernalis</i> (kokerjuffers) <i>Hydropsyche exocellata</i> (kokerjuffers) <i>Limnephilus bipunctatus</i> (kokerjuffers) <i>Psychomyia pusilla</i> (kokerjuffers) <i>Gomphus flavipes</i> (libellen) <i>Onychogomphus forcipatus</i> (libellen) <i>Ophiogomphus cecilia</i> (libellen)	1	7	7
Niet determineerbaar als larve, wel als volwassen dier	<i>Hydroptila sparsa</i> (kokerjuffers) <i>Euorthocladius</i> sp. (vedermuggen) <i>Zavrelimyia barbatipes</i> (vedermuggen) <i>Pedicia rivosa</i> (langpootmuggen) <i>Satchelliella nubila</i> (motmuggen) <i>Elodes minuta</i> (waterkevers)	4	4	2	
Aangetroffen in waterschapsmonsters		n.v.t.	94	163	146

Determinatieproblemen in voor- en najaarsmonsters

De gemiddelde determineerbaarheid van de onderzochte groepen in de Noord-Brabantse beken, waarbij tot op soortsniveau doorgedetermineerd kan worden, bleek niet te verschillen tussen de onderzochte ordes in het voorjaar (Kruskal-Wallis test $X^2 = 4,96$, $P = 0,08$) en het najaar ($X^2 = 5,67$, $P = 0,06$) en binnen de ordes ook niet tussen de seizoenen: libellen (Mann Whitney U test $Z = -0,22$, $P = 0,82$), haften ($Z = -1,05$, $P = 0,30$) en kokerjuffers ($Z = -0,69$, $P = 0,49$). Voor de onderzochte groepen kon over het geheel genomen in het voorjaar gemiddeld ($\pm 1SD$) $74 \pm 20\%$ tot op soortsniveau worden gedetermineerd en in het najaar $73 \pm 23\%$. Hieruit blijkt dat het moment van bemonsteren niet uitmaakt voor het aandeel van de levensgemeenschap dat tot op soort kan worden gedetermineerd. Omdat de soorten die binnen de hier geselecteerde ordes vallen vrijwel allemaal indicatoren zijn, kan worden verondersteld dat de invloed die het niet te determineren deel van de levensgemeenschap uitoefent op de uiteindelijke beoordeling vergelijkbaar is.

Tabel 3.5: *Determineerbaarheid tot op soortniveau voor verschillende ordes op basis van de verhouding tussen determinaties op soort-, genus en familieniveau in de waterschapsmonsters. Een – geeft aan dat dit taxonomisch niveau niet is aangetroffen.*

Orde	Familie	Aandeel monsters waarin individuen tot op soort gedetermineerd zijn t.o.v. genus en familieniveau (%)						Aantal monsters waarin aangetroffen	
		voorjaar			najaar			vj	nj
		soort	genus	fam	soort	genus	fam		
Odonata	Aeshnidae	66	16	19	63	22	15	122	229
	Calopterygidae	68	32	-	61	39	-	621	680
	Corduliidae	90	5	5	89	7	4	41	27
	Coenagrionidae	63	9	28	59	11	30	984	1759
	Cordulegastridae	100	-	-	100	-	-	2	2
	Gomphidae	64	27	9	100	-	-	11	15
	Lestidae	68	19	13	100	-	-	79	6
	Libellulidae	38	15	48	48	12	41	80	69
	Platycnemididae	99	1	1	96	1	4	171	167
Ephemeroptera	Baetidae	65	31	4	52	45	3	1108	1785
	Caenidae	72	28	-	56	40	4	801	653
	Ephemeridae	56	44	-	43	57	-	86	124
	Heptagenidae	45	55	-	27	67	7	20	30
	Ephemerellidae	64	-	36	86	-	14	11	7
Trichoptera	Beraeidae	93	3	3	97	2	2	30	61
	Ecnomidae	88	12	-	89	11	-	49	57
	Goeridae	92	-	8	91	2	7	25	43
	Hydropsychidae	86	12	2	76	21	3	326	506
	Hydroptilidae	18	80	2	24	70	7	115	105
	Leptoceridae	80	17	3	72	24	4	1403	1455
	Limnephilidae	80	6	14	61	8	31	1569	362
	Molannidae	98	1	1	97	-	3	107	133
	Phryganeidae	62	9	29	81	6	13	45	252
	Polycentropodidae	94	2	4	80	13	7	325	490
	Psychomiidae	73	25	2	57	42	1	144	115
	Sericostomatidae	94	3	3	89	4	7	32	55

3.5 Waarom voldoet de macrofauna in beken van het KRW type R4 bijna nergens in Noord-Brabant aan het doel?

3.5.1 Aanpak

De relatief lage beoordeling van de R4 beken in Brabant is al aan bod gekomen in paragraaf 3.2 en 3.3. Het verschil in beoordeling van de ecologische kwaliteit tussen beken van het type R4 en het type R5 is opvallend gezien de grote overeenkomsten in de patronen in milieu- en habitatpreferenties van de levensgemeenschappen in de beken in relatie tot de gradiënt in ecologische kwaliteit (Figuur 3.5AB, paragraaf 3.3). In deze paragraaf wordt eerst dieper ingegaan op de verschillen tussen de indicatorsoortenlijsten van R4, R5 en R6. Hiervoor wordt het voorkomen van de positief dominante en kenmerkende taxa in de Brabantse beken gebruikt, met als achterliggende gedachte dat veeleisende soorten minder voorkomen en eerder verdwijnen dan minder kritische soorten. Wanneer bovenlopen meer onder druk zouden staan van bepaalde stressoren zou dit moeten leiden tot meer zeldzame of verdwenen taxa. Ook wordt kort ingegaan op de taxa die wel als indicator zijn opgevoerd voor de verschillende beektypen, maar nooit in Noord-Brabant zijn waargenomen. Deze groep — die typologische problemen indiceert — komt in meer detail in hoofdstuk 4 aan bod. Om de zeldzaamheid van taxa op basis van het voorkomen in Noord-Brabant te bepalen is er gebruik gemaakt van het criterium van Nijboer & Verdonschot (2004) voor het vaststellen van de nederlandse zeldzaamheidslijst voor macrofauna, waarbij het voorkomen op meer dan 1,5% van de locaties binnen een gebied gold als grens tussen zeldzaam en algemeen. De verhouding tussen de verschillende groepen in de drie watertypen is getest met behulp van Chi-square tests.

Vervolgens is onderzocht of deze groepen met een verschil in voorkomen (algemeen, zeldzaam, verdwenen) binnen het watertype R4 verschillende eisen stellen. Hiervoor zijn op basis van de milieu- en habitatpreferenties ecologische profielen opgesteld per groep en geanalyseerd met behulp van Kruskal-Wallis tests met Bonferonni gecorrigeerde Mann-Whitney U post hoc tests ($P = 0,05/3$). Op basis van de verschillen tussen de groepen kunnen de knelpunten in R4 beken worden geïdentificeerd.

Tabel 3.6: Status van de kenmerkende en positief dominante taxa voor KRW watertype R4, R5 en R6 inclusief taxa die alleen voor 1980 (historisch) of nooit in Noord-Brabant zijn aangetroffen. De categorie overig bevat taxa die niet in de waterschapsmonitoring zijn gevonden of bijvoorbeeld kampen met determinatieproblemen.

Status in Noord-Brabant	Aandeel kenmerkende en positief dominante taxa per watertype (%)		
	R4	R5	R6
Aanwezig algemeen (AW1)	28,3	42,3	40,9
Aanwezig zeldzaam (AW0)	13,3	16,5	17,9
Recent (laatste 10 jaar) niet waargenomen (RVD)	12,7	6,9	7,6
Alleen historische waarnemingen (HIST)	4,0	6,9	6,0
Nooit waargenomen (NOOIT)	34,1	20,6	22,6
Overig (aanwezig, status onbekend)	7,5	6,9	5,2
Totaal aantal indicatortaxa	173	248	235

3.5.2 Resultaten

Wanneer er in detail naar de status van voorkomen van de indicatoren in de verschillende watertypen gekeken wordt, valt op dat de verdeling over verschillende groepen in R4 afwijkt

ten opzichte van R5 ($\chi^2 = 18.902$, $P < 0.001$) en R6 ($\chi^2 = 13.86$, $P < 0.001$), terwijl er geen verschil is tussen R5 en R6 ($\chi^2 = 0.804$, $P = 0.94$) (Tabel 3.6). In R4 zijn verhoudingsgewijs zowel meer taxa recent niet meer gevonden als taxa nooit waargenomen ten opzichte van R5 en R6. Dit wijst op twee verschillende onderliggende oorzaken, namelijk in het eerste geval het effect van stressoren en in het tweede geval typologische problemen.

Wanneer de groepen algemene, zeldzame en verdwenen soorten vergeleken worden dan blijkt er een significant verschil te zijn tussen de indicatiewaarde voor een lage saprobie (oligo- tot β -mesosaprobie omstandigheden) voor de groep algemene soorten en de zeldzame en verdwenen soorten: nu juist de soorten met een voorkeur voor niet tot weinig organisch belaste omstandigheden zijn zeldzaam of verdwenen (Tabel 3.7). De overige parameters verschillen niet tussen de groepen. Organische belasting lijkt dus een negatieve rol te spelen of gespeeld te hebben in de levensgemeenschappen in de Brabantse bovenlopen. Gezien de verdwenen soorten is dit het gevolg van menselijke druk, maar kanttekening is wel dat de van oorsprong moerassige Brabantse bovenloopssystemen mogelijk altijd al meer saprobie soorten bevatten door de grote hoeveelheid organisch materiaal in deze systemen. Saprobie of organische belasting is een meervoudige stressor, omdat saprobie verschillende onderliggende processen of factoren omvat en zo direct en indirect effecten heeft via onder andere zuurstofbeschikbaarheid, het vrijkomen van toxische verbindingen, veranderingen in voedsel en substraat. Omdat bijvoorbeeld de slibindicatie niet significant naar voren komt in de analyse, is het waarschijnlijk dat het effect met name via fysisch-chemische processen verloopt, waarbij zuurstofbeschikbaarheid mogelijk een sleutelrol speelt.



Figuur 3.7: Heuvelland- versus doorstroommoeraskarakter van laaglandbeekbovenlopen. Links de Seelbeek op de rand van de stuwwal van de Veluwe, rechts het oorspronggebied van de Oude Strijper Aa.

Het grote aandeel niet waargenomen taxa voor watertype R4 wijst op een typologisch probleem. Het grote verschil tussen laaglandbeken en heuvellandbeken, zoals ook uit de beschrijving van de biogeografische districten voor macrofauna al naar voren kwam, is het ontbreken van een duidelijke bron en bronbeek (Mol et al. 1986) en een lager verval. Daarentegen ontsprongen de Brabantse laaglandbeken als doorstroommoerassen (Verdonschot et al., 2016). Juist dit moeraskarakter wordt op basis van de KRW maatlaten slecht gewaardeerd (Figuur 3.5A, pagina 17), terwijl een heuvellandkarakter als goed wordt bestempeld (Figuur 3.7).

Tabel 3.7: Vergelijking van de gemiddelde milieu- en habitatpreferentiescores voor groepen soorten met een verschillende status van voorkomen in de Brabantse R4 beken: volgorde aantal indicatorsoorten (n) in eerste kolom 1: algemeen, 2: zeldzaam, 3: verdwenen. De groepen zijn vergeleken met Kruskal Wallis tests met Bonferonni gecorrigeerde Mann Whitney U tests als post hoc procedure. Voor saprobie blijkt dat het aandeel oligosaprobie en β -mesosaprobie soorten, dus soorten die een niet tot weinig organisch belast milieu prefereren hoger ligt in de groepen zeldzame en verdwenen soorten dan in de op dit moment algemene soorten.

Parameter	Preferentie (typen/klassen/substraten)	Significantie		
		X ²	P	Vershil tussen groepen
Diepte (n= 38, 17, 25)	bronnen	1.18	0.554	-
	moerassen	2.127	0.345	-
Droogval (n = 47, 22, 28)	droogvallende wateren	1.43	0.489	-
Saprobie (n = 47, 19, 21)	oligosaproob +β-mesosaproob milieu	12.87	0.002	zeldzaam & verdwenen soorten > algemene soorten
Stroming (n= 46, 18, 27)	matig + snelstromend water	1.63	0.443	-
Substraat (n = 33, 15, 25)	grind	4.36	0.113	-
	grof organisch materiaal	3.64	0.162	-
	dood hout	1.56	0.459	-
	slib en fijn organisch materiaal	2.81	0.246	-
	waterplant	3.43	0.180	-
Zuurgraad (n = 36, 16, 25)	(zwak) zuur water	0.25	0.883	-
Saliniteit (n = 46, 22, 27)	niet zoet water	0.00	1.000	-

4. Onderdeel 2: In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?

4.1 Data-selectie

In tegenstelling tot hoofdstuk 3 ligt in dit hoofdstuk de nadruk op de ontbrekende soorten die voor de KRW watertypen R4, R5 en R6 kenmerkend zijn. Naast de datasets die gebruikt zijn in hoofdstuk 3, waarvan voor dit onderdeel alle data vanaf 1980 is gebruikt, worden voor dit hoofdstuk aanvullende bronnen met verspreidingsgegevens gebruikt. Het gaat hier om 1.) historische gegevens, welke afkomstig zijn van verspreidingsatlassen, persoonlijke observaties (H. Moller Pilot) en NDFF data (voor een beperkt aantal groepen), en 2.) recente gegevens uit Vlaanderen voor steenvliegen, haften en kokerjuffers (Universiteit Gent, Lock & Goedhals) en Universiteit Antwerpen (Wolters et al., in prep).

4.2 Ontbrekende kenmerkende soorten voor R4, R5 en R6 in Noord-Brabant

4.2.1 Aanpak

In deze paragraaf staan drie vragen centraal:

- In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?
- Hoe groot is de kans dat met de huidige soortenpoule in Noord-Brabant in de beheergebieden van de drie Brabantse waterschappen goede scores behaald worden?
- Welke algemene factoren (bijvoorbeeld watertemperatuur en substraat, maar ook onderhoud en afvoerregime van beken) beperken in welke mate het voorkomen van kenmerkende soorten in Brabant?

Om deze vragen te beantwoorden, wordt verder ingegaan op de ontbrekende kenmerkende soorten voor de verschillende watertypen. In tabel 3.6 in paragraaf 3.5.2 is het aandeel ontbrekende kenmerkende soorten gegeven (dominante taxa zijn in dit kader niet relevant want deze zijn allemaal aanwezig) en laat zien om hoeveel soorten het gaat per watertype ten opzichte van de indicatoren die wel aangetroffen worden. Er is onderscheid gemaakt tussen soorten waarvan met grote zekerheid gesteld kan worden dat ze verdwenen zijn (dit wil zeggen geen waarnemingen >1980) en soorten die nooit in Noord-Brabant zijn waargenomen. Kanttekening is dat het vrijwel niet mogelijk is met volledige zekerheid vast te stellen dat macrofauna verdwenen is of niet voorkomt; een soort kan zich altijd nog ergens ophouden waar nooit gemonsterd of anderzins gekeken wordt. Het onderscheid tussen nooit en alleen lang geleden waargenomen soorten is belangrijk, wanneer er namelijk veel indicatorsoorten nog nooit in Noord-Brabant zijn gevonden, kan dat betekenen dat de maatlatten niet goed bruikbaar zijn voor de situatie in de beken in Noord-Brabant. Er is dan sprake van een typologisch probleem. Zijn er in het verleden bepaalde soorten verdwenen, dan indiceert dit een verband met milieuproblemen. Voor de ontbrekende soorten in de verschillende watertypen wordt het ecologisch profiel bepaald op basis van de milieu- en habitatpreferenties van deze soorten, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de verdwenen, de niet aanwezige en de wel aanwezige soorten (zie paragraaf 3.5.1). Door het profiel te vergelijken met dat van de soorten die wel aangetroffen worden, kunnen de algemene knelpunten worden afgeleid, bijvoorbeeld wanneer de verdwenen soorten alle sterk stromingsminnend zijn, wijst dit op (een periode van) weinig stroming in de Brabantse beken.

4.2.2 Resultaten

In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?

Tabel 3.6 laat zien dat het aandeel nooit waargenomen kenmerkende soorten in R4 hoger ligt dan in R5 en R6 (34,1% tegen 20,6% en 22,6%); voor de verdwenen soorten is het beeld omgekeerd, met respectievelijk 4,0%, tegen 6,9% en 6,0% verdwenen kenmerkende soorten. Dit wil zeggen dat 28% (R5-R6) tot 38% (R4) van de kenmerkende soorten in de onderzochte watertypen niet (meer) voorkomt in de Brabantse beken, oftewel 66 soorten (R4), 69 soorten (R5) en 67 soorten (R6) uit de maatlatten. Nooit waargenomen soorten hebben hierin verreweg het grootste aandeel. Dit is in de eerste plaats de consequentie van het aggregeren van laaglandbeken uit verschillende regio's tot één KRW-type, waardoor de gebruikte referentielijst niet volledig passend is op de Brabantse situatie. Daarnaast is het ook het gevolg van de zeldzaamheid van de nooit waargenomen soorten op landelijke schaal, waardoor de trefkans voor deze soorten überhaupt zeer laag is (Tabel 4.1). Ter vergelijking, volgens de definitie van Nijboer & Verdonschot (2004) ligt de grens voor macrofauna om het predikaat zeldzaam te krijgen op <1,5% van de monsters.

Met 67% zeldzame, verdwenen of nooit waargenomen kenmerkende soorten in Noord-Brabant voor het watertype R4 is het goed voor te stellen dat het halen van een goede score op basis van de kenmerkende soorten lastig haalbaar kan zijn. In R4 en R5 ligt dit percentage lager (R5 56% en R6 58%), maar is nog steeds aanzienlijk.

Tabel 4.1: *Vergelijking tussen de status van de kenmerkende en positief dominante taxa voor de watertypen R4, R5 en R6 en de landelijke status op basis van de Zeldzaamheidslijst macrofauna (Nijboer & Verdonschot 2001). Afkortingen: g.g. geen gegevens, te weinig of geen waarnemingen, zz: zeer zeldzaam, z: zeldzaam, vz: vrij zeldzaam, va: vrij algemeen, a: algemeen, za: zeer algemeen.*

Status kenmerkende en positief dominante taxa in Brabant	Zeldzaamheid macrofauna op landelijke schaal						
	gg	zz	z	vz	va	a	za
R4							
Aanwezig, algemeen		3	11	16	6	8	1
Aanwezig, zeldzaam		5	10	5	1		
Laatste 10 jaar niet waargenomen		7	10	4			
Alleen historische waarnemingen	2	3	2				
Nooit aangetroffen	2	29	12	3			
R5							
Aanwezig, algemeen	1	6	16	20	33	16	3
Aanwezig, zeldzaam		12	12	7	5		1
Laatste 10 jaar niet waargenomen		5	4	6	1		
Alleen historische waarnemingen	8	7	2				
Nooit aangetroffen	7	31	10	2	1		
R6							
Aanwezig, algemeen	1	7	14	17	28	17	3
Aanwezig, zeldzaam		12	13	8	3		1
Laatste 10 jaar niet waargenomen		6	3	6	1		
Alleen historische waarnemingen	5	8	1				
Nooit aangetroffen	9	31	8	3			

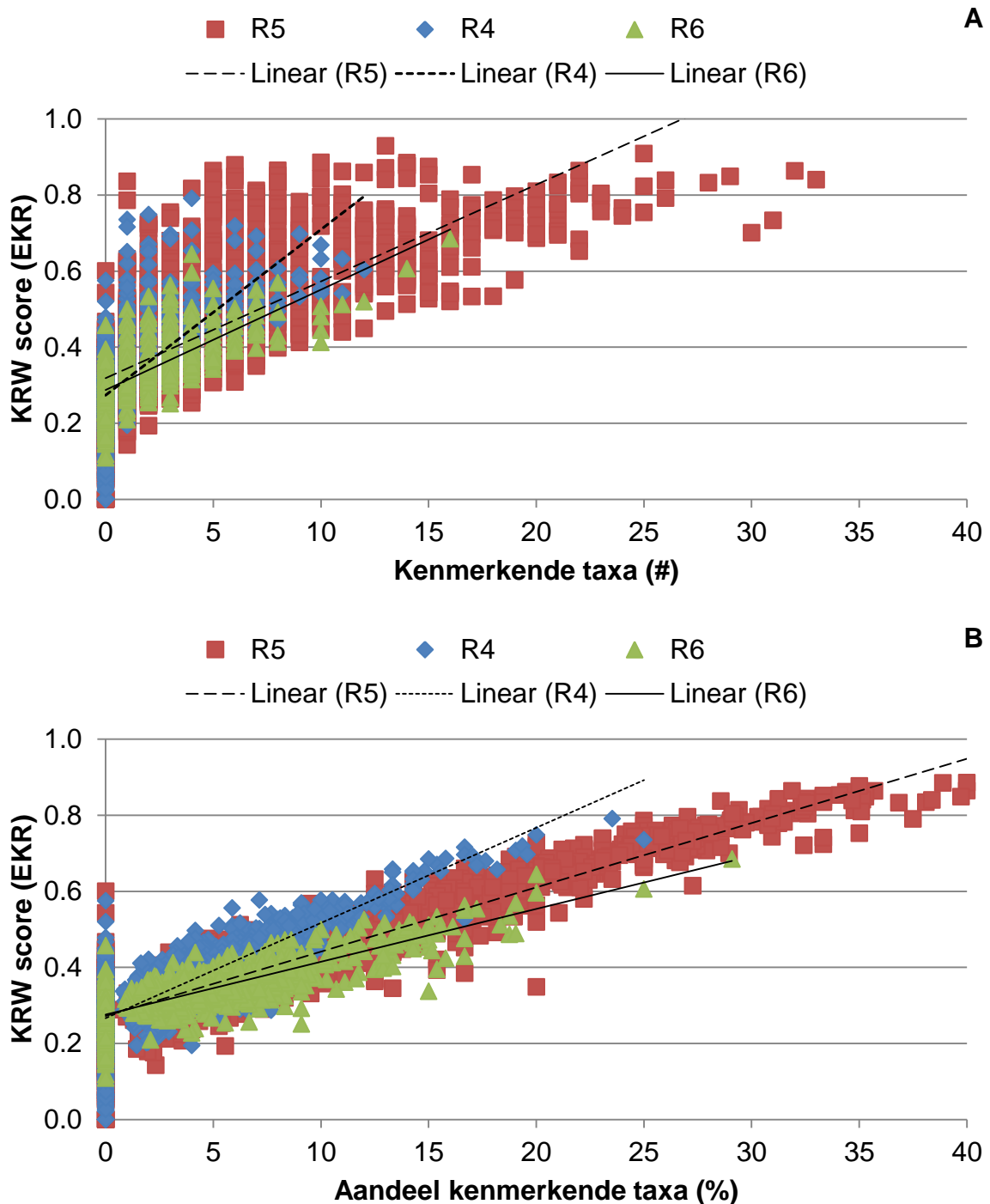
Hoe groot is de kans dat met de huidige soortenpoule in Noord-Brabant in de beheergebieden van de drie Brabantse waterschappen goede scores behaald worden?

Kenmerkende taxa worden in de berekening van de macrofaunamaatlat meegenomen als percentage voor het totaal aantal aantreffen taxa (KM%), waarbij voor ieder watertype een maximumwaarde is gesteld (KMmax, het percentage dat onder referentieomstandigheden verwacht mag worden; R4: 26%, R5: 33%, R6: 36%). Enerzijds daalt bij iedere ontbrekende kenmerkende soort de kans dat een goede ecologische kwaliteit bereikt kan worden (Figuur 4.1). Daarnaast leidt iedere andere soort in het monster die niet kenmerkend is voor het watertype er toe dat er meer kenmerkende soorten nodig zijn om de KMmax te benaderen. Anderzijds laat Figuur 4.1 zien dat maar een relatief klein aantal van het totaal aantal als kenmerkend opgevoerde taxa in een monster gevonden hoeft te worden om een goede ecologische kwaliteit te bereiken; circa 8 (R4) tot 12 (R6) taxa in een monster bij een aandeel van 13% (R4) tot 23% (R6) van de levensgemeenschap. Wanneer deze getallen worden vergeleken met het aantal algemene taxa per watertype (15 taxa voor R4, 52 taxa voor R5 en 48 taxa voor R6; Tabel 4.1) dan lijkt dit weinig. Echter, wanneer slechts één monster wordt genomen zoals gangbaar is in routinematige monitoring, worden niet alle in een beektraject aanwezige taxa verzameld als gevolg van onder andere het vaak geclusterd voorkomen van populaties van soorten. Voor de watertypen R5 en R6 is het dan op basis van de algemene soorten makkelijker een hoge score te halen op basis van de kenmerkende soorten dan in R4, wat een lager aantal algemene kenmerkende soorten bevat.

Welke algemene factoren (bijvoorbeeld watertemperatuur en substraat, maar ook onderhoud en afvoerregime van beken) beperken in welke mate het voorkomen van kenmerkende soorten in Brabant?

Net zoals in paragraaf 3.5 (Tabel 3.7) al gevonden werd voor de bovenlopen blijkt ook in de midden- en benedenlopen en de riviertjes een verband te bestaan tussen het aandeel oligosaprobe en β -mesosaprobe omstandigheden indicerende soorten en hun status van voorkomen in Brabant, waarbij de groepen zeldzame en verdwenen taxa veel meer van dit typen soorten bevatten (Tabel 4.2, 4.3). Organische belasting van de beken en riviertjes beperkt of beperkte (het zou kunnen dat de omstandigheden in bepaalde beken verbeterd zijn, maar de kenmerkende soorten niet kunnen terugkeren door dispersieproblemen) dus het voorkomen van kenmerkende soorten. Verder komen zowel in R5 als R6 het moeraskarakter en stroming terug als significante factoren. Soorten met een voorkeur voor moerasomstandigheden worden zowel gevonden in de groep algemene soorten als de groep verdwenen soorten terwijl de groep zeldzame soorten meer stromingsminnende soorten bevat (in ieder geval in R5, in R6 is het verband te zwak om significante verschillen tussen individuele groepen te identificeren). Dit patroon wijst op het verdwijnen van moerasbeken en overstromingsvlakten langs riviertjes, waarbij het habitat van moeraspecialisten degradeerde en alleen moerasgeneralisten zich konden handhaven. Een sterke mate van stromingsminnendheid bij de zeldzame soorten is verklaarbaar door de relatieve zeldzaamheid van sterk stromende beken in Brabant, mede omdat veel beken in de huidige staat gestuwd zijn en daardoor relatief weinig stromingsminnende soorten bevatten. Omdat de verschillende parameters samen in soorten voorkomen (een soort heeft indicatiewaarden voor ieder van de parameters) zijn bepaalde combinaties van parameters nog veel zeldzamer, zoals oligosaprobe relatief snel stromende beken of moerassen. In R6 vallen nog twee significante parameters op (Tabel 4.3). Ten eerste het belang van dood hout als habitat in riviertjes. Dit verband is echter te zwak om individuele groepen te identificeren, maar lijkt te wijzen op een grotere binding aan hout in de groep verdwenen soorten. Gezien het feit dat het verwijderen van hout uit watergangen vrijwel overal standaard beleid is, is het niet verwonderlijk dat soorten die hiervan afhankelijk zijn het slecht doen. Ten tweede is er nog een verband met de zuurgraad, waarbij soorten van relatief zure omstandigheden vooral in de algemene groep voorkomen ten opzichte van de groep zeldzame soorten. Dit hoeft overigens geen indicatie van verzuring te zijn (immers in de beken werd geen signaal van zuurgraad aangetroffen) maar kan ook veroorzaakt worden

door een groter aandeel ubiquisten (zeer tolerante soorten die onder veel verschillende omstandigheden kunnen leven) in de groep algemene soorten. De analyses geven aan verschillende algemene factoren beperkend zijn voor het voorkomen van kenmerkende soorten in Noord-Brabant, waarbij een te hoge organische belasting en het beperkte aantal beken met veel en continue stroming de sterkste patronen laten zien.



Figuur 4.1: Relatie tussen de ecologische kwaliteit van macrofaunamonsters, uitgedrukt in de KRW-score (EKR), en het aantal (A) en aandeel kenmerkende taxa van de totale levensgemeenschap in het monster (B) met hierin de afgeleide lineaire trendlijnen.

Tabel 4.2: Vergelijking van de gemiddelde milieu- en habitatpreferentiescores voor groepen soorten met een verschillende status van voorkomen in de Brabantse R5 beken: Volgorde aantallen indicatoren (n) in eerste kolom: 1: algemeen, 2: zeldzaam, 3: verdwenen. De groepen zijn vergeleken met Kruskal Wallis tests met Bonferonni gecorrigeerde Mann Whitney U tests als post hoc procedure.

Parameter	Preferentie (typen/klassen/substraten)	Significantie		
		X ²	P	Verschil tussen groepen
Diepte (n = 80, 27, 26)	bronnen	0.04	0.981	
	moerassen	7.69	0.021	algemeen & verdwenen > zeldzaam
Droogval (n = 96, 39, 34)	droogvallende wateren	0.39	0.825	
Saprobie (n = 93, 36, 22)	oligosaproob +β-mesosaproob milieu	25.37	P<0.001	zeldzaam & verdwenen > algemeen
Stroming (n = 94, 36, 28)	matig + snelstromend water	11.54	0.003	zeldzaam > algemeen & verdwenen
Substraat (n = 65, 25, 24)	grind	3.17	0.205	
	grof organisch materiaal	3.98	0.137	
	dood hout	0.67	0.717	
	slib en fijn organisch materiaal	1.21	0.547	
	waterplant	2.43	0.296	
Zuurgraad (n = 76, 26, 26)	(zwak) zuur water	5.28	0.072	
Saliniteit (n = 94,37,31)	niet zoet water	0.77	0.68	

Tabel 4.3: Vergelijking van de gemiddelde milieu- en habitatpreferentiescores voor groepen soorten met een verschillende status van voorkomen in de Brabantse R6 riviertjes: Volgorde aantallen indicatoren (n) in eerste kolom: 1: algemeen, 2: zeldzaam, 3: verdwenen. De groepen zijn vergeleken met Kruskal Wallis tests met bonferonni gecorrigeerde Mann Whitney U tests als post hoc procedure. n.s. geen verschillen tussen groepen in post hoc tests.

Parameter	Preferentie (typen/klassen/substraten)	Significantie		
		χ^2	P	Vershil tussen groepen
Diepte (n = 70, 27, 22)	bronnen	5.75	0.056	
	moerassen	8.49	0.014	algemeen & verdwenen > zeldzaam
Droogval (n = 89, 37, 31)	droogvallende wateren	0.75	0.688	
Saprobie (n = 84, 35, 23)	oligosaproob +β-mesosaproob milieu	12.22	0.002	zeldzaam & verdwenen > algemeen
Stroming (n = 84, 37, 26)	matig + snelstromend water	6.52	0.038	n.s. (zeldzaam > verdwenen)
Substraat (n = 62, 27, 22)	grind	2.72	0.257	
	grof organisch materiaal	4.69	0.096	
	dood hout	6.76	0.034	n.s. (verdwenen > algemeen)
	slib en fijn organisch materiaal	1.02	0.6	
	waterplant	0.5	0.778	
Zuurgraad (n = 68, 28, 21)	(zwak) zuur water	12.58	0.002	algemeen > zeldzaam, algemeen = verdwenen, zeldzaam = verdwenen
Saliniteit (n = 84, 37, 30)	niet zoet water	0.68	0.71	

4.3 Kunnen de niet meer aanwezige soorten de Brabantse beken bereiken?

4.3.1 Aanpak

Wanneer beekherstel heeft geleid tot het oplossen van alle milieuproblemen in de Brabantse beken, wil dit niet zeggen dat alle verdwenen soorten vanzelf terug kunnen keren. Tabel 4.1 (pagina 27) laat zien dat de soorten waarvan alleen historische waarnemingen bekend zijn, meestal ook landelijk zeer zeldzaam of zelfs verdwenen zijn (kolom gg). Terugkeer wordt dan gestuurd door het vermogen van de soorten om beken te herkoloniseren. Of dit mogelijk is hangt af van zowel het dispersievermogen van de soorten (vliegcapaciteit, levensduur, grootte; welke afstand kan door een individu worden afgelegd), de beschikbaarheid van bronpopulaties met een dusdanige omvang dat ze voldoende kolonisten produceren op een overbrugbare afstand, de aanwezigheid van dispersiebarrières (bijvoorbeeld landgebruik; veel soorten kunnen zich veel beter verplaatsen door bos dan over open landschap) en tenslotte de aanwezigheid van andere soorten (bijvoorbeeld exoten, waarbij de verspreiding van de kreeftenpest door uitheemse Amerikaanse rivierkreeften het beste voorbeeld is). Er is een opsomming gemaakt van alle kenmerkende soorten waarvan alleen historische waarnemingen bekend zijn, waarna bekeken is waar de dichtstbijzijnde bronpopulaties zich bevinden. Op basis hiervan zijn 'hotspots' (beken of beektrajecten) geïdentificeerd, die zouden kunnen dienen als bronpopulatie voor andere systemen.

4.3.2 Resultaten

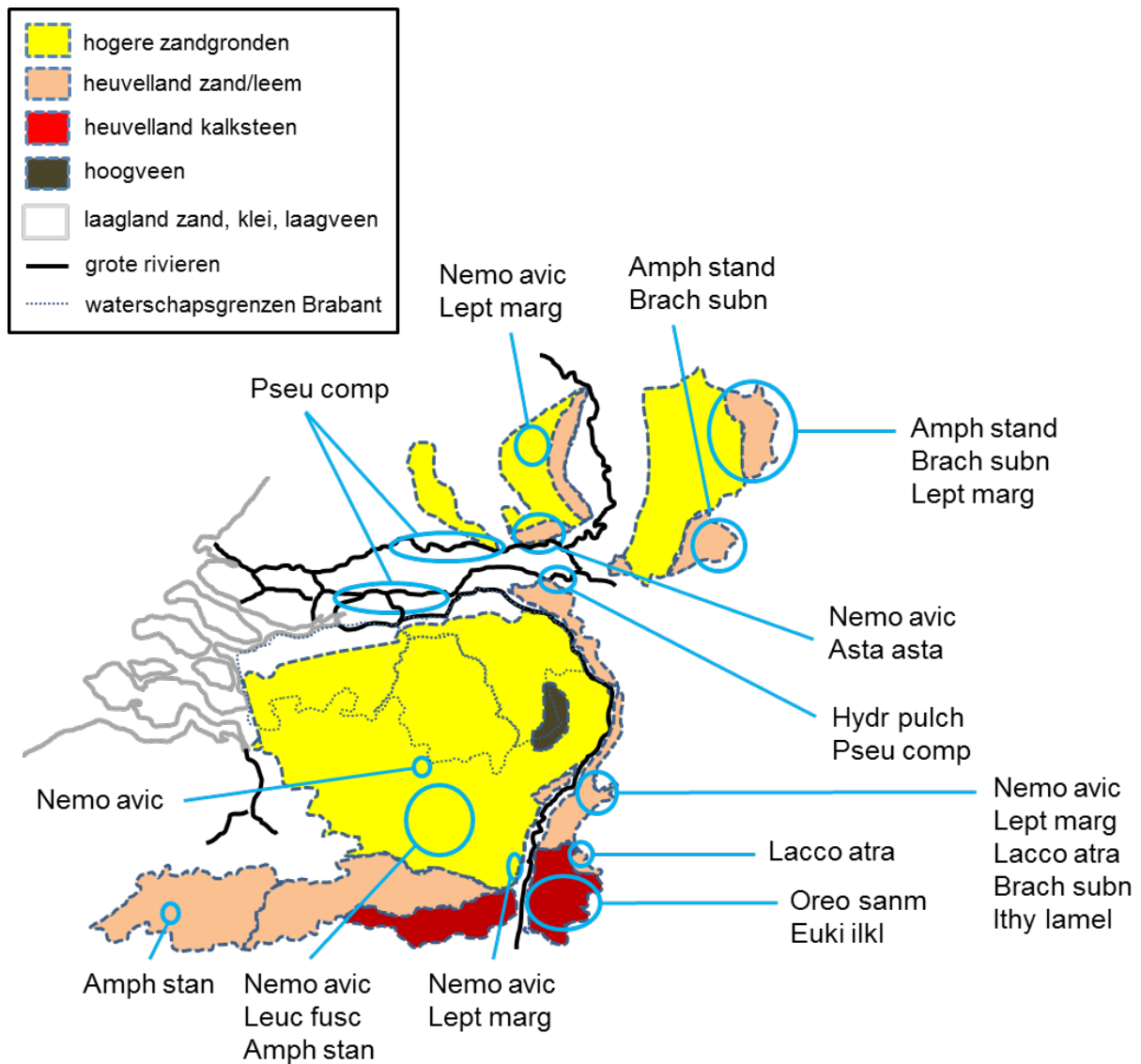
In totaal zijn van 21 soorten alleen historische waarnemingen bekend in Noord-Brabant. Alleen de watermijten (4 soorten), de haft *Kageronia fuscogrisea*, de steenvlieg *Taeniopteryx nebulosa* en de kokerjuffer *Ylodes simulans* komen niet meer in Nederland voor (Tabel 4.4). De andere soorten komen voor het grootste deel op relatief korte afstand nog voor (Figuur 4.3). Een aantal in Noord-Brabant verdwenen steenvliegen (*Leuctra fusca*, *Nemoura avicularis* en *Amphinemura standfussi*) komen nog wel voor ten zuiden van het in dit rapport bestudeerde gebied; in de Vallei van de Zwarte beek (Beringen, Vlaanderen), hemelsbreed circa 20 kilometer van de Nederlandse grens waar bovenlopen van het Dommel-stroomgebied Nederland binnenkomen (o.a. Elzenloop). Een absolute hotspot wat betreft uit Brabant verdwenen soorten is Midden Limburg (Meinweg, Swalm, Roer). De afstand tussen dit gebied en het stroomgebied van de Aa bedraagt hemelsbreed circa 30 kilometer, met daartussen nog beeksystemen (bijvoorbeeld Tungelroyse beek) in het beheergebied van Waterschap Limburg die mogelijk als stapsteen zouden kunnen dienen. In hoeverre deze afstand ook daadwerkelijk te overbruggen is voor deze soorten is onbekend. De afstand tussen de beken en bronvijvers langs zuidelijke Veluwerand en het stroomgebied van de Raam bedraagt hemelsbreed ook ongeveer 30 kilometer, maar zijn van elkaar gescheiden door het door landbouw gedomineerde rivierengebied, waardoor het maar zeer de vraag is of bijvoorbeeld de aan langzaam stromende beschaduwde beken gebonden steenvlieg *Nemoura avicularis* in staat is dit landschap te doorkruisen. Dat bereikbaarheid een belangrijke rol speelt in het voorkomen van macrofaunasoorten in beken blijkt uit het experiment uitgevoerd door Verdonschot et al. (2014), waarbij exemplaren van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* in een op basis van de milieuomstandigheden geselecteerde beek werd geplaatst op bijna 100 kilometer van de oorspronkelijke populatie, en daar een levensvatbare populatie opbouwden. Dit experiment laat zien dat er beken zijn die wel, tenminste op de korte-termijn, geschikt zijn voor bepaalde soorten, maar niet door deze soorten gekoloniseerd zijn. We weten weinig over de dispersiecapaciteit van soorten, maar onderzoek laat zien dat voor veel beeksoorten afstanden van enkele kilometers het hoogst haalbare lijkt te zijn (Sundermann et al., 2011). De kans dat verdwenen soorten op eigen kracht op korte termijn (<10 jaar) de Noord-Brabantse beken herkoloniseren is daarom niet erg groot, wat in sommige gevallen zou kunnen pleiten voor 'actieve' herintroductie.

Tabel 4.4: Kenmerkende soorten voor de KRW watertypen R4, R5 en R6 met alleen historische waarnemingen in Noord-Brabant en hun dichtbijzijnde recente vindplaatsen. Bronnen: 1. Gerecke et al., 2016; 2. Smit & van der Hammen, 2000; 3. Drost et al., 1992; 4. Cuppen & van Maanen, 2013; 5. NDFF; 6. Koese, 2008a; 7. Lock & Goedhals, 2011; 8. Korsten et al., 2007; 9. Koese, 2008b; 10. Lock & Goedhals, 2008; 11. Higler, 2008; 12. GBIF; 13. Schot & Verdonschot, 1996; 14. Gittenberger & Janssen, 1998; 15. Moller-Pilot, 2013.

KRW type	Soort	Habitat	Jaar verdwenen	Dichtbijzijnde populaties	Ref.
R5	<i>Albia stationis</i> (watermijten)	Laaglandbeken met dood hout en een zandbodem	1947	?	1,2
R5	<i>Atractides subasper</i> (watermijten)	Bronbeken	1946	Niedersaksen, Duitsland	1,2
R5 R6	<i>Brachypoda modesta</i> (watermijten)	Laaglandbeken	1950s	?	1,2
R5 R6	<i>Mundamella germanica</i> (watermijten)	Laaglandbeken	1950	?	1,2
R4	<i>Laccobius atratus</i> (waterkevers)	Zure bronbeken	<1950	Midden- en Zuid Limburg (Nartheicumbeekje, Meinweg; Rode Beek Brunssum)	3,4
R4	<i>Oreodytes sanmarkii</i> (waterkevers)	Snelstromende beken met minerale bodem	?	Selzerbeek, Gulp, Geul Zuid-Limburg	3,5
R5	<i>Gyrinus aeratus</i> (waterkevers)	Langzaam stromende beken en rivieren, oeverzone oligotrofe meren	1965	Onduidelijk, waarnemingen ongevalideerd Vecht, Radewijkerbeek (Limnodata) Linde, Friesland (NDFF)	5
R5 R6	<i>Kageronia fuscogrisea</i> (haften)	Langzaam stromende beken en rivieren met vegetatie	1960s	Niedersaksen, Duitsland	6
R4 R5 R6	<i>Leptophlebia marginata</i> (haften)	Enigszins zure, langzaam stromende beken	1966	Lokaal algemeen op Veluwe (Hierdense beek) en in Midden Limburg (Bosbeek, Meinweg). Verder ook o.a. Zuid Limburg, Twente, Drentsche Aa) Onbekend of de soort nog bij Nijmegen voorkomt. Maar 1 locatie over in Vlaanderen	7,8
R4 R5	<i>Amphinemura standfussi</i> (steenvliegen)	Vooral in bronbeken, ook	1970s	Achterhoek, Twente,	9,10

KRW type	Soort	Habitat	Jaar verdwenen	Dichtbijzijnde populaties	Ref.
		droogvallend		Belgische Kempen (Zwarte Beek, Beringen)	
R5 R6	<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (steenvliegen)	Langzaam stromende beken en rivieren, slib en boomwortels	? in 1970s net over grens bij Budel Dorplein	Duitsland	9, 10
R4 R5 R6	<i>Leuctra fusca</i> (steenvliegen)	Stromend water met stenige bodem	<1900	Belgische Kempen: Zwarte Beek (Beringen)	9.10
R4 R5 R6	<i>Nemoura avicularis</i> (steenvliegen)	Langzaam stromende beschaduwde beken	1960s	Belgische Kempen, Veluwe, Midden Limburg (Meinweg)	9.10
R5 R6	<i>Brachycentrus subnubilus</i> (kokerjuffers)	Langzaam stromende beken en rivieren met vegetatie	1960s	Twente (o.a. Dinkel), Achterhoek, Midden Limburg (Roer)	5,11
R5 R6	<i>Ylodes simulans</i> (kokerjuffers)	Stromende wateren met vegetatie	1969	Duitsland (Saksen-Anhalt)	11,12
R4 R5 R6	<i>Ithytrichia lamellaris</i> (kokerjuffers)	Stromende wateren met vegetatie	<1934	Midden Limburg (o.a. Roer, Meinweg)	5,11
R5	<i>Hydroptila cornuta</i> * (kokerjuffers)	Beken en rivieren	1944	Drentsche Aa, Drenthe	5,11
R6	<i>Hydroptila pulchricornis</i> * (kokerjuffers)	Stilstaande en langzaam stromende wateren	?	Ooijpolder (Waal), Nijmegen	5,11
R5 R6	<i>Astacus astacus</i> (kreeften)	Langzaam stromende beken en rivieren, meren met een goede waterkwaliteit en schuilplaatsen	1973	Bronvijvers landgoed Warnsborn, Zuid-Veluwe	13
R5 R6	<i>Pseudanodonta complanata</i> (tweekleppigen)	Grote rivieren	?	Maas	14
R6	<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i> (vedermuggen)	Snelstromende beken	1911	Zuid Limburg	15

* niet als larve herkenbaar



Figuur 4.3: Locaties waar soorten voorkomen waarvan in Noord-Brabant alleen historische waarnemingen bekend zijn, geprojecteerd op de hydrobiologische/biogeografische districten op basis van Mol (1986), Sevenant et al. (2002) en Van der Meijden (2005). Afkortingen soortnamen verwijzen telkens naar de eerste vier letters van de genus en soortnaam uit tabel 4.4.

4.4 Zijn er soorten of soortgroepen die in sterke mate bijdragen aan een hoge KRW-score, omdat ze bijvoorbeeld grote invloed hebben op het functioneren van het watersysteem en daarmee op de aanwezige macrofauna, zoals kokerjuffers die veel organisch materiaal afbreken?

4.4.1 Aanpak

Er wordt gekeken naar de functionele rol van de verdwenen soorten in termen van functionele voedingsgroepen (maat van ecosysteemfuncties). Het is namelijk de vraag of de op dit moment ontbrekende soorten een ander functioneel profiel hebben dan de nog aanwezige soorten. Wanneer bijvoorbeeld vooral knippers van blad ontbreken, heeft dit consequenties voor de organische-stof-stromen in het beekstelsel. Om dit inzichtelijk te maken, is voor de kenmerkende soorten met alleen historische waarnemingen uitgezocht in welke functionele voedingsgroep deze soorten vallen en hoe zich dit verhoudt tot de nog aanwezige soorten. De functionele gegevens zijn afkomstig uit de freshwaterecology.info-database (Schmidt-Kloiber & Hering, 2015). Er zijn in verband met de vergelijkbaarheid tussen soorten in termen van morfologie en fysiologie alleen gezocht naar verschillen binnen ordes.

4.4.2 Resultaten

De meeste verdwenen soorten hebben binnen hun orde nog wel in Noord-Brabant voorkomende soorten met dezelfde functionele rol (Tabel 4.5). Uitzondering hierop vormen de verdwenen steenvliegen. De enige overgebleven soort *Nemoura cinerea* heeft een afwijkend functioneel profiel van de verdwenen soorten, die ofwel meer grazers van biofilm zijn (*Amphinemura standfussi*, *Taeniopteryx nebulosa*, *Leuctra fusca*) of meer knippers zijn (*Nemoura avicularis*). Een andere soort die een afwijkend functioneel profiel lijkt te hebben is *Hydroptila pulchricornis*, die zowel grazer van biofilm als predator is. Echter, van niet alle soorten binnen dit genus is het duidelijk in welke functionele voedingsgroep ze vallen, wat waarschijnlijk samenhangt met de determinatieproblemen binnen dit genus. De functionele rol van de overige verdwenen soorten lijkt te overlappen met die van andere soorten binnen de ordes. Helemaal zeker is dit echter nooit, omdat er vaak meer subtiele verschillen tussen soorten voorkomen, die ervoor zorgen dat de soorten elkaar niet te sterk beconcurreren of bijvoorbeeld elkaar kunnen faciliteren (niche complementariteit), zodat ze samen kunnen voorkomen in een beek. Dit wil overigens niet zeggen dat één soort genoeg is om een bepaalde functionele rol binnen een beekstelsel te vervullen. Wanneer verschillende soorten dezelfde rol vervullen, maar een net iets andere tolerantie voor milieuomstandigheden hebben, dan kan de ene soort de rol van een andere overnemen bij wisselingen in omstandigheden. Verdwijnen er soorten uit het ecosysteem, dan verdwijnt deze wisselwerking en gaan processen minder efficiënt verlopen.

Tabel 4.5: Functionele voedingsgroep van uit Noord-Brabant verdwenen soorten vergeleken met nog wel aanwezige soorten binnen dezelfde orde op basis van Schmidt-Kloiber & Hering (2015). De getallen geven op een schaal van 0-10 de affiniteit met een bepaalde groep weer.

Soort	Functionele voedingsgroep						Taxa binnen dezelfde orde die wel in Noord-Brabant voorkomen met dezelfde functionele rol
	Grazer	Filtreerder	Knipper blad	Verzamelaar	Predator	Overig	
<i>Albia stationis</i> (watermijten)							?
<i>Atractides subasper</i> (watermijten)							?
<i>Brachypoda modesta</i> (watermijten)							?
<i>Mundamella germanica</i> (watermijten)							?
<i>Laccobius atratus</i> (waterkevers)					10		Andere <i>Laccobius</i> soorten en bijvoorbeeld Dytiscidae
<i>Oreodytes sanmarkii</i> (waterkevers)					10		Andere Dytiscidae
<i>Gyrinus aeratus</i> (waterkevers)					8	2	Andere <i>Gyrinus</i> vrijwel gelijk (predator 10)
<i>Kageronia fuscogrisea</i> (haften)	5			5			<i>Heptagenia</i> , <i>Ecdyonurus</i> , <i>Serratella ignita</i> , <i>Cloeon</i> , <i>Baetis</i>
<i>Leptophlebia marginata</i> (haften)				10			<i>Leptophlebia vespertina</i> , <i>Siphonurus</i> , <i>Caenis</i> , <i>Proclleon bifidum</i>
<i>Amphinemura standfussi</i> (steenvliegen)	5		2	3			geen; <i>Nemoura cinerea</i> is een mindere grazer (grazer 1, knipper 4, verzamelaar 5)
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (steenvliegen)	3		2	5			geen; <i>N. cinerea</i> is een mindere grazer
<i>Leuctra fusca</i> (steenvliegen)	3		3	4			geen; <i>N. cinerea</i> is een mindere grazer
<i>Nemoura avicularis</i> (steenvliegen)			7	3			geen; <i>N. cinerea</i> is een mindere knipper
<i>Brachycentrus subnubilus</i> (kokerjuffers)	2	5			3		<i>Hydropsyche angustipennis</i> , <i>H. pellicidula</i>
<i>Ylodes simulans</i> (kokerjuffers)							? geen gegevens
<i>Ithytrichia lamellaris</i> (kokerjuffers)	10						<i>Beraeodes minutus</i> , <i>Silo nigricornis</i> & <i>Goera pillosa</i> wijken licht af (grazer 9, verzamelaar 1)
<i>Hydroptila cornuta</i> (kokerjuffers)							? geen gegevens
<i>Hydroptila pulchricornis</i> (kokerjuffers)	5				5		geen ?
<i>Astacus astacus</i> (kreeften)				3	3	4	Uitheemse Astacidae en Cambaridae (<i>Orconectes limosus</i>)
<i>Pseudanodonta complanata</i> (tweekleppigen)		10					Andere Unionidae
<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i> (vedermuggen)	8			2			<i>Eukiefferiella brevicar</i>

5. Conclusies

Oorzaken voor de lage KRW scores

Zijn er specifieke onderdelen van de maatlat voor macrofauna die leiden tot lage KRW-scores voor Brabantse beken?

- Voor alle drie de watertypen geldt dat de ecologische kwaliteit direct samenhangt met de verhouding tussen de aantallen negatief dominante indicatoren en kenmerkende en positief dominante indicatoren. Watertype R4 scoort opvallend slecht ten opzichte van R5, terwijl in veel gevallen dezelfde taxa in deze wateren worden aangetroffen.
- Naast knelpunten die veroorzaakt worden door stressoren (degradatie, organische belasting lijkt een belangrijke oorzaak) is er een duidelijke aanwijzing voor een typologische oorzaak. Dit geldt met name voor R4 waar de maatlat een hoog aantal nooit in Noord-Brabant waargenomen taxa bevat (hierop wordt onder de volgende kopjes verder ingegaan).
- Daarnaast lijkt het op basis van het voorkomen van voor bepaalde kwaliteitsklassen karakteristieke, relatief algemene soorten mogelijk om een snelle inschatting te maken van de ecologische kwaliteit van een monsterlocatie. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van een quicscan methode specifiek voor Noord-Brabantse beken.

Waarom voldoet de macrofauna in sommige Brabantse beken wel aan het doel en wat zijn de verschillen met beken die het doel niet halen?

- Voor de Noord-Brabantse beken van het type R4 en R5 geldt dat de ecologische kwaliteit (KRW-score; EKR) sterk wordt bepaald door de aanwezigheid van stromingsminnende taxa, zowel taxa die direct gebonden zijn aan stromend water als taxa die gebonden zijn aan substraten die alleen in snel stromende beken voorkomen (grindbanken). Op basis van de stromingsminnendheid van de gehele levensgemeenschap kan dus met de stromingsindex een inschatting worden gemaakt van de ecologische kwaliteit. Voordeel van deze aanpak is dat deze niet direct afhankelijk is van het voorkomen van bepaalde (zeldzame) soorten en daarmee minder gevoelig voor effecten van bijvoorbeeld verarmde lokale soortenpoules en dispersieproblemen. Figuur 3.6 (pagina 19) brengt daarmee de potenties van de Brabantse boven-, midden en benedenlopen in beeld, met de kanttekening dat dit is bepaald op basis van de ecologische kwaliteit van de huidige KRW-typen. Moeras- en stilstaande situaties leiden op de bestaande bekenmaatlaten namelijk stevast tot een slechte beoordeling van de ecologische kwaliteit (lage KRW-score), terwijl de kwaliteit van deze locaties (ten opzichte van vergelijkbare referentiesystemen) in werkelijkheid hoger kan liggen.
- De aanwezigheid van waterplanten staat in de Brabantse beken los van de gradiënt in ecologische kwaliteit. Met de aangetroffen macrofauna kan onderscheid worden gemaakt tussen waterplanten-gedomineerde beken en beken met een kale bodem van zand, klei of slib.
- Opvallend is dat de patronen in milieu- en habitatpreferenties van de levensgemeenschappen in R4 en R5 zeer sterk overeen komen, wat de vraag oproept of het strikte onderscheid tussen boven en midden-/benedenlopen voor de Brabantse beken zoals dat volgens de KRW watertypensystematiek wordt gehanteerd wel opgaat.
- In tegenstelling tot de kleinere beektypen zijn de verbanden voor riviertjes (R6) veel minder duidelijk, maar duiden in ieder geval ook een stromingsgerelateerde gradient aan die samenhangt met de ecologische kwaliteit. Belangrijke kanttekening hierbij is dat de monsters voor R6 in Noord-Brabant uit slechts een beperkt aantal riviertjes

afkomstig is, waardoor de zeggingskracht minder is in vergelijking met de andere beektypen die een veel grotere ruimtelijke spreiding hebben.

In hoeverre bepalen factoren als uitvoering en locatie (representativiteit monsters) het aantreffen van kenmerkende soorten?

- De keuze van de monsterlocaties en de uitvoering van de bemonstering (5-m multihabitat monster met macrofaunanet) sluit in de Noord-Brabantse beken in grote mate aan bij de levensgemeenschap waarop de monsternamen zich richt. Slechts 4-5% van het potentieel aantal aanwezige taxa ontbreekt in alle routinematige bemonsteringen tezamen, maar wordt wel gevonden (vaak als volwassen dier) in het gebied.
- Voor de onderzochte groepen (libellen, haften, kokerjuffers) bleek dat een relatief groot deel (circa driekwart van de individuen) wordt gedetermineerd tot op een niveau dat bruikbaar was voor het vaststellen van de indicatoren voor de KRW maatlaten, zowel in het voorjaar als in het najaar, waardoor de invloed van determinatieproblemen op de uiteindelijke beoordeling niet groot geacht wordt.

Waarom voldoet de macrofauna in beken van het KRW type R4 bijna nergens in Noord-Brabant aan het doel?

- De status van voorkomen van de dominant positieve en kenmerkende taxa voor R4 wijkt duidelijk af van status van de taxa indicatief voor R5 en R6. Er speelt zowel een degradatieprobleem (meer taxa de afgelopen 10 jaar niet meer waargenomen) als een typologisch probleem, namelijk dat voor de maatlat voor R4 met name 'heuvelland-/stuwwalrand'-beken (relatief veel verval) als streefbeeld zijn genomen in plaats van de oorspronkelijk op veel plekken in de Noord-Brabantse bovenlopen voorkomende doorstroommoerassen. Hierboven werd al duidelijk dat moeras-situaties op basis van de KRW beoordeling leiden tot een slechte score voor de ecologische kwaliteit, waardoor de natuurlijke situatie in feite als negatief wordt beoordeeld. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de bruikbaarheid van de maatlat R4 voor Noord-Brabantse beken zeer twijfachtig is.
- Degradatie van de Brabantse bovenlopen is te herleiden tot de stressor organische belasting, juist de zeldzame en verdwenen taxa zijn indicatief voor weinig belaste oligotrofe en β -mesosaprobe omstandigheden.

In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?

In hoeverre is het ontbreken van kenmerkende en doelsoorten in Noord-Brabant beperkend voor het behalen van een goede KRW-score?

- Met 67% van de kenmerkende soorten van het watertype R4 zeldzaam, verdwenen of nooit waargenomen in Noord-Brabant lijkt het halen van een goede score op basis van de kenmerkende soorten problematisch. In R4 en R5 ligt dit percentage lager (R5 56% en R6 58%), maar is nog steeds aanzienlijk. In R4 hebben de nooit waargenomen soorten hierin verreweg het grootste aandeel. Dit geeft het al eerder genoemde typologisch probleem aan. Daarnaast speelt degradatie (stressor organische belasting) een rol, omdat juist de zeldzame en verdwenen soorten hier gevoelig voor zijn.

Hoe groot is de kans dat met de huidige soortenpoule in Noord-Brabant in de beheergebieden van de drie Brabantse waterschappen goede scores behaald worden?

- Er hoeft slechts een relatief klein aantal van het totaal aantal kenmerkende taxa te worden gevonden om een goede ecologische kwaliteit te bereiken, bijvoorbeeld circa 8 taxa voor R4 tot circa 12 taxa voor R6 wanneer deze getallen worden vergeleken met het aantal algemene taxa per watertype (15 taxa voor R4, 52 taxa voor R5 en 48 taxa voor R6; Tabel 4.1 pagina 27). Echter, voor de watertypen R5 en R6 is het puur op basis van de algemene soorten makkelijker een hoge score te halen dan in R4, omdat deze typen veel meer algemene kenmerkende soorten bevatten. Immers, wanneer slechts één monster wordt genomen, zoals gangbaar is in routinematige monitoring, worden niet alle in een beektraject aanwezige taxa verzameld.

Welke algemene factoren (bijvoorbeeld watertemperatuur en substraat, maar ook onderhoud en afvoerregime van beken) beperken in welke mate het voorkomen van kenmerkende soorten in Brabant?

- Organische belasting (saprobie) speelt een belangrijke beperkende rol voor kenmerkende soorten van R4, R5 en R6 in Noord-Brabant. Omdat organische belasting een indirecte stressor is, kan de oorzaak van het effect in verschillende factoren liggen, waarvan in ieder geval zuurstofbeschikbaarheid een zeer belangrijke factor is, zowel direct (verstikking) als indirect via het vrijkomen van toxische verbindingen onder zuurstofarme of -loze omstandigheden.
- Verder blijkt in de midden- en benedenlopen en de riviertjes enerzijds het ontbreken van moerasbeken en overstromingsvlaktes een rol te spelen (relatief veel verdwenen soorten zijn moerasspecialisten) en anderzijds stroming (relatief veel zeldzame soorten zijn karakteristiek voor relatief snel stromende beken). Specifiek voor riviertjes lijkt het ontbreken van dood hout nog een rol te spelen, maar het aangetoonde verband met het voorkomen van soorten is zwak.
- Een effect van watertemperatuur, hier afgeleid van scores voor het watertype bron (typisch milieu voor koudstenotherme soorten), kon niet worden aangetoond.

Kunnen de niet meer aanwezige soorten de Brabantse beken opnieuw bereiken?

- Het grootste deel van de soorten waarvan in Noord-Brabant alleen historische waarnemingen bekend zijn, komen op enkele tientallen kilometers van het onderzochte gebied nog voor. Of deze soorten ook in staat zijn het gebied te bereiken hangt af van de dispersiecapaciteit van de soorten, het aantal kolonisten dat de bronpopulaties levert en de aanwezigheid van dispersiebarrières. Het is op dit moment niet goed mogelijk te bepalen welke soorten wel of niet op eigen kracht kunnen terugkeren, met uitzondering van de Europese rivierkreeft, omdat er nog te veel kennishiaten zijn met betrekking tot het dispersievermogen van macrofauna. Echter, onderzoek laat zien dat voor veel typische beekorganismen het verspreidingsvermogen beperkt is (in de orde van grootte van enkele kilometers, vaak met name langs de beek in stroomop- en -afwaartse richting en weinig loodrecht op de beek landinwaarts).

Zijn er soorten of soortgroepen die in sterke mate bijdragen aan een hoge KRW-score, omdat ze bijvoorbeeld grote invloed hebben op het functioneren van het watersysteem en daarmee op de aanwezige macrofauna, zoals kokerjuffers die veel organisch materiaal afbreken?

- Met het verdwijnen van verschillende soorten steenvliegen uit Noord-Brabant lijken ook functionele rollen te zijn verdwenen die niet (volledig) opgevuld worden door de enig overgebleven soort binnen de steenvliegen. Dit gaat zowel om knippers van blad

als grazers/schrapers van biofilm, dus twee verschillende functionele rollen. In hoeverre het verdwijnen van deze soorten heeft doorgewerkt binnen het ecosysteem is niet bekend, maar aangezien steenvlieglarven in Nederlandse laaglandbeken van goede kwaliteit vaak in hoge dichtheden voorkomen en deze groep een belangrijke rol speelt in de afbraak van organisch materiaal, zou dit consequenties kunnen hebben voor het huidige functioneren van de Brabantse beeksystemen.

6. Aanbevelingen

Monitoring

De studie laat zien dat de huidige bemonsterings- en verwerkingsmethoden geschikt zijn om een beeld te krijgen van de aanwezige levensgemeenschap en er geen wijzigingen noodzakelijk zijn. Slechts enkele kenmerkende soorten, zoals bepaalde libellen, zijn nooit aangetroffen in de routinematige bemonstering. Het effect hiervan op de beoordeling lijkt verwaarloosbaar.

Beoordeling van de ecologische kwaliteit

De beoordeling van de Brabantse bovenlopen op basis van de macrofauna geeft een vertekend beeld van de ecologische kwaliteit als gevolg van typologische problemen. De maatlat benadrukt sterk de stromingsminnedheid van de levensgemeenschap, waarvan een deel karakteristiek is voor stuwwalrand-/heuvellandbeken en -bronnen zoals die te vinden zijn op randen van stuwwallen en de meer reliëfrijke gebieden tegen de oostgrens van Nederland en niet voor de Brabantse situatie waarin door een gebrek aan verval meestal doorstroommoerassen voorkwamen. Dit geldt in mindere mate voor R5 en R6. Het is dan ook van belang dat er een andere R4-maatlat (of regiospecifieke soortenlijsten binnen het type), desgewenst in combinatie met de doorstroommoerasmaatlat, ontwikkeld wordt om de Brabantse bovenlopen te beoordelen.

Opvallend is dat de patronen in milieu- en habitatpreferenties van de levensgemeenschappen in R4 en R5 zeer sterk overeen komen, wat de vraag oproept of het strikte onderscheid tussen boven en midden-/benedenlopen voor de Brabantse beken zoals dat volgens de KRW watertypensystematiek wordt gehanteerd wel opgaat. Omdat de verschillen tussen de Noord-Brabantse R4 en R5 beken klein zijn, adviseren we voorlopig de R5 maatlat naast de huidige R4 maatlat te hanteren om tot een inschatting van de ecologische kwaliteit op basis van de macrofauna te komen. Op de langere termijn zijn er stappen nodig om te komen tot een verbeterde R4 maatlat voor Noord-Brabant. Deze verbeteringsplan bevat twee onderdelen:

1. Meer nadruk op het moeraskarakter van bovenlopen in gebieden met weinig verhang.
2. Meer aandacht voor de rol van regionale soortenpoules (biogeografische districten) in de maatlaten.

Doorstroommoerassen en moerasbeken zijn een beter passend type in het grootste deel van Noord-Brabant, maar ook in vergelijkbare regio's op de hogere zandgronden in de rest van Nederland (bijvoorbeeld Drenthe, Salland). Een beoordelingssysteem voor dit type beken is in ontwikkeling en er zijn dit jaar gerichte bemonsteringen uitgevoerd om deze maatlaten te valideren (Verdonschot et al., 2016). Bij de ontwikkeling van deze maatlaten is ervoor gekozen de bestaande maatlaten op te nemen met daarnaast een moerasmaatlat. Op basis van dit onderzoek rijst daarom de vraag in hoeverre de hier vastgestelde typologische problemen in de nieuwe moerasmaatlaten doorwerken. Hier moet nader naar gekeken worden.

Deze studie laat zien dat beoordeling van de ecologische kwaliteit gebaat is bij regionale differentiatie. Daarnaast is het ook raadzaam op kleinere schaal, binnen een beek, te werken met subtypen wanneer grote verschillen in beektypen hier aanleiding toe geven. De analyses laten bijvoorbeeld een belangrijk verschil zien in samenstelling tussen waterplantenrijke beken (lees beken in open landbouwgebied) en waterplantenarme beken met mineraal substraat (vaak beken met zandbodem onder beschaduwde omstandigheden). Zo lang het landgebruik niet verandert, blijft de beek in landbouwgebied een kunstmatig 'subtype' en worden de doelen die passen bij een natuurlijke beek niet gehaald. Hetzelfde geldt voor

beken met trajecten met afwisselend veel en weinig verhang, waarbij de sneller stromende stukken een regulier R-type zijn en de langzaam stromende stukken een moerasbeek/doorstroommoeras.

Verder zijn er ook steeds meer alternatieve beoordelingswijzen beschikbaar. Deze studie laat zien dat het mogelijk is op een eenvoudige manier de toestand van een beek beeld te brengen door gericht gebruik te maken van bepaalde indicatorsoorten. Dit biedt mogelijkheden voor het op een snelle manier (quickscan) in beeld brengen van de kwaliteit van beken, zeker wanneer het makkelijk herkenbare taxa (liefst familieniveau) betreft. Voordeel van dit soort snelle technieken is, naast efficiëntie m.b.t. inspanning, dat het mogelijk is te werken op een groter schaalniveau met een hoge dekkingsgraad, waardoor een beter beeld gevormd kan worden van de ecologische kwaliteit op beek- of stroomgebiedsniveau. Voordat deze aanpak breed kan worden toegepast, moet deze eerst verder gevalideerd worden door een serie quickscans en volledige monsters van dezelfde locaties met elkaar te vergelijken. Tegelijkertijd is het belangrijk de diagnostische waarde van de maatlaten verder uit te bouwen door het opnemen van milieu- en habitatpreferenties in de beoordelingen voor bijvoorbeeld de factoren zuurstof, organisch materiaal, stroomsnelheid en substraattypen.

Inrichting, beheer en onderhoud

Gezien het versnipperde karakter van de huidige (potentieel) waardevolle trajecten is op korte termijn de meeste winst te behalen door maatregelen uit te voeren op plekken die liggen in of grenzen aan de al geschikte trajecten, zodat deze kunnen dienen als brongebied van waaruit macrofauna de herstelde trajecten kan bereiken. Op deze manier kunnen ook verbindingen gelegd worden tussen trajecten, waarbij niet alleen maatregelen in de beek zelf moeten worden uitgevoerd, maar ook in de beekbegeleidende zone. De aanwezigheid van een bosstrook langs de beek faciliteert de verspreiding van volwassen beekinsecten, omdat deze zich veel beter door bos kunnen verplaatsen dan door open terrein (Carlson et al. 2016). Wanneer verbinden niet mogelijk is, zou 'actieve' herintroductie van bepaalde soorten overwogen kunnen worden, waarbij een aantal soorten steenvliegen (bijvoorbeeld *Nemoura avicularis*, *Leuctra fusca*, *Amphinemura standfussi*) door de belangrijke functionele rol die ze in het verleden vervulden in de Brabantse beekecosystemen, de meest geschikte kandidaten zijn. De aanpak hiervoor wordt beschreven in Verdonschot et al. (2014).

Isolatie is met name het gevolg van slechte milieuomstandigheden, zoals een te hoge voedselrijkdom, onvoldoende temperatuurdemping, een verstoord afvoerregime, gebrek aan structuren zoals dood hout en bladpakketten en een beekbegeleidende zone van onvoldoende kwaliteit. De belangrijkste problemen zijn samen te vatten in drie categorieën: waterkwantiteit, morfologie en waterkwaliteit (Box 6.1), waarbij uit de analyses blijkt dat organische belasting (waarbij de belangrijkste sleutelfactoren verminderde zuurstofbeschikbaarheid en het verdwijnen van habitat door verslibbing zijn) voor alle beektypen de belangrijkste stressor is, die heeft geleid tot het verdwijnen van kenmerkende soorten, zowel in het verleden als meer recentelijk (laatste 10 jaar). De effecten van verslibbing en lage zuurstofbeschikbaarheid op het beekecosysteem zijn op dit moment voor de meeste beken niet goed in beeld, wat pleit voor meer continue zuurstofmetingen (standaard enkelvoudige meting overdag geeft geen informatie, omdat zuurstofgebrek vaak 's nachts optreedt) en meer onderzoek naar de effecten van hoge sliblasten in beken.

Deze studie geeft daarnaast het belang van continue stroming in de grotere beken weer. Een hydrologische evaluatie van de noodzaak van het vaak grote aantal stuwpanden in overgedimensioneerde verstuwde beken en het denken aan alternatieven (bijvoorbeeld via gericht maaibeheer, herprofilering watergang) zou mogelijk de stromingscondities in dit type wateren kunnen verbeteren. Herprofilering zou gecombineerd kunnen worden met het herstel van beekbegeleidende moerassen en overstromingsvlaktes. Gezien de andere

functies (ecosysteemdiensten) die deze beekmoerassen vervullen in bijvoorbeeld het mitigeren van wateroverlast, koolstofvastlegging en zuiverend vermogen zou de aanleg hiervan geprioriteerd moeten worden.

Tenslotte kan het inbrengen van bomen in riviertjes een belangrijke bijdrage leveren bij het verhogen van de diversiteit aan kenmerkende soorten, iets wat voor midden- en benedenlopen inmiddels al op veel plekken is toegepast.

Beleid

Een belangrijk vraagstuk omvat de waarde van de manier waarop de ecologische kwaliteit van beken op dit moment wordt beoordeeld. Moeten we doorgaan met de huidige manier van beoordelen (gebaseerd op soortenlijsten, met consequenties zoals in deze studie naar voren komen wat betreft typologische problemen) of is het verstandiger over te stappen op snellere en meer gebiedsdekkende manieren van beoordelen om de toestand in beeld te krijgen (quickscans), met daarnaast gerichte monitoring op plekken waar dit nodig is (grote verschillen in toestand, bijzondere trajecten, evaluatie herstelprojecten enzovoorts)?

Wordt er gekozen door te gaan met de huidige methodiek, dan zou regionale differentiatie van de maatlatten een belangrijke stap zijn in het verfijnen en nauwkeuriger maken van de beoordelingsresultaten. Het liefst zou een dergelijke ingreep landelijk worden uitgevoerd (in dit geval voor de verschillende regio's op de hogere zandgronden, omdat het probleem niet alleen voor Noord-Brabant geldt). Deze aanpassing vraagt met name voldoende recente gestandaardiseerde monitoringsdata van locaties binnen de verschillende regio's die verschillen in kwaliteit. Hiervoor dient eerst een analyse te worden gedaan op de macrofauna van alle hogere zandgronden, om de verschillen in soortensamenstelling duidelijk te krijgen, en parallel hieraan een analyse van de abiotische randvoorwaarden om het juiste type (bijvoorbeeld weinig of veel verval) als uitgangspunt te nemen.

Vervolgens moeten er per regio kwaliteitsreeksen worden geselecteerd. De moeilijkheid van deze exercitie ligt in de beschikbaarheid van gegevens over de uitersten in het kwaliteitsspectrum: zowel slechte als zeer goede (referentie) monsters zijn niet of amper voorhanden. Daarnaast zijn de Nederlandse systemen beïnvloed door een combinatie van stressoren, waardoor het vaak moeilijk is de degradatiegradiënten apart van elkaar te duiden, wat de diagnostische waarde vermindert. Door een sterkere koppeling te maken met de milieu- en habitatpreferenties van de soorten kunnen de maatlatten worden uitgebreid tot een meer diagnostisch instrument. Omdat deze database nog niet volledig is, moet tegelijkertijd ingezet worden op het aanvullen van deze informatie. Kortom een integrale benadering is nodig om te komen tot meer gedifferentieerde maatlatten.

Echter, omdat levensgemeenschappen veranderen door een groot aantal factoren (ook natuurlijke) blijft het werken met soortenlijsten problemen opleveren, ook na een regionale differentiatie, waarvan het afwezig zijn van soorten in herstelde trajecten door een gebrek aan kolonisten een zeer belangrijk voorbeeld is. Dit is alleen te omzeilen door te beoordelen op basis van processen in plaats van op soorten. Zijn bijvoorbeeld de sleutelfactoren stroming, temperatuur, zuurstof en habitatelementen (inclusief oever/beekdal) in orde, dan kunnen veel soorten in een traject overleven, tenminste als ze er zouden kunnen komen. Door op de juiste manier (lees op het moment dat kritische waarden voor de levensgemeenschap optreden) de sleutelfactoren te meten kan een objectief beeld gekregen worden van de staat waarin het beektraject zich bevindt. Door de huidige technologische ontwikkelingen zijn er steeds meer mogelijkheden deze sleutelfactoren vast te leggen, bijvoorbeeld via continu loggers en cameras. Het is dan ook belangrijk dat alternatieven naast de maatlatten in de huidige vorm niet uit het oog verloren worden.

Box 6.1 Knelpunten in beken in Noord-Brabant

Door menselijke beïnvloeding is geen enkele Brabantse beek meer in natuurlijke staat. Veel beken staan onder invloed van zowel waterkwantiteits-, morfologische en waterkwaliteitsproblemen, oftewel er is sprake van een multistress-situatie.

De waterkwantiteit is sterk beïnvloed door het grootschalig landbouwkundig gebruik van grote delen van het stroomgebied van de beken. Verder speelt de regulatie van beeklopen, lokale wateronttrekking t.b.v. drink-, industrie- en irrigatiewater en afwatering van verharde oppervlaktes (steden) een rol. Gevolg is dat het waterpeil in veel beken onnatuurlijk is, waarbij perioden met lage afvoeren, en als gevolg daarvan slibafzetting en lage zuurstofgehalten, worden afgewisseld met perioden met hoge afvoeren en sedimenttransport. Soms is de volledige beekafvoer afhankelijk van wateraanvoer van elders, zoals vanuit een rioolwaterzuiveringsinstallatie of uit grotere wateren (Maas, kanalen). Lage afvoeren leiden naast effecten in de beek ook tot daling van de grondwaterspiegel en vermindering van kwelstromen in het beekdal. Verdroging leidt tot harde overgangen tussen beek en beekoever waardoor beekdieren die tijdens bepaalde levensfasen gebruik maken van vochtige oevers habitatverlies lijden.

Morfologisch gezien zijn de meeste beken sterk gedegrademd. Ze zijn in het verleden gekanaliseerd (rechtgetrokken) en/of genormaliseerd (onder normprofiel gebracht) en van stuwen voorzien (gereguleerd). In deze rechte lopen of in stuwpannen verdwijnt de beddingstructuur (heterogeen mozaïek van hout, bladpakketten, fijn organisch materiaal en minerale bodem) door erosie tijdens piekafvoeren, terwijl bij lage afvoer de stroomsnelheid laag wordt en slibdepositie optreedt, waardoor de bedding volledig bedekt raakt. Het onder normprofiel brengen van de oevers leidt tot het verdwijnen van variatie in de oeverstructuur, die onder natuurlijke omstandigheden juist ruimte biedt aan droog-nat gradiënten en schuilplaatsen. Daarnaast zijn veel beekbegeleidende bossen en houtwallen gekapt. Dit leidt tot het verlies aan beschaduwing (opwarmen van het beekwater), het verlies aan structuurvormers (zoals boomwortels en invallend hout) en het verlies aan toevoer van blad, de voedselbron voor het beekecosysteem. Door deze morfologische verstoringen is de van nature optredende variatie aan structuren in de beken grotendeels verloren gegaan. Daarnaast zorgt de toegenomen hoeveelheid licht voor massale waterplantengroei, zeker bij lage stroomsnelheden en een hoge voedselrijkdom van het water/de bodem. Intensief onderhoud versterkt de homogenisatie nog eens, door bijvoorbeeld dood hout te verwijderen dat anders als structuurvormer had kunnen optreden.

Het intensieve gebruik van de beekdalen als landbouwgrond heeft geleid tot een verslechterde grond- en oppervlaktewaterkwaliteit, waarbij de oppervlaktewaterkwaliteit van een beek wordt beïnvloed door de aanvoer van o.a. organische stoffen, nutriënten, micro-verontreinigingen als medicijnresten, bestrijdingsmiddelen en zware metalen. Gevolgen variëren van vergiftiging (zoals effecten van zware metalen op vlokreeften), zuurstofloosheid na riooloverstorten, massale waterplantenontwikkeling of algengroei als gevolg van een overschot aan voedingsstoffen. Van een groot aantal stoffen dat in het water terecht komt, is echter niet duidelijk hoe de aquatische levensgemeenschap erop reageert.

Vervolgstappen

1. Het ontwikkelen van een regionale maatlat voor macrofauna van Noord-Brabant is erg belangrijk, waarbij het praktisch is hierbij ook direct de bestaande bekentypologie op basis van de recentste gegevens te vernieuwen (huidige stamt uit de jaren '90), zodat deze blijft aansluiten bij de huidige situatie. Er is immers bijvoorbeeld door klimaatverandering, het verschijnen van exoten en het grote aantal beekherstelprojecten, veel veranderd in de waterlichamen ten opzichte van decennia geleden.
2. Alternatief spoor is het verder ontwikkelen van een quickscan voor Noord-Brabant, waarmee effectief de toestand van een traject eenvoudiger kan worden vastgesteld.
3. Om punt 1 goed te kunnen uitvoeren is het valideren van de doorstroommoeras- en moerasbeekmaatlaten essentieel, zodat hiermee deze maatlaten verder verfijnd kunnen worden. Hierbij kan ook meteen het in deze studie geconstateerde typologische probleem voor R4 in de doorstroommoerasmaatlat worden verwerkt.

4. Wat betreft de moerasmaatlaten is het hier aangetoonde belang van organische belasting als sturende factor voor kwaliteit een belangrijk aandachtspunt. Het is mogelijk dat de ecologische kwaliteit in als doorstroommoeras of moerasbeek ingerichte beektrajecten sterk te wensen overlaat door de negatieve invloed van deze stressor (naast natuurlijk het effect op de huidige beken). Omdat deze nu niet goed tot uiting komt in de huidige bekenmaatlaten (immers vooral een stromingsindex) vraagt het effect van deze factor meer aandacht. Een ingang zou kunnen zijn continueeksen voor zuurstof te gaan verzamelen en de bestaande data te gaan evalueren om uitspraken/voorspellingen te kunnen doen van deze effecten.
5. De status van de – in deze studie buiten beschouwing gelaten - droogvallende bovenlopen (R3) verdient meer aandacht. Er zijn veel kennishiaten wat betreft de beoordeling van droogvallende wateren, terwijl het de verwachting is dat dit type door klimaatverandering de komende tijd steeds talrijker gaat worden.
6. Meten van kritische momenten in de sleutelfactoren voor levensgemeenschappen wordt steeds makkelijker, de mogelijkheden van nieuwe technologie moeten verkend worden zodat afgewogen kan worden op welke manier het beste de status van een waterlichaam vastgesteld kan worden.
7. Het is de vraag in hoeverre de in deze studie geconstateerde problemen ook spelen voor andere biologische kwaliteitselementen. Voor planten geldt dat Noord-Brabant tot een ander floradistrict gerekend wordt dan andere delen van de hogere zandgronden, waardoor te verwachten is dat er een vergelijkbaar probleem speelt als voor macrofauna. Voor vissen is de verwachting dat, door de grote mobiliteit en actieradius van deze groep, het probleem minder groot is. Het is daarom aan te bevelen met name voor de overige waterflora een vergelijkbare studie uit te voeren.
8. Een verdere verkenning van de milieumomstandigheden in de hotspots in België (dal van de Zwarte beek) kan een beter inzicht geven in waarom bepaalde soorten in Noord-Brabant verdwenen zijn.
9. Tenslotte kunnen de mogelijkheden tot het faciliteren van dispersie of het herintroduceren van macrofauna, bijvoorbeeld steenvliegen, verder verkend/getoetst worden, waarbij een koppeling met punt 8 belangrijke inzichten kan opleveren wat betreft de haalbaarheid van herintroducties.

Literatuur

- ter Braak C.J.F. & P. Smilauer (2012) Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination (version 5.0). Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Carlson, P.E., McKie, B.G., Sandin, L. & R.K. Johnson (2016). Strong land-use effects on the dispersal patterns of adult stream insects: implications for transfers of aquatic subsidies to terrestrial consumers. *Freshwater Biology* 61: 848–861.
- Cuppen, J.G.M., van Maanen, B. (2013) De waterkevers van de Meinweg. Een vergelijking tussen de waterkeverfauna van 1999 en 2012. *Natuurhistorisch maandblad* 102: 257-295.
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieukerken, E.J. & M. Schreijer (1992). De waterkevers van Nederland. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Gerecke, R., Gledhill, T., Pešić, V., Smit, H. (2016) Chelicerata: Acari III Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Bd. 7/2-3. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Gittenberger, E. & A.W. Janssen (1998) De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Nederlandse fauna 2. Nationaal Natuurhistorisch museum Leiden, KNNV uitgeverij, EIS-Nederland.
- Gombeer, S.C., Knapen, D & L. Bervoets (2011) Trichoptera in Flanders (Belgium): An ecological and phylogenetic characterization of the order. *Zoosymposia* 5: 108-114.
- Higler L.W.G. (2008) Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera). EIS-Nederland, Leiden.
- Knoben, R.A.E., Kamsma, P.A.M. & R. Pot (red.) (2007) Achtergronddocument referenties en maatlatten macrofauna ten behoeve van de kaderrichtlijn water. STOWA rapport 2007-32, STOWA, Amersfoort.
- Koese, B. (2008a) Haften. In: Kalkman, V.J. De soorten van het leefgebiedenbeleid. EIS-Nederland, Leiden.
- Koese, B. (2008b) De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera) Entomologische tabellen I, EIS-Nederland, Leiden.
- Korsten, M. van Maanen, B. & H Tolkamp (2007) Eendagsvliegen en steenvliegen op de Meinweg. *Natuurhistorisch Maandblad* 96: 215-224.
- Lock, K., Goedhals, P.L.M. (2011) Distribution and ecology of the mayflies (Ephemeroptera) of Flanders (Belgium) *International Journal of Limnology* 47: 159-165.
- Lock, K., Goedhals, P.L.M. (2008) Distribution and ecology of the stoneflies (Plecoptera) of Flanders (Belgium). *International Journal of Limnology* 4: 203-213.
- van Maanen, B. & T. van Haaren (2007) Geannoteerde standaardlijst van determinatieliteratuur voor Nederlandse aquatische macro-invertebraten. WEW themanummer 21.
- van der Meijden, R. (2005) Heukels' flora van Nederland. 23^{ste} druk. Wolters-Noordhoff bv. Groningen.
- Mol, A.W.M. (1986) Hydrobiologische districten in Nederland. *De Levende Natuur* 87: 79-86.
- Moller-Pilot, H.K.M. (2013) Chironomidae larvae. Biology and ecology of the aquatic Orthocladiinae. KNNV Publishing, Zeist.
- Nijboer, R.C. & Verdonschot, P.F.M. (2004) Rare and common macroinvertebrates: definition of distribution classes and their boundaries. *Archiv für Hydrobiologie* 161:45-64.
- Nijboer, R.C. & Verdonschot, P.F.M. (2001) Zeldzaamheid van de macrofauna in de Nederlandse binnenwateren. WEW-themanummer 19.
- Schmidt-Kloiber, A. & Hering D. (2015): www.freshwaterecology.info - an online tool that unifies, standardises and codifies more than 20,000 European freshwater organisms and their ecological preferences. *Ecological Indicators* 53: 271-282.
- Schot, J.A. & Verdonschot, P.F.M., 1996. *Astacus astacus*; Een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur. IBN-rapport 235. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Sevenant, M., Menschaert, J., Couvreur, M., Ronse, A., Antrop, M., Geypens, M. , Hermy, M., De Blust, G. (2002). Ecodistricten : Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen : Deel II : Afbakening van ecodistricten en ecoregio's : Verklarende teksten. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.

Smit, H., van der Hammen, H. (2000) Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydracarina). Nederlandse faunistische mededelingen 13: 1-273.

Sundermann A, Stoll S, Haase P (2011) River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological Applications* 21:1962-1971

Verberk, W.C.E.P., Verdonschot, P.F.M., van Haaren, T., van Maanen, B. (2012). Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna. WEW Themanummer 23, Van de Garde-Jémé, Eindhoven.

Verdonschot, R.C.M., Runhaar, J., Buijse, A.D., Bijkerk, R., Verdonschot, P.F.M. (2016). Doorstroommoerassen en moerasbeken; typebeschrijvingen en ontwikkeling maatlatten voor de biologische kwaliteitselementen. Zoetwatersystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen.

Verdonschot, R.C.M., Kleef, H.H. van, Verdonschot, P.F.M. (2014) Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna. Rapport nr. 2015/OBN199-BE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.

Bijlage 1: Bronnen met verspreidingsinformatie per taxonomische hoofdgroep

OLIGOCHAETA

Van Haaren, T. & J. Soors (2013) Aquatic Oligochaeta of the Netherlands and Belgium. KNNV Publishing, Zeist

HYDRACARINA

Smit, H., van den Hoek, Tj-H & R. Wiggers (2006) Nieuwe vondsten van watermijten in Nederland (Acari:Hydracarina). Nederlandse Faunistische Mededelingen 25: 33-38.
Smit, H & H. van der Hammen (2000) Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydracarina). Nederlandse faunistische mededelingen 13: 1-273.

COLEOPTERA

Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieukerken, E.J. & M. Schreijer (1992). De waterkevers van Nederland. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

EPHEMEROPTERA

Koese, B. (2008) Haften. In: Kalkman, V.J. De soorten van het leefgebiedenbeleid. – EIS-Nederland, Leiden.
Korsten, M. van Maanen, B. & H Tolkamp (2007) Eendagsvliegen en steenvliegen op de Meinweg. Natuurhistorisch Maandblad 96: 215-224.
Mol, AWM (1985) Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera). 1. Siphonuridae, Baetidae en Heptageniidae. Entomologische berichten 45: 105-111.
Mol, AWM (1985) Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera) 2. Overige families. Entomologische berichten 45: 128-135.

HETEROPTERA

Aukema, B., Cuppen, J.G.M., Nieser, N. & D. Tempelman (2002) Verspreidingsatlas Nederlandse wantsen (Hemiptera: Heteroptera) Deel I: Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha & Leptopodomorpha. European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden.
Tempelman, D & T. van Haaren (2009) Water- en oppervlaktewantsen van Nederland. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.

PLECOPTERA

Koese, B. (2008) De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera) Entomologische tabellen I, EIS-Nederland

TRICHOPTERA

Higler L.W.G. (2008) Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera) EIS-Nederland, Leiden.

DIPTERA

Lock, K. & B. van Maanen (2014) De kriebelmuggen van Nederland en Vlaanderen (Diptera: Simuliidae). Nederlandse Faunistische Mededelingen 43: 67-92.
Moller-Pilot, H.K.M. (2013) Chironomidae larvae. Biology and ecology of the aquatic Orthocladiinae. KNNV Publishing, Zeist.
Moller-Pilot, H.K.M. (2009) Chironomidae larvae. Biology and ecology of the Chironomini. KNNV Publishing, Zeist.
Vallenduuk, H. Moller-Pilot, H.K.M. (2007) Chironomidae larvae. General ecology and Tanypodinae. KNNV Publishing, Zeist.

TURBELLARIA

Den Hartog, C. (1962) De Nederlandse platwormen, Wetenschappelijke Mededelingen 42. KNNV, Utrecht.

Kalkman, V.J. & G. van der Velde (2008) Platwormen. In: Kalkman, V.J. De soorten van het leefgebiedenbeleid. – EIS-Nederland, Leiden.

MOLLUSCA

Gittenberger, E. & A.W. Janssen (1998) De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Nederlandse fauna 2. Nationaal Natuurhistorisch museum Leiden, KNNV uitgeverij, EIS-Nederland.

CRUSTACEA

Schot, J.A. en P.F.M. Verdonschot, 1996. *Astacus astacus*; Een ecologisch profiel gebaseerd op informatie uit de literatuur. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), IBN-rapport 235. 107blz.; 14 fig.; 7 tab.; 580 ref.