

# Evaluatie van 23 jaar macrofauna-monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel



Bureau



Daslook

Waterschap



Rijn en IJssel



## **Evaluatie van 23 jaar macrofauna-monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel**

*Auteurs:*

Rebi Nijboer<sup>1</sup>

Ger Boedeltje<sup>2</sup>

*Begeleiding namens Waterschap Rijn en IJssel:*

Bert Klutman,

Annemarie Kramer-Hoenderboom

John Lenssen

<sup>1</sup>Rebi Nijboer, Aquatische ecologie en Waterbeheer  
Stettinstraat 2, 8017 KT ZWOLLE  
info@rebinijboer.nl  
www.rebinijboer.nl

<sup>2</sup>Bureau Daslook  
Korte Voren 8, 7241 HR LOCHEM  
g.boedeltje@bureaudaslook.nl  
www.bureaudaslook.nl

## **Dankwoord**

Dit onderzoek is gebaseerd op drieëntwintig jaar macrofauna-onderzoek door Bert Klutman. Dankzij zijn inzet en deskundigheid is het nu mogelijk te laten zien hoe de samenstelling van de gemeenschappen van kleine waterdieren in de Berkel, Oude IJssel, Boven Slinge en andere prachtige wateren van Waterschap Rijn en IJssel is veranderd. Een fantastisch stuk werk!

Een woord van dank gaat uit naar Bert Klutman, Annemarie Kramer-Hoenderboom en John Lenssen (Waterschap Rijn en IJssel) voor de stimulerende begeleiding van het onderzoek.

Foto's voorplaat: Bert Klutman (boven), Rebi Nijboer (onder).



## Inhoudsopgave

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SAMENVATTING.....</b>                                                                   | <b>6</b>  |
| <b>1 INLEIDING .....</b>                                                                   | <b>9</b>  |
| 1.1 AANLEIDING .....                                                                       | 9         |
| 1.2 DOEL .....                                                                             | 9         |
| 1.3 LEESWIJZER .....                                                                       | 10        |
| <b>2 METHODEN .....</b>                                                                    | <b>11</b> |
| 2.1 VOORBEWERKING VAN DE DATA.....                                                         | 11        |
| 2.1.1 Inleiding .....                                                                      | 11        |
| 2.1.2 Selectie van meetpunten .....                                                        | 11        |
| 2.1.3 Voorbewerking macrofaunagegevens.....                                                | 13        |
| 2.1.4 Voorbewerking milieuvariabelen.....                                                  | 14        |
| 2.2 TIJDREEKSANALYSE .....                                                                 | 16        |
| 2.2.1 Inleiding .....                                                                      | 16        |
| 2.2.2 KRW-maatlatten (EKR) .....                                                           | 16        |
| 2.2.3 Zeldzame soorten.....                                                                | 16        |
| 2.2.4 Clusteranalyse.....                                                                  | 17        |
| 2.2.5 Indirecte ordinatie-analyse .....                                                    | 17        |
| 2.2.6 Interpretatie.....                                                                   | 18        |
| 2.3 RELATIE TUSSEN MACROFAUNA EN MILIEUFACTOREN .....                                      | 18        |
| 2.3.1 Inleiding .....                                                                      | 18        |
| 2.3.2 Clusteranalyse en indirecte ordinatie-analyse .....                                  | 18        |
| 2.3.3 Directe ordinatie-analyse.....                                                       | 18        |
| 2.3.4 De clustergroepen vergeleken wat betreft de milieuvariabelen.....                    | 19        |
| <b>3 VERANDERINGEN IN DE TIJD.....</b>                                                     | <b>21</b> |
| 3.1 VERANDERINGEN IN RIVIEREN EN BEKEN AAN DE GRENS .....                                  | 21        |
| 3.1.1 Veranderingen in de EKR.....                                                         | 21        |
| 3.1.2 Veranderingen in aantallen zeldzame soorten.....                                     | 24        |
| 3.1.3 Indeling in groepen .....                                                            | 26        |
| 3.1.4 Wijst de verandering in soortensamenstelling op specifieke milieuveranderingen?..... | 30        |
| 3.2 VERANDERINGEN IN DE OVERIGE WATEREN .....                                              | 32        |
| 3.2.1 Veranderingen in de EKR.....                                                         | 32        |
| 3.2.2 Veranderingen in aantallen zeldzame soorten.....                                     | 35        |
| 3.2.3 Indeling in groepen .....                                                            | 38        |
| <b>4 MACROFAUNA IN RELATIE TOT HET MILIEU.....</b>                                         | <b>49</b> |
| 4.1 INDELING IN GROEPEN .....                                                              | 49        |
| 4.2 MACROFAUNAGROEPEN IN RELATIE TOT HET MILIEU.....                                       | 52        |
| <b>5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES.....</b>                                                      | <b>55</b> |
| 5.1 DISCUSSIE.....                                                                         | 55        |
| 5.2 CONCLUSIES .....                                                                       | 57        |
| <b>6 AANBEVELINGEN.....</b>                                                                | <b>58</b> |
| 6.1 AANBEVELINGEN VOOR BELEID EN BEHEER .....                                              | 58        |
| 6.1.1 Verdere verbetering van de watergangen.....                                          | 58        |
| 6.1.2 Elzenaanplant.....                                                                   | 59        |
| 6.2 AANBEVELINGEN VOOR MONITORING .....                                                    | 59        |
| 6.2.1 Monitoring voor trendanalyse.....                                                    | 59        |
| 6.2.2 Macrofauna-determinatie.....                                                         | 60        |
| <b>7 LITERATUUR .....</b>                                                                  | <b>61</b> |
| <b>BIJLAGEN .....</b>                                                                      | <b>63</b> |

## Samenvatting

Aan de hand van een analyse van de macrofaunagegevens van Waterschap Rijn en IJssel van 1987 t/m 2009 is onderzocht of er verbeteringen zijn opgetreden in waterkwaliteit of hydrologie/inrichting. Hiervoor zijn drie verschillende analyses uitgevoerd: een trendanalyse voor grenswateren, een trendanalyse voor overige wateren uit het gebied en een ruimtelijke analyse.

### *Veranderingen grenswateren*

De Aastrang, Berkel, Boven Slinge en Osink Bemersbeek laten een positieve verandering van de macrofaunasamenstelling zien. Soorten die kenmerkend zijn voor slib en organisch belaste wateren zijn in aantal afgenomen en het aantal stromingminnende soorten is toegenomen. De ecologische kwaliteitsratio (resultaat van de KRW maatlat) en het aantal zeldzame soorten zijn in deze beken toegenomen. In het Grenskanaal, de Oude Rijn, de Oude IJssel, de Buurserbeek en de Ramsbeek is geen verandering waargenomen.

### *Veranderingen overige wateren*

De overige wateren zijn te verdelen in twee typen: de stilstaande tot langzaam stromende genormaliseerde beken en wetingen en de stromende beken met een natuurlijke hydromorfologie. Beide typen laten een afname van organische belasting en hoeveelheid slib zien in de eerste helft van de negentiger jaren. In de eerste groep leidt dit tot meer soorten kevers, watermijten, libellen en kokerjuffers van stilstaand water. In de tweede groep resulteert dit in het voorkomen van meer kenmerkende stroming minnende soorten. In beide typen zijn de aantallen van de soorten die kenmerkend zijn voor organische belasting en slib afgenomen.

### *Resultaten ruimtelijke analyse*

De ruimtelijke analyse laat het verschil zien tussen de beken in het gebied en verklaart deze verschillen aan de hand van de gemeten milieuvariabelen. De beken kunnen worden ingedeeld in vier groepen. Groep 1 omvat de natuurlijke (Winterwijkse) beken die gekarakteriseerd worden door enkele soorten watermijten en de steenvlieg *Nemoura cinerea*. Groep 2 omvat de genormaliseerde, maar nog wel stromende delen van de Aastrang, Berkel en Buurserbeek waarvoor, behalve enkele haften en slakken, de kokerjuffer *Ceraclea dissimilis* karakteristiek is. De groepen 3 en 4 omvatten de genormaliseerde beken met weinig tot geen stroming en de wetingen; net als groep 2 bevatten ze veel slakken, maar de voor die groep karakteristieke kokerjuffer ontbreekt. Het verschil tussen de groepen 3 en 4 tenslotte wordt bepaald door de aan- of afwezigheid van de dwergruggenzwemmer *Plea minutissima*.

De milieuvariabelen houten structuren (stammen, takken), stroomsnelheid, waterplanten, slibdikte, elektrisch geleidingsvermogen, zuurstof, ammonium en ijzer(vlokken) blijken het belangrijkste te zijn. Deze milieuvariabelen verklaren voor 20,2% (assen 1 en 2) de verschillen tussen deze groepen. Dat is slechts een klein deel. Het overige deel wordt verklaard door niet gemeten variabelen kolonisatieprocessen (bijvoorbeeld welke soorten hebben de beken in het verleden kunnen koloniseren) en biotische relaties (effecten die soorten op elkaar hebben).

Variabelen die belangrijk zijn, maar niet of onvolledig zijn gemeten, zijn droogval, minimum- en maximumtemperatuur, hoogte en frequentie van afvoerpieken en zuurstofverzadiging. Het wordt aanbevolen temperatuur, droogval en hoogte en frequentie van afvoerpieken (consequent) in het meetprogramma op te nemen. Het meten van zuurstofverzadiging is in de praktijk moeilijk uitvoerbaar. Deze extra metingen kunnen ingepast worden door het biologische en hydrologische meetnet beter op elkaar af te stemmen.

### *Knelpunten en aanbevelingen voor beheer en onderhoud*

Om de wateren verder te verbeteren is het nodig om de genormaliseerde beken weer terug te brengen in hun oorspronkelijke staat. Een verdere verbetering van de waterkwaliteit zal relatief weinig verandering opbrengen in de macrofauna, zolang de inrichting niet in orde is. Stromingminnende soorten blijven dan afwezig.

Voor de beken met een natuurlijke hydromorfologie geldt dat verdere verbetering kan worden bereikt door ecologisch onderhoud (laten liggen van takken en dergelijke in de beek) en alleen schonen indien strikt noodzakelijk. Daarnaast zal verdere verbetering van de waterkwaliteit leiden tot het voorkomen van meer bijzondere soorten. In beken waarin regelmatig afvoerpieken optreden, kan door het optimaliseren van het infiltratiegebied (ervoor zorgen dat water vanuit het gebied gedempt wordt afgevoerd) tot aanzienlijke verbetering leiden.

Om tot verbetering te komen wordt een vierstappenplan gepresenteerd.

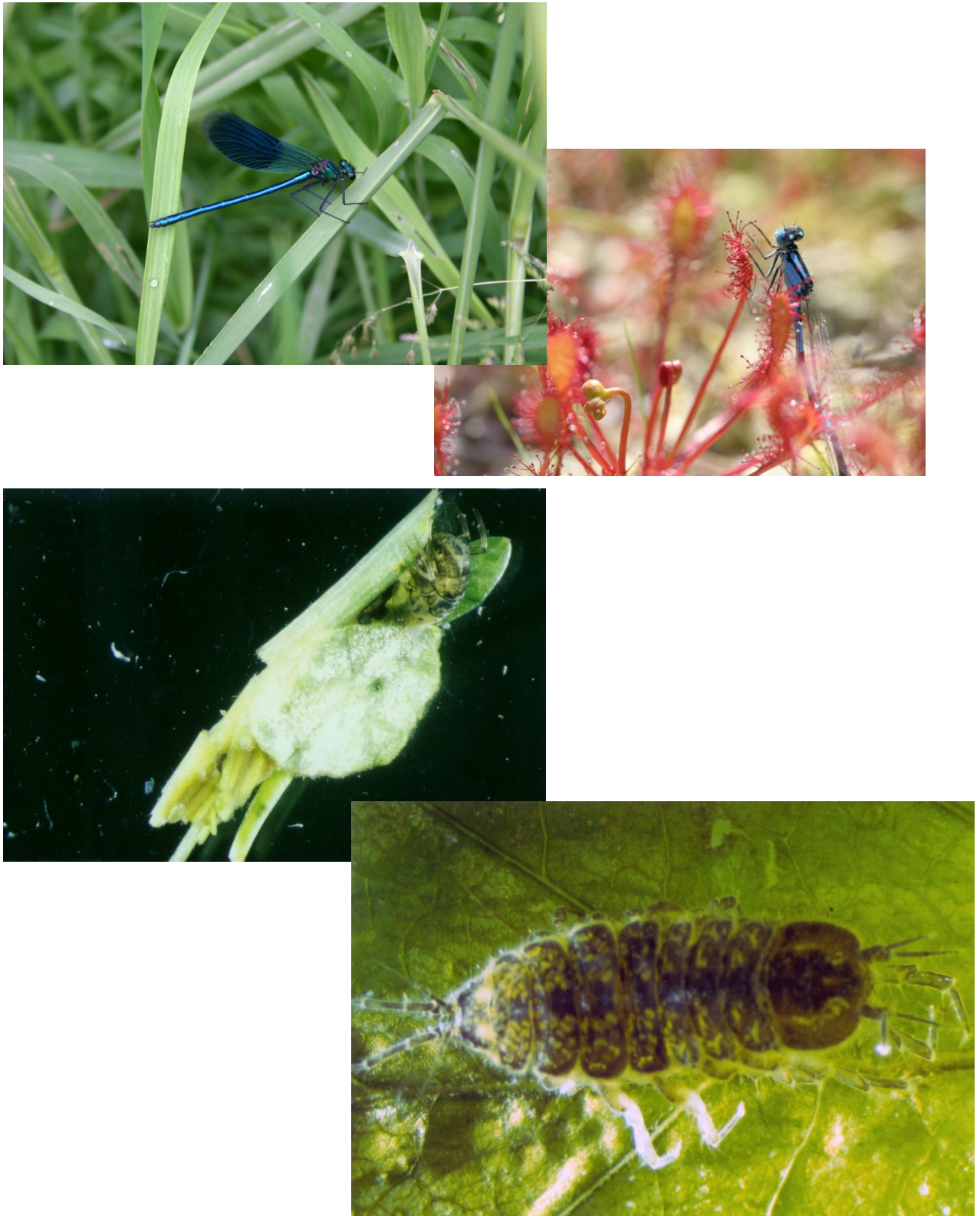
#### *Aanbevelingen voor monitoring*

Waterschap Rijn en IJssel is door jarenlange monitoring in het bezit van zeer waardevolle tijdreeksen. Het consequent bemonsteren en determineren van macrofauna is van groot belang. Doordat dit al deze jaren door dezelfde persoon is gedaan zijn de gegevens goed bruikbaar in analyses. Het voortzetten van de bemonstering op dezelfde wijze is noodzakelijk om de tijdreeksen in stand te houden en te verlengen. Vooral voor trendanalyse en evaluatie van klimaatverandering is dit van groot belang.

Belangrijke milieuvariabelen die nu niet gemeten zijn of in de analyse zijn meegenomen zijn: droogval, temperatuur en de frequentie en hoogte van afvoerpieken. In eerder onderzoek is gebleken dat deze factoren voor een deel de soortensamenstelling van macrofaunagemeenschappen bepalen.

Het zou verder goed zijn om het hydrologische meetnet beter af te stemmen op het biologische meetnet en zo de hydrologische variabelen in een aantal representatieve beken goed te meten.

Tot slot. Het determineren van macrofauna tot op soortniveau is nodig om de relatie tussen soorten en ecologie te kunnen leggen. Hoe meer groepen tot op soort gedetermineerd worden hoe nauwkeuriger veranderingen in beeld gebracht kunnen worden en hoe eerder kan worden bijgestuurd.



**Foto 1.1.** De weidebeekjuffer (linksboven)<sup>1</sup> wordt gevonden in stromende open beken, zoals de Berkel, Aastrang en Oude IJssel. De watersnuffel (rechtsboven)<sup>2</sup> leeft o.a. in de Baakse beek en Boven Slinge. De kokerjuffer (midden)<sup>3</sup> leeft als larve in het water. In de wateren van Rijn en IJssel komen veel verschillende soorten voor. De zoetwaterpissenbed (onder)<sup>4</sup> komt voor in stilstaande wateren met slib op de bodem. Foto's: Rebi Nijboer (1), Ger Boedeltje (2), Bert Klutman (3,4).

# 1 Inleiding

## 1.1 AANLEIDING

Vanaf 1987 monitort Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) de macrofauna in haar watergangen. Op een aantal grenspunten gebeurt dat jaarlijks vanwege afspraken met Duitse waterbeheerders. Binnen het waterbeheergebied vindt monitoring plaats via een roulerend meetnet. Macrofauna is destijds onderdeel geworden van de waterkwaliteitsmonitoring omdat deze extra informatie oplevert over de cumulatieve en historische effecten van verontreiniging. De fysisch-chemische monitoring levert slechts een momentopname terwijl macrofauna ook veranderingen over een langere periode laat zien.

De macrofaunagegevens zijn nooit gebruikt om trends in waterkwaliteit te analyseren. De tweejaarlijkse rapportages over het watersysteem hebben zich beperkt tot een weergave van de toestand gedurende die rapportageperiode. Hierdoor blijft onduidelijk of er ook sprake is van veranderingen in de macrofaunagemeenschap en of die veranderingen te maken hebben met een verbetering van de waterkwaliteit.

In dit project heeft Waterschap Rijn en IJssel een trendanalyse uit laten voeren van macrofaunagegevens. Hiervoor zijn twee datasets gebruikt: 1) meetpuntgegevens van een aantal punten in de grenswateren met Duitsland (van ca. 1987 tot 2008) en 2) gegevens van andere watergangen in het beheergebied die weliswaar minder frequent bemonsterd zijn, maar wel regelmatig verspreid over de onderzoeksperiode 1987-2008.

Een trendanalyse van de chemische waterkwaliteit voor het beheergebied (Baggelaar & Van der Meulen, 2008) heeft aangetoond dat deze gedurende de afgelopen vijftientig jaar is verbeterd. De hypothese voor het macrofaunaonderzoek is, dat de macrofaunasamenstelling over deze periode ook een verbetering van de chemische waterkwaliteit indiceert.

Als deze hypothese juist is dan rijst de vraag wat de belangrijkste huidige beperkingen zijn voor macrofaunagemeenschappen in de beken in het beheergebied. Het 5S model van STOWA (Verdonschot 1995) veronderstelt dat systeemkenmerken (afvoerregime) en stroming belangrijker worden als het knelpunt van de stoffen eenmaal is weggenomen. Om deze vraag te beantwoorden heeft Waterschap Rijn en IJssel in dit project via een ruimtelijke analyse van de macrofaunagegevens ook de relatieve invloed van waterkwaliteit, afvoerregime en stroming op macrofaunagemeenschappen nader laten onderzoeken.

Hierbij speelt ook nog een andere motivatie. Waterschap Rijn en IJssel wil namelijk ook weten of er voldoende milieugegevens van de monsterpunten bepaald worden. Daarom wil Waterschap Rijn en IJssel ook onderzocht hebben in hoeverre de huidige variatie in macrofaunasamenstelling verklaard kan worden met de beschikbare milieuvariabelen. Als slechts een klein deel van de variatie verklaard kan worden, ontbreken de belangrijke stuurvariabelen in het monsterprogramma van Waterschap Rijn en IJssel en zal de meetstrategie aangepast moeten worden.

## 1.2 DOEL

Op basis van bovenstaande overwegingen wil Waterschap Rijn en IJssel een antwoord op de volgende vragen:

### Veranderingen in de tijd

#### **Vraag 1A**

*Zijn er in de afgelopen vijftientig jaar veranderingen opgetreden in de soortensamenstelling van macrofaunagemeenschappen in de grenswateren met Duitsland?*

**Vraag 1B**

*Indiceren de eventuele veranderingen verbeteringen in waterkwaliteit en/of afvoerregime?*

**Vraag 2A**

*Zijn er in de afgelopen vijftientig jaar veranderingen opgetreden in de soortensamenstelling van macrofaunagemeenschappen in de overige beken van Waterschap Rijn en IJssel?*

**Vraag 2B**

*Zijn de eventuele ontwikkelingen in macrofauna voor alle beken vergelijkbaar of zijn er verschillende ontwikkelingen te signaleren in verschillende typen beken.*

**Vraag 2C**

*Duiden de eventuele veranderingen op verbeteringen in waterkwaliteit of afvoerregime?*

Relaties met milieufactoren

**Vraag 3A**

*Wat zijn de meest bepalende milieuvariabelen voor de soortensamenstelling van macrofaunagemeenschappen?*

**Vraag 3B**

*Welk deel van de variatie is te verklaren met de huidige beschikbare milieugegevens?*

### **1.3 LEESWIJZER**

In hoofdstuk 2 worden de opzet van het onderzoek en de onderzoeksmethoden besproken. In hoofdstuk 3 komen in de eerste plaats de veranderingen in de macrofaunagemeenschappen van de grenswateren aan bod. In de tweede plaats worden veranderingen besproken in de overige wateren uit het beheergebied. Aspecten die aan bod komen zijn onder meer veranderingen in de resultaten van de KRW-maatlat, het aantal zeldzame soorten en veranderingen van de soortensamenstelling.

In hoofdstuk 4 wordt de relatie besproken tussen macrofauna en verschillende milieufactoren. De discussie en conclusies worden gepresenteerd in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 worden aanbevelingen gegeven voor beleid, monitoring en beheer. Hoofdstuk 7 bevat een overzicht van de gebruikte bronnen. Aan het eind volgen de bijlagen, die achtergrondinformatie bevatten over verschillende aspecten van het onderzoek.



## 2 Methoden

### 2.1 VOORBEWERKING VAN DE DATA

#### 2.1.1 INLEIDING

Omdat de macrofaunagegevens heterogeen zijn (ze zijn genomen in verschillende typen beken, in verschillende maanden, verschillende jaren met verschillende weersinvloeden) en omdat niet in iedere periode evenveel monsters zijn genomen, is het moeilijk met één methode of statistische toets aan te tonen dat een verandering heeft plaatsgevonden en deze te testen op significantie. Het gaat hier niet om één variabele die oorzaak kan zijn van de variatie in soortensamenstelling, maar om een complex van milieuvariabelen dat invloed heeft op een groot aantal soorten. Bovendien hebben soorten invloed op elkaar. De soortensamenstelling van macrofauna wordt dus bepaald door interacties tussen milieu en soorten en door interacties tussen soorten. We hebben daarom gebruik gemaakt van multivariate analysetechnieken, zoals ordinatie en clustering.

Daarnaast is onderzocht of er sprake is van een verandering in de resultaten van de KRW-maatlatten (de Ecologische Kwaliteits Ratio, EKR) en in het aantal zeldzame soorten. De eventuele veranderingen (toe- of afname van de EKR of het aantal zeldzame soorten) is statistisch getoetst, zodat een uitspraak over de significantie van de verandering mogelijk was. Voorafgaand aan de daadwerkelijke analyse van de gegevens is een aantal voorbereidingen uitgevoerd (Nijboer 2006). Dit betreft voorbereidingen van 1) de monsterinformatie, 2) de macrofauna-data en 3) de milieuvariabelen. De voorbereidingen verschillen per analysetechniek. Deze stappen zijn beschreven in de overige deelparagrafen van paragraaf 2.1. Een belangrijk aspect van ons onderzoek is het analyseren van eventuele veranderingen in de macrofaunasamenstelling en de aard van deze verandering van de monsterpunten in de tijd. In paragraaf 2.3 is uiteengezet welke parameters hiervoor zijn gebruikt.

#### 2.1.2 SELECTIE VAN MEETPUNTEN

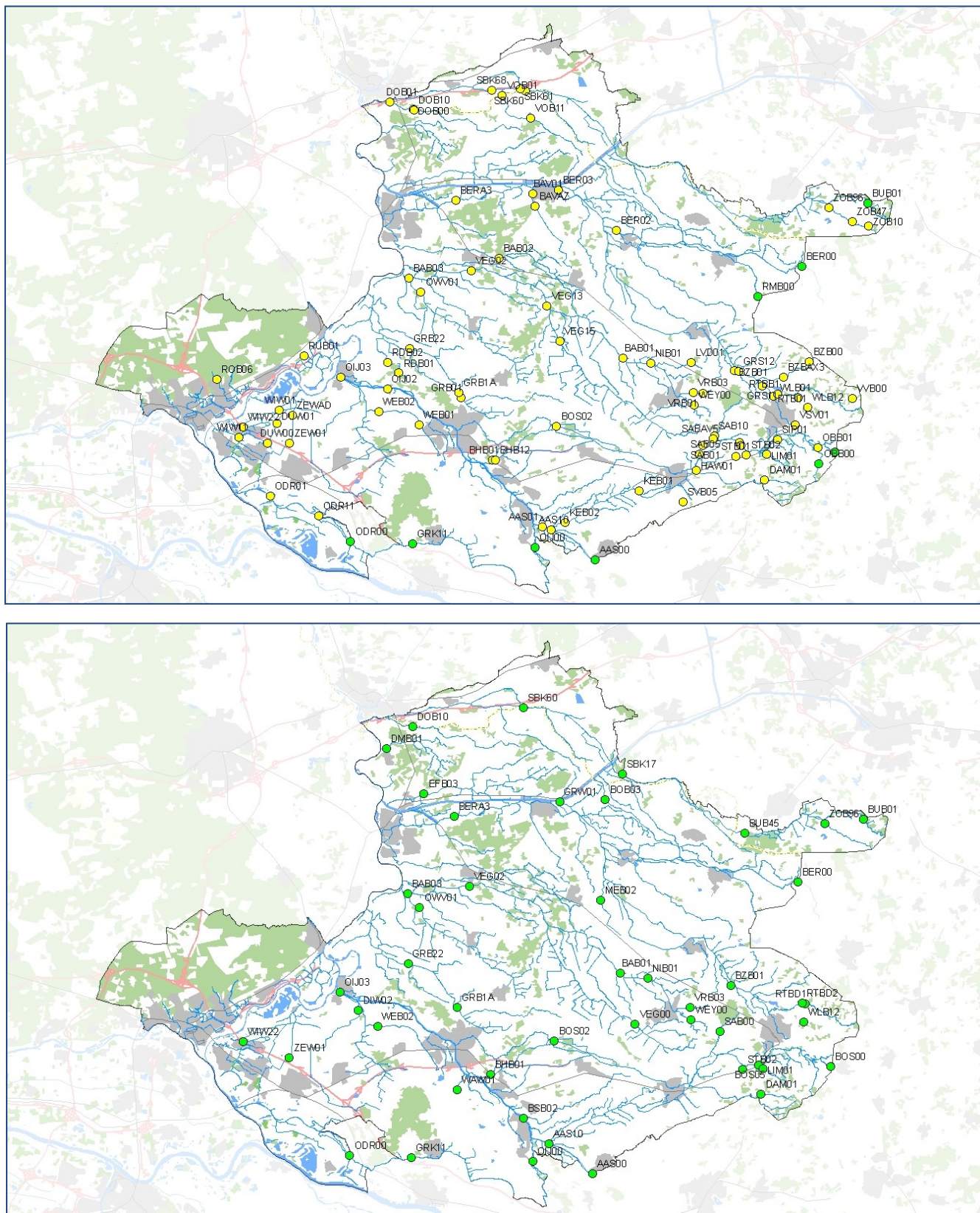
De locaties van de meetpunten zijn weergegeven in figuur 2.1. Het betreft grote en kleine beken en weteringen verspreid over het gehele beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel.

Wat betreft de meetpunten zijn als eerste de bemonsteringsmethoden van alle monsters vergeleken. Alleen totaalmonsters en monsters genomen met een standaardnet zijn in de analyse meegenomen. Het bleek dat slechts enkele monsters op een afwijkende manier zijn genomen en daarom uitgesloten. De monsterlengte varieerde eveneens. Hier is niet voor gecorrigeerd. Beken waarin recent geschoond was zijn vaak over een langer traject bemonsterd om hiervoor te compenseren. Voor de grenswateren varieerde de monsterlengte van 4 tot 10 meter, voor de ruimtelijke analyse van 4 tot 5 meter. De monsters voor de dataset voor de trendanalyse van overige wateren waren allemaal 5 meter lang.

De grenswateren bevatten 117 monsters verdeeld over 9 locaties (fig. 2.1). De monsters zijn genomen van 1987 t/m 2009.

De dataset voor de trendanalyse van de overige wateren uit het gebied bevat 257 monsters verdeeld over 80 locaties (fig. 2.1). Ook in deze dataset komen de monsters uit de periode 1987-2009, echter de locaties zijn veel minder vaak bemonsterd. Voor deze tweede dataset zijn door Waterschap Rijn en IJssel bemonsteringstrajecten die in dezelfde beek vlakbij elkaar liggen en wat betreft milieu weinig verschillen vertonen samengevoegd, zodat er per traject meer monsters beschikbaar zijn voor de trendanalyse. Dit heeft geleid tot een dataset met 46 samengevoegde bemonsteringstrajecten (tabel 2.1). In deze dataset zijn beken waar herinrichting heeft plaatsgevonden uitgesloten. Dit maakt de dataset beter geschikt voor het evalueren van waterkwaliteitseffecten. De dataset voor de ruimtelijke analyse bevat 47 monsters op 47 meetpunten (fig. 2.1; tabel 2.1). Omdat het gaat om het aantonen van verschillen in milieu-omstandigheden en niet om verschillen in de tijd is voor ieder van deze meetpunten het meest recente monster gekozen (2004 t/m 2009).





**Figuur 2.1.** Ligging van de meetpunten voor de trendanalyse (boven) en de ruimtelijke analyse (onder). Voor verklaring van de meetpuntcodes zie bijlagen 1 t/m 3.

| Analyse                      | Samengevoegde meetpunten | Meetpunten | Monsters | Taxa voor afstemming | Taxa na afstemming |
|------------------------------|--------------------------|------------|----------|----------------------|--------------------|
| trendanalyse grenswateren    |                          | 9          | 117      | 624                  | 523                |
| trendanalyse overige wateren | 46                       | 80         | 257      | 818                  | 628                |
| ruimtelijke analyse          |                          | 47         | 47       | 464                  | 405                |

Tabel 2.1. Overzicht van aantal meetpunten, monsters en taxa per dataset.

### 2.1.3 VOORBEWERKING MACROFAUNAGEGEVENS

Vervolgens zijn de macrofaunagegevens voorberekt. Analysetechnieken kunnen geen namen van soorten aan maar gebruiken codes van 8 posities. In de datasets zijn de macrofaunataxa (dit kunnen bijvoorbeeld families, genera of soorten zijn) zodanig bewerkt dat ze eenduidig gecodeerd zijn. Hiervoor is de zogenaamde TWN-codering gebruikt, omdat deze codering wordt gebruikt in het programma QBWAT, waarmee de EKR is berekend. TWN staat voor Taxa Waterbeheer Nederland ([www.idsw.nl](http://www.idsw.nl)). Waterschap Rijn en IJssel gebruikt nog de TCN codering (Taxon Codering Nederland). De TCN-codes zijn omgezet in de TWN-codes. Bij het omzetten van de codes is tevens gecontroleerd op de aanwezigheid van synoniemen. Hierbij is gekozen voor de naam volgens de TWN-lijst.

De terrestrische taxa zoals *Succineidae* en *Gordius* sp. zijn uit de datasets verwijderd. Ook vissen zijn uit de datasets verwijderd. Individuen van verschillende stadia (bijvoorbeeld pop of juveniel) van een soort zijn samengevoegd, omdat de stadia voor de meeste groepen niet consequent zijn aangeduid en er vaak geen ecologisch verschil is tussen de stadia. Een uitzondering hierop zijn de kevers en wantsen. Bij deze groepen worden de larven respectievelijk nimfen vaak niet tot op soort gedetermineerd en verschilt de autecologie tussen larven/nimfen en adulten. Voor het berekenen van het aantal zeldzame soorten en voor de berekening van de KRW maatlaten was geen verdere voorbereking van de gegevens nodig.

#### Taxonomische afstemming

Voor de multivariate analyse was taxonomische afstemming nodig. In het ideale geval zijn alle dieren tot op soortniveau gedetermineerd, zodat de informatie zo volledig mogelijk is en taxonomische afstemming niet nodig is. Dit is echter zelden het geval, doordat in ieder monster dieren voorkomen die niet op (soort)naam te brengen zijn. Het betreft in de meeste gevallen te kleine exemplaren of dieren van groepen waarvoor nog geen geschikte determinatiesleutels beschikbaar zijn. Als dit per monster verschilt, bijvoorbeeld dat in het ene monster een genus uitgedetermineerd is tot op soortniveau en in het andere monster niet, heeft dit effect op de analysetechnieken. De multivariate technieken zien dit als een verschil in soortensamenstelling terwijl het in werkelijkheid om dezelfde soorten kan gaan. Daarom zijn de monsters vergelijkbaar gemaakt en zijn per groep dezelfde taxonomische niveaus gehanteerd (bijvoorbeeld familie, geslacht of soort). Dit is uitgevoerd per dataset (1 = grenspunten voor tijdreeksanalyse; 2 = overige beken voor tijdreeksanalyse; 3 = overige beken voor ruimtelijke analyse).

Voor de taxonomische afstemming is per taxon bepaald in hoeveel monsters van de dataset het voorkomt en wat de totale abundantie is. Vervolgens is bij de aanwezigheid van twee taxonomische niveaus gekeken welk niveau het vaakst en in de hoogste abundantie voorkwam. Dat niveau is gehandhaafd. Betrof het het soortniveau dan is het genus verwijderd uit de monsters. Betrof het het genusniveau, dan zijn alle soorten van het genus samengevoegd. Tabel 2.2 geeft dit weer in een voorbeeld. Voor *Erpobdella* komen de soorten in veel meer monsters en met hogere abundantie voor dan het genus. De soorten zijn daarom gehandhaafd en het genus is verwijderd. Voor *Macropelopia* is het andersom, daarvoor komt het genus in de veel meer monsters voor dan de soorten; daarom zijn alle soorten samengevoegd tot het genus *Macropelopia*. Omdat de voorkeur uitgaat naar de soorten (deze hebben een directe relatie met milieu-omstandigheden) is alleen het genus gekozen indien dit in evenveel of meer monsters voorkwam dan de soorten.

Er zijn twee uitzonderingen. Van kevers en wantsen zijn bij overlap zowel soorten als genus behouden, aangezien het genus in de meeste gevallen larven/nimfen betreft, die moeilijk tot soort te determineren zijn. Tubificidae zijn als familie in de data gelaten samen met soorten aangezien het vaak om grote aantallen kleine dieren gaat en juist deze grote aantallen indicatief zijn.

| Taxonnaam                    | Taxoncode   | Taxoncode nieuw | Aantal monsters | Totale abundantie |
|------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| <b>Erpobdella</b>            | <b>ERPO</b> | <b>x</b>        | <b>2</b>        | <b>6</b>          |
| <i>Erpobdella octoculata</i> | ERPOOCTO    | ERPOOCTO        | 177             | 1619              |
| <i>Erpobdella testacea</i>   | ERPOTEST    | ERPOTEST        | 57              | 186               |
| <i>Macropelopia</i>          | MALO        | MALO            | 56              | 695               |
| <i>Macropelopia adaucta</i>  | MALOADAU    | MALO            | 5               | 37                |
| <i>Macropelopia nebulosa</i> | MALONEBU    | MALO            | 7               | 93                |
| <i>Macropelopia notata</i>   | MALONOTA    | MALO            | 4               | 27                |

**Tabel 2.2.** Voorbeeld van taxonomische afstemming. De kolom taxoncode nieuw bevat de code zoals deze na afstemming in de dataset is opgenomen. X= taxon verwijderd.

#### Transformatie van abundanties

De abundantie van de macrofauna is uitgedrukt in absolute aantallen. Aangezien er sprake was van een grote spreiding in de aantallen, zijn de data getransformeerd door de natuurlijke logaritme ( $\ln = \log(x+1)$ ) te nemen. Hierdoor krijgen de hoogste aantallen minder nadruk en volgt de spreiding meer een normale verdeling (Van Katwijk & Ter Braak 2008). Voor analyses met CANOCO (Ter Braak en Smilauer 1998) of in het geval van clusteranalyse met TWINSpan (Hill & Smilauer 2005) is een dergelijke transformatie van belang omdat deze analysetechnieken gevoelig zijn voor extreme waarden.

#### **2.1.4 VOORBEWERKING MILIEUVARIABLEN**

Op de meetpunten ten behoeve van de ruimtelijke analyse zijn de waarden van 47 milieuv variabelen bepaald. De voorbewerking van de milieuv variabelen heeft bestaan uit de volgende onderdelen:

- controle van de eenheden per variabele;
- codering van de milieuv variabelen;
- toevoegen monstercodes;
- controleren op sterk afwijkende waarden per variabele (afgestemd met WRIJ);
- het middelen van de milieugegevens van 1 onderzoeksjaar (uitgevoerd door WRIJ);

Een aantal van de variabelen is om één of meer van de volgende redenen niet in de dataset voor analyse opgenomen (tabel 2.1):

1) Variabelen waren onduidelijk gedefinieerd.

Dit betrof de variabelen *zichtbare vervuiling of vast afval* en de substraatcategorie *overig*.

2) Variabelen werden op meer dan één manier geschat.

Planten werden als onderdeel van het substraat geschat (als *planten totaal*) en als onderdeel van de gehele watergang (als *submerse*, *emerse*, *drijfblad-* of *oeverplanten*). Aangezien de eerste variabele het beste de eventuele relatie met de macrofauna weergeeft is deze opgenomen in de dataset voor analyse; de overige categorieën zijn uit de dataset verwijderd. De variabele *waterplanten totaal* bleek bovendien significant gecorreleerd te zijn met de overige vier variabelen (bijlage 5). Ook *algen* werden als onderdeel van het substraat en als onderdeel van de gehele watergang geschat. Net als bij planten, is alleen de eerste variabele in de dataset voor analyse opgenomen. De meetwaarden van de variabelen *fijne* en *grove detritus* zijn per meetpunt gesommeerd tot de variabele *detritus*. Het onderscheid tussen beide was in het veld niet altijd



even duidelijk te maken (med. Bert Klutman). Van de variabelen *slibpercentage* en *slibdikte*, die onderling significant gecorreleerd zijn (bijlage 5), is *slibdikte* in de dataset gehandhaafd aangezien deze het meest nauwkeurig is bepaald.

3) Gemiddeldes berusten niet op dezelfde meetperiode van een jaar

*Temperatuur* en *zuurgraad* zijn sterk afhankelijk van de periode van het jaar waarin gemeten wordt (Chapman 1996). Voor beide variabelen geldt dat het gemiddelde van sommige beken berustte op 3 of 4 metingen, van andere op 6 en weer andere op 12 (bijlage 4). Om die reden is besloten om deze twee variabelen niet in de dataset voor analyse op te nemen (tabel 2.1).

4) Sterke correlatie met andere milieufactoren

Het *EGV* is sterk gecorreleerd met de concentraties van *chloride* en *sulfaat*; bovendien zijn sulfaat en chloride onderling gecorreleerd (bijlage 5). Om die reden zijn chloride en sulfaat niet in de analyses opgenomen. Hetzelfde geldt voor *totaal-fosfor* en *fosfaat* (bijlage 5). Hiervan is totaal-fosfor niet in de analyses opgenomen.

5) Ontbreken meetgegevens

Voor de analyses was een volle matrix nodig. Op veel locaties ontbraken van *totaal-stikstof* en *zuurstofverzadiging* de meetgegevens. Deze twee milieuvariabelen zijn uit de dataset verwijderd. Van het meetpunt Wijde Wetering (WIW22) ontbraken de fysisch-chemische gegevens. Om dit meetpunt mee te laten doen in de analyses, is voor elke ontbrekende variabele het gemiddelde van de overige wateren genomen (Nijboer et al. 2003); op deze wijze deed dit punt als passief monster mee. Voor meetpunt BUB45, waar de gegevens voor *EGV*, *pH* en *zuurstofconcentratie* ontbraken, zijn de gegevens van een ander meetpunt uit de Buurserbeek (BUB45) genomen. In de Zoddebeek (ZOB96) ontbrak het *zuurstofgehalte*. Hiervoor is het gemiddelde van de overige wateren genomen.

| Verwijderde variable             | Reden van verwijdering                                                                                                                      |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zichtbare vervuiling; vast afval | type afval (drijvend, ondergedoken, aard) onduidelijk                                                                                       |
| substraat "overig"               | onduidelijke categorie                                                                                                                      |
| bedekking submerse vegetatie     | één categorie onderscheiden: totale bedekking planten in het water (als zodanig ook onderscheiden)                                          |
| bedekking emerse vegetatie       | één categorie onderscheiden: totale bedekking planten in het water. In het veld was er vaak geen duidelijk onderscheid met oevervegetatie   |
| bedekking drijfbladplanten       | één categorie onderscheiden: totale bedekking planten in het water (als zodanig ook onderscheiden)                                          |
| bedekking oevervegetatie         | één categorie onderscheiden: totale bedekking planten in het water. In het veld was er vaak geen duidelijk onderscheid met emerse vegetatie |
| fijne en grove detritus          | gesommeerd tot één categorie: detritus                                                                                                      |
| percentage slib                  | gecorreleerd met slibdikte (0,6); slibdikte in analyses                                                                                     |
| algen                            | dubbel aanwezig in de dataset; "bedekking algen als substraat" is meegenomen in de analyses                                                 |
| zuurstofverzadiging              | op 22 van de 47 meetpunten niet gemeten; zuurstofconcentratie is wel overal gemeten en daarom opgenomen                                     |
| totaal-stikstof                  | op 24 van de 47 meetpunten niet gemeten                                                                                                     |
| temperatuur                      | gemiddelde berust op 3-15 waarnemingen/jaar; niet duidelijk welke periode                                                                   |
| pH                               | gemiddelde berust op 3-15 waarnemingen/jaar; niet duidelijk welke periode; bovendien geringe variatie (7,6-8,1)                             |
| SO <sub>4</sub>                  | gecorreleerd met EGV (0,6); EGV opgenomen                                                                                                   |
| Cl                               | gecorreleerd met EGV (0,7); EGV opgenomen                                                                                                   |
| P                                | gecorreleerd met PO <sub>4</sub> (0,7); PO <sub>4</sub> opgenomen                                                                           |

**Tabel 2.3.** Verwijderde variabelen uit de dataset voor analyse en reden van verwijdering.

Uiteindelijk bleven 30 milieuvariabelen over voor analyse (bijlagen 4,6).

Omdat de gebruikte analysetechnieken gevoelig zijn voor extreme waarden, zijn de volgende transformaties voor deze milieuv variabelen met behulp van het programma PASW Statistics versie 18 uitgevoerd:

- transformeren van de data volgens  $^{10}\log(x+1)$ , behalve van die variabelen waarvan de meetwaarden als percentages zijn weergegeven (bijlage 4);
- het nemen van de boogsinus van de vierkantswortel van de meetwaarden die als percentages zijn uitgedrukt (McDonald 2009).

## 2.2 TIJDREEKSANALYSE

### 2.2.1 INLEIDING

De tijdreeksanalyses voor de grenswateren en de overige wateren zijn op dezelfde wijze uitgevoerd. Voor beide analyses zijn de volgende technieken gebruikt:

- 1) bepalen verandering in EKR (inclusief significantietoets);
- 2) bepalen verandering in aantal zeldzame soorten (Nijboer & Verdonchot 2001);
- 3) clusteranalyse;
- 4) indirecte ordinatie-analyse.

Hierna wordt de methode per techniek beschreven.

De resultaten van de verschillende analyses zijn geëvalueerd door veranderingen terug te voeren op veranderingen in de soortensamenstelling. Op basis van de kennis van de auto-ecologie van soorten en soortengroepen, is aangegeven op welke veranderingen in abiotische kenmerken van een beek de veranderingen in macrofaunasamenstelling duiden. Hierbij is gekeken naar de meest abundante soorten, de kenmerkende soorten (die naar voren komen uit de cluster- en ordinatie-analyse en de zeldzame soorten. Veranderingen in deze soorten door de jaren heen kunnen duiden op veranderingen in milieuomstandigheden.

### 2.2.2 KRW-MAATLATTEN (EKR)

Voor beoordeling van wateren voor de Kaderrichtlijn Water zijn maatlatten ontwikkeld (Evers et al. 2007; Van der Molen en Pot 2007). Deze maatlatten berekenen aan de hand van de macrofaunasamenstelling van een monster de ecologische kwaliteit, uitgedrukt in EKR (Ecologische Kwaliteits Ratio). De EKR is een getal tussen 0 en 1 en wordt onderverdeeld in vijf kwaliteitsklassen: 0-0,2 slecht, 0,2-0,4 ontoereikend, 0,4-0,6 matig, 0,6-0,8 goed en >0,8 zeer goed. Met behulp van het programma QBWAT (Pot 2008) is de EKR voor alle monsters berekend. De EKR is berekend voor de KRW-typen waartoe de wateren behoren. Voorkomende KRW-typen zijn R3, R4, R5, R6, R13, M3 en M1a.

Alle macrofauna taxoncodes zijn voorafgaand aan de analyse omgezet in TWN-codes (zie paragraaf 2.1.3), omdat QBWAT met deze codes werkt.

Voor de grenswateren zijn grafieken gemaakt per meetpunt waarin de verandering in EKR gedurende de jaren is te zien. De toe- of afname van de EKR is getest door middel van regressieanalyse (optie "curve fit") uit het programma PASW Statistics versie 18. De significantie van het verband is getest met een eenweg ANOVA (Quinn & Keough 2002).

Voor de overige wateren zijn alleen grafieken gemaakt van de meetpunten waarin de EKR met meer dan 0,1 is toegenomen of afgenomen. Om deze toe- of afname te bepalen zijn de bemonsteringsjaren ingedeeld in drie perioden: 1987-1994, 1995-2001 en 2002-2009. Vervolgens is per periode voor ieder meetpunt de gemiddelde EKR berekend. Daarna is het verschil in gemiddelde EKR bepaald voor periode 1 versus periode 2, periode 2 versus periode 3 en periode 1 versus periode 3. Als voor één of meer van deze berekeningen het verschil groter was dan 0,1 is voor het betreffende meetpunt de EKR uitgezet in een grafiek. Voor deze meetpunten is vervolgens de toe- of afname statistisch getest op dezelfde wijze als voor de grenswateren.

### 2.2.3 ZELDZAME SOORTEN

Voor Nederland is in 2001 een lijst opgesteld met de zeldzaamheid van macrofaunasoorten (Nijboer & Verdonchot 2001). Hiervoor zijn zes klassen gebruikt: zeer algemeen, algemeen, vrij algemeen, vrij zeldzaam, zeldzaam en zeer zeldzaam. Het is gebleken dat het aantal zeldzame

soorten gerelateerd is aan de natuurlijkheid van de wateren en de chemische kwaliteit (Verdonschot & Nijboer 2004). Het is daarom een goede maat om veranderingen in hydromorfologie of waterkwaliteit op te sporen. Het aantal zeldzame soorten is bepaald door de zeldzaamheidsklassen toe te voegen aan alle soorten in de datasets van Waterschap Rijn en IJssel. Vervolgens is het aantal zeldzame soorten per monster bepaald. Hiervoor zijn de soorten van de klassen vrij zeldzaam, zeldzaam en zeer zeldzaam opgeteld. Vervolgens is in een tabel het aantal zeldzame soorten per meetpunt uitgezet tegen de bemonsteringsjaren. Voor de grenswateren is de ontwikkeling van het aantal zeldzame soorten voor alle meetpunten uitgezet in een grafiek. De toe- of afname van het aantal zeldzame soorten is statistisch getest met behulp van regressieanalyse (optie "curve fit") uit het programma PASW Statistics versie 18. De significantie van het verband is getest met variantie-analyse, one-way ANOVA (Quinn & Keough 2002).

Voor de overige wateren zijn alleen grafieken gemaakt van de meetpunten waarin het aantal zeldzame soorten met twee of meer is toe- of afgenomen. Om deze toe- of afname te bepalen zijn de bemonsteringsjaren ingedeeld in drie perioden: 1987-1994, 1995-2001 en 2002-2009.

Vervolgens is per periode voor alle meetpunten het gemiddelde aantal zeldzame soorten berekend. Daarna is het verschil in het gemiddelde aantal zeldzame soorten bepaald voor periode 1 versus periode 2, periode 2 versus periode 3 en periode 1 versus periode 3. Als voor één of meer van deze berekeningen het verschil 2 soorten of meer was is voor het betreffende meetpunt het aantal zeldzame soorten uitgezet in een grafiek. Voor deze meetpunten is de toe- of afname statistisch getest op dezelfde wijze als voor de grenswateren.

#### 2.2.4 CLUSTERANALYSE

Met behulp van het clusteringsprogramma TWINSpan (Hill & Smilauer 2005) zijn voor beide datasets (grenswateren en overige wateren) de monsters ingedeeld in groepen. Daarbij zijn de zeldzame soorten (soorten die één, twee of drie keer voorkwamen in de hele dataset) buiten beschouwing gelaten. TWINSpan is een hiërarchisch clusterprogramma waarin de monsters telkens in twee groepen worden gesplitst. Er ontstaan dus bij de eerste splitsing twee groepen, bij de tweede splitsing vier groepen, bij de derde splitsing 8 groepen, enzovoorts. Als resultaat geeft het programma weer op basis van welke indicatorsoorten de groepen zijn ingedeeld. Eveneens geeft het programma voor alle soorten aan in hoeveel procent van de monsters de soort voorkomt in beide groepen. Op basis van de interpretatie van de verschillende soortensamenstelling tussen twee groepen is gekozen tot hoever is doorgegaan met het opsplitsen van groepen. Hierbij is ook rekening gehouden met de grootte van de groepen. Het afsplitsen van één of twee afzonderlijke monsters is niet zinvol.

De indeling in groepen is vervolgens verklaard met behulp van de KRW-typen, de bemonsteringsjaren en de soortensamenstelling. Er is onderzocht of monsters van één meetpunt uit dezelfde bemonsteringsjaren in dezelfde groep terecht komen en worden afgesplitst van monsters uit andere bemonsteringsjaren. Dit duidt dan op een verandering van soortensamenstelling door de jaren heen.

#### 2.2.5 INDIRECTE ORDINATIE-ANALYSE

Ordinatie is de verzamelnaam voor multivariate technieken, waarbij macrofaunamonsters in de vorm van punten langs assen worden gerangschikt (Jongman et al. 1987). De rangschikking gebeurt zodanig dat de punten die vlakbij elkaar liggen corresponderen met monsters die overeenkomen in soortensamenstelling en dat de punten die ver van elkaar liggen corresponderen met monsters die (meer) verschillen in soortensamenstelling.

Om de voornaamste patronen van variatie in de soortensamenstelling over de onderzoeksperiode zichtbaar te maken is een Detrended Correspondence Analysis (DCA) uitgevoerd met behulp van het programma CANOCO (Ter Braak & Smilauer 1998). Dit is gedaan met de standaardinstelling (detrending-by-segments), die het zogenaamde boog-effect tegengaat. Voor de analyse van de grenswaterpunten bestond de dataset uit 117 monsters met 523 soorten. Aangezien zeldzame soorten een onevenredig grote invloed op de ordinatie-analyses kunnen hebben (Ter Braak & Smilauer 1998) zijn deze uit de dataset verwijderd. Het ging om soorten die slechts één, twee of drie keer voorkwamen in de hele dataset.



Voor de analyse van de overige wateren bestond de dataset uit 257 monsters met 628 soorten. Hieruit zijn twee monsters (RU02 en RDA7), die in vergelijking met de overige monsters zeer weinig soorten en individuen bevatten, verwijderd. Om dezelfde reden als bij de grenswaterpunten zijn uit de dataset van 255 monsters de zeldzame soorten (soorten die één, twee of drie keer voorkwamen) verwijderd.

Het resultaat van een DCA is een tweedimensionaal ordinatiediagram waarin de monsters als punten getekend zijn. Een diagram kan ingevuld worden met vier verschillende assen. Hier zijn alleen as 1 en as 2 samen weergegeven, omdat de eerste twee assen de meeste variatie in de dataset verklaren (Ter Braak & Smilauer 1998).

In de DCA-diagrammen zijn tevens de TWINSPAN-clusters ingetekend door de buitenste monsters behorende tot een cluster met elkaar te verbinden en door de monsters behorende tot hetzelfde cluster hetzelfde symbool te geven.

#### **2.2.6 INTERPRETATIE**

Bij de interpretatie van de resultaten van de KRW maatlatten, de aantallen zeldzame soorten en de Twinspan analyse is gekeken naar de autecologie van de soorten. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende naslagwerken: waterkevers: Drost et al. 1992, slakken: Gittenberger et al. 1998, watermijten: Smit & Van der Hammen 2000, kokerjuffers: Higler 2005, libellen: Nederlandse Vereniging voor libellenstudie 2002, muggenlarven: Vallenduuk & Moller Pillot 2007 en Moller Pillot 2009.

### **2.3 RELATIE TUSSEN MACROFAUNA EN MILIEUFACTOREN**

#### **2.3.1 INLEIDING**

Voor de ruimtelijke analyse zijn de volgende technieken gebruikt:

- 1) clusteranalyse;
- 2) indirecte ordinarie-analyse;
- 3) directe ordinarie analyse;
- 4) het vergelijken van de clustergroepen wat betreft de waarden van milieuvariabelen.

De technieken worden in de volgende deelparagrafen besproken.

#### **2.3.2 CLUSTERANALYSE EN INDIRECTE ORDINATIE-ANALYSE**

Met behulp van het clusteringsprogramma TWINSPAN (Hill & Smilauer 2005) zijn de monsters ingedeeld in groepen, zoals beschreven is in paragraaf 2.2.4. Deze groepen bestaan uit monsters met een overeenkomstige soortensamenstelling.

Om de variatie in de soortensamenstelling te visualiseren is een DCA op segmenten (26) uitgevoerd met het onderdrukken van zeldzame soorten (Hill & Smilauer 2005). In het verkregen DCA-diagram van de eerste twee assen zijn de Twinspanclusters aangegeven. Met de DCA is ook de gradiëntlengte van de assen bepaald. Deze bedroeg voor de Y-as 3 SD en voor de X-as 4 SD. Dit betekent dat de variatie in de dataset relatief klein is en dat de directe ordinarie (paragraaf 3.2.3) het beste kan worden uitgevoerd met een Canonische Correspondentie Analyse (CCA) (Ter Braak & Smilauer 1998).

#### **2.3.3 DIRECTE ORDINATIE-ANALYSE**

Zoals in 2.3.2 is aangegeven, is de relatie tussen de macrofaunasamenstelling en de omgevingsvariabelen onderzocht door middel van een Canonische Correspondentie Analyse (CCA), uit het programma CANOCO (Ter Braak & Smilauer 1998). Met behulp van deze analyse zijn de milieuvariabelen gekoppeld aan de ligging van de monsters in het ordinatiediagram. Bij de verschillende ordinarie-assen worden de milieuvariabelen gezocht die het grootste deel van de variatie verklaren. Om de resultaten van de ordinarie te kunnen interpreteren met behulp van de milieuvariabelen zijn in deze analyse de correlatiecoëfficiënten berekend tussen elk van de milieuvariabelen en elk van de ordinarieassen (Jongman et al. 1987). Het belang en de significantie van de milieuvariabelen is getoetst met een voorwaartse selectie en een Monte Carlo Permutatietest (Ter Braak & Smilauer 1998).

Het resultaat van de CCA is weergegeven in een diagram, een coördinatenstelsel, dat gevormd wordt door de ordinarieassen 1 en 2, waarin de monsters in de vorm van TWINSPAN-clusters zijn gerangschikt en waarin (numerieke) milieuvariabelen met pijlen zijn weergegeven. De pijl wijst in de richting van de maximale verandering van de betreffende milieuvariabele in het diagram, de lengte is evenredig met de mate van verandering in deze richting. Milieuvariabelen met lange pijlen zijn hierbij sterker gecorreleerd met de ordinarieassen, dan die met korte pijlen, en zijn daarom beter gerelateerd aan het patroon van variatie in de soortensamenstelling (Jongman et al. 1987). Hoe dichter een cluster zich bij de pijlpunt (of het verlengde daarvan in beide richtingen) van een variabele bevindt, hoe groter de invloed van de variabele op het cluster is (positief of negatief).

#### 2.3.4 DE CLUSTERGROEPEN VERGELEKEN WAT BETREFT DE MILIEUVARIABLEN

Van de onderscheiden clustergroepen zijn voor elke milieuvariabele gemiddeldes berekend. Om te toetsen of de gemiddelden voor de clustergroepen van elkaar verschilden, is variantie-analyse met één factor (one-way ANOVA) uitgevoerd, gevold door een “post hoc multiple comparisons toets” (Tuckey’s range toets) (Quinn & Keough 2002). Om te voldoen aan de vooronderstellingen bij variantie-analyse, zijn de data getransformeerd op de wijze die vermeld is in paragraaf 2.1.4. De toetsen zijn uitgevoerd met het programma PASW Statistics versie 18.



**Foto 2.1.** Drie macrofaunasoorten: het watertredertje *Haliplus* (boven), de zwemwants *Ilyocoris* (midden) en de dansmug *Prodiamesa* (onder). Foto's: Bert Klutman.





**Foto 3.1.** Drie beken met een verschillende EKR: de Aastrang (boven) en Boven Slinge (midden) hebben een hoge EKR, in het Grenskanaal (onder) is de EKR ontoereikend.

## 3 Veranderingen in de tijd

### 3.1 VERANDERINGEN IN RIVIEREN EN BEKEN AAN DE GRENS

#### 3.1.1 VERANDERINGEN IN DE EKR

##### Toename EKR

Het resultaat van de KRW maatlaten wordt uitgedrukt in de EKR (Ecologische Kwaliteits Ratio). In figuur 3.1 is in grafieken de EKR per beek gedurende de onderzoeksjaren weergegeven. De Aastrang, de Boven Slinge, de Berkel, en de Osink Bemersbeek laten een significante toename van de EKR zien.

In de jaren negentig lag de EKR voor de Aastrang net onder of op 0,6. In de 21<sup>ste</sup> eeuw is de EKR in de Aastrang niet meer onder 0,6 gekomen en is de kwaliteit volgens de KRW-maatlat dus goed. Vooral het aantal kenmerkende soorten is toegenomen en daarmee ook het aandeel positief dominante en kenmerkende soorten. *Gomphus vulgatissimus* is een voorbeeld van een soort die in de meest recente jaren in de beek is gevonden. Deze beekrumbout is op meer plekken in Nederland weer teruggevonden. De soort heeft een hoog zuurstofgehalte nodig, dus een water met weinig tot geen organische belasting en/of voldoende stroming.

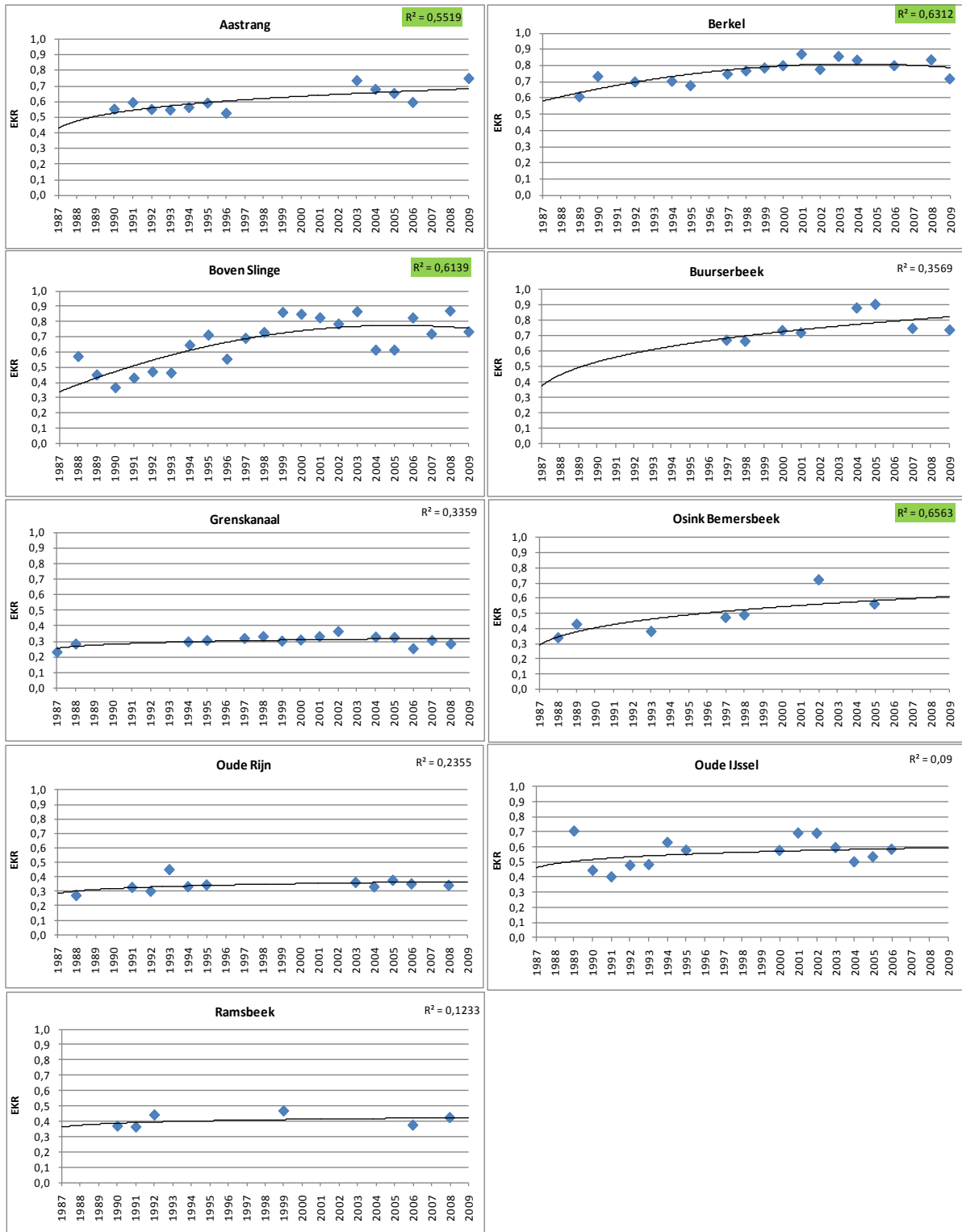
De Boven Slinge laat de sterkste toename in EKR zien (van 0,4-0,5 in de jaren negentig tot 0,8 voor meer dan de helft van de monsters in deze eeuw). In deze beek is de ecologische kwaliteit duidelijk verbeterd. Veel bijzondere kenmerkende soorten zijn in de loop van de jaren in deze beek verschenen. Een voorbeeld is *Ephemera danica*, die in 2008 is waargenomen. Het is een stromingminnende eendagsvlieg. Een andere typische soort voor goed stromende beken is de kever *Oulimnius tuberculatus*. Deze is vanaf 2001 regelmatig gevonden. *Ancylus fluviatilis*, de stromingminnende napjesslak is al vanaf 1993 waargenomen. Afhankelijk van de mate van tolerantie en de mogelijkheid tot rekolonisatie (afhankelijk van het verspreidingsvermogen en de te overbruggen afstand tot de dichtstbijzijnde populatie) keren soorten eerder of later terug nadat de toestand van een beek verbeterd is.

Ook in de Berkel is in vier jaren in de 21<sup>ste</sup> eeuw de klasse 'zeer goed' gehaald. In deze beek is de toename echter minder sterk geweest aangezien de EKR ook in de jaren negentig al hoog was. Er is een lichte toename van EKR 0,7 naar EKR 0,8 in de grafiek te zien. In deze beek is het aantal kenmerkende soorten uit de KRW-maatlat continu hoog geweest. *Gomphus vulgatissimus* komt hier al vanaf 1994 voor. De zeldzame wants *Aphelocheirus aestivalis* is vanaf 2001 gevonden. Deze soort van grotere stromende wateren komt in geen van de andere beken voor. De positief dominante soorten zijn *Gammarus pulex*, *Gammarus roeseli*, *Micropsectra* en *Potamopyrgus antipodarum*. Dit zijn dezelfde soorten als in de andere beken, echter hier komen de vier soorten naast elkaar in bijna alle monsters voor.

Ook in de Osink Bemersbeek is de EKR-waarde toegenomen. Echter de waarden zijn lager dan in voorgaande beken. In de jaren negentig zijn in deze beek nog EKR-waarden onder de 0,5 gevonden maar in de 21<sup>ste</sup> eeuw is dit niet meer het geval. Vanaf 1995 is het effluent van de rioolwaterzuivering niet meer op deze beek geloosd, waarna een verhoging van de EKR is waar te nemen. In 2002 valt het monster in de klasse 'goed'. In de Osink Bemersbeek is vooral het aandeel positief dominante soorten toegenomen doordat het aantal van deze soorten sterk is gestegen. Eind jaren tachtig kwamen geen positief dominante soorten voor, in 2005 zijn er zeven gevonden. In vergelijking met voorgaande beken is het aantal kenmerkende soorten laag.

##### Geen verandering in EKR

In het Grenskanaal, de Oude Rijn, De Ramsbeek, de Buurserbeek en de Oude IJssel is de EKR niet significant toegenomen (fig.3.1).



**Figuur 3.1.** De EKR van negen grenswateren op basis van macrofauna over de periode 1987-2009 (voor zover bepaald). Indien sprake is van een significante toename ( $P < 0,05$ ), dan is dit met de kleur groen aangegeven.



Het Grenskanaal heeft de laagste EKR (rond de 0,3; klasse 'ontoereikend'). Dit wordt veroorzaakt door een heel laag percentage positief dominante en kenmerkende soorten. In de groep positief dominante soorten vallen alleen *Gammarus pulex* en *Micropsectra*. De enige kenmerkende soort die in de meeste Grenskanaal monsters voorkomt is *Halipplus laminatus*, een kever die voorkomt in grotere stilstaande tot langzaam stromende wateren. Deze kever leeft van *Chironomiden*larven, wormen en draadalg. *Chironomiden*larven en wormen vormen naast twee soorten bloedzuigers een groot deel van de negatief dominante soorten. Deze soorten duiden op de aanwezigheid van veel slib. Daarnaast komt een aantal negatief dominante watermijten voor zoals *Limnesia maculata* een soort van stilstaande wateren die ook veel in genormaliseerde beken voorkomt. Slakken vormen eveneens een groot deel van de negatief dominante soorten. Soorten zoals *Gyraulus albus* en *Anisus vortex* horen niet thuis in stromende wateren van het type R6. Ze duiden op stilstaand tot zeer langzaam stromend water met veel vegetatie. De aanwezigheid van veel van deze soorten zorgt deels voor de lage EKR. In het Grenskanaal is de situatie door de jaren heen niet verbeterd. Er zijn nog steeds overstorten op deze beek aanwezig en het hele traject is gestuwd.

Getoetst aan de maatlat voor R6, komt ook de EKR van de Oude Rijn niet boven de 0,4 uit (behalve het monster uit 1993). Ook hier is de klasse 'ontoereikend'. De verdeling tussen positief dominante, negatief dominante en kenmerkende soorten is vergelijkbaar met het Grenskanaal. *Gammarus pulex* is ook hier een positief dominante soort, wat duidt op voldoende zuurstof in het water. In plaats van *Micropsectra* komt in dit water *Potamopyrgus antipodarum* als tweede positief dominante soort voor, een slak die van detritus leeft. De negatief dominante soorten bestaan net als in het Grenskanaal vooral uit muggenlarven, wormen en slakken. Het zijn deels dezelfde soorten maar ook deels andere soorten. Zo komt de slak *Bithynia tentaculata* als negatief dominante soort in alle monsters van het Grenskanaal voor. Deze ontbreekt in de Oude Rijn. De Oude Rijn daarentegen heeft *Physa fontinalis*, die ontbreekt in het Grenskanaal. Net als in het Grenskanaal is geen verandering opgetreden in de abiotische situatie.

Hetzelfde geldt voor de Ramsbeek. Ook hier is de EKR constant laag, schommelend rond 0,4. Het aandeel positief dominante en kenmerkende taxa is hier iets hoger dan in het Grenskanaal en de Oude Rijn. Naast *Gammarus pulex* en *Micropsectra* die ook in het Grenskanaal als positief dominante soorten aanwezig waren komen *Gammarus roeseli* en *Hygrobates nigromaculatus* veel voor. De laatste soort is een watermijt van grote stilstaande wateren en voedselrijke beken. Een kenmerkende soort die in alle monsters van de Ramsbeek voorkomt is de kokerjuffer *Anabolia nervosa*. Dit is een soort die zowel in stromend als in stilstaand water voorkomt en tolerant is voor organische belasting. De negatief dominante soorten zijn vergelijkbaar met beide voorgaande beken.

In de Oude IJssel en de Buurserbeek lijkt wel een verbetering op te treden maar doordat de EKR schommelt is deze toename niet significant. De toename is wel terug te zien in de resultaten van het programma QBWAT. In de Oude IJssel ligt de EKR gemiddeld ongeveer op 0,5 (matig). In de jaren negentig zijn in deze beek nog EKR-waarden onder de 0,5 gevonden maar in de 21<sup>ste</sup> eeuw is de EKR niet meer onder de 0,5 uitgekomen. In de Oude IJssel is de toename te danken aan een toenemende abundantie van de positief dominante soorten *Gammarus pulex* en *G. roeseli* en een afname van het aantal negatief dominante soorten.

In de Buurserbeek zijn te weinig monsters genomen voor een goede trendanalyse. Bovendien is de EKR in de laatste twee jaren weer lager dan voorheen waardoor er geen sprake is van een toenemende trend. De afname wordt veroorzaakt door herinrichting in 2007. Hierdoor is verzanding opgetreden en is veel hard substraat waarop veel stromingminnende soorten voorkwamen verdwenen. Als de nieuwe vrije loop zich goed ontwikkelt zullen er nieuwe grindbedden ontstaan. De EKR is in de Buurserbeek wel constant hoger dan 0,6, klasse 'goed'. Dit wordt veroorzaakt door een hoog aantal kenmerkende soorten zoals de kever *Oulimnius tuberculatus*, de libel *Calopteryx splendens*, de slak *Ancylus fluviatilis* en *Psychomyia pusilla*, een kokerjuffer die leeft op grind in weinig organisch belast water. Deze soorten indiceren een beek met een natuurlijk karakter en snelle stroming.

### 3.1.2 VERANDERINGEN IN AANTALLEN ZELDZAME SOORTEN

#### Toename aantal zeldzame soorten

In de Aastrang, de Boven Slinge, de Berkel en de Osink Bemersbeek is het aantal zeldzame soorten significant toegenomen (fig. 3.2). Dit komt overeen met de resultaten voor de EKR.

De Berkel en de Boven Slinge hebben de hoogste aantallen zeldzame soorten. In de Boven Slinge is de toename het sterkst. In 1988 werd niet één zeldzame soort gevonden. Begin jaren negentig was het aantal nog erg laag, meestal 2 soorten per monster. Vanaf 1999 zijn hogere aantallen gevonden, hoewel het aantal nog wel van jaar tot jaar verschilt (een maximum van 14 soorten in 2009).

In de Berkel lag het aantal in de jaren negentig rond de 8. Er heeft een sterke toename plaatsgevonden tot gemiddeld 15 soorten per monster in de 21<sup>ste</sup> eeuw (18 soorten in 2008!). In de Berkel zijn in de loop der jaren 13 zeer zeldzame soorten gevonden. Een voorbeeld hiervan is de watermijt *Sperchon denticulatus* (2002). Deze soort is alleen in Zuid-Limburg en in de Achterhoek en Twente gevonden. De soort komt alleen in natuurlijke beekjes voor. De beekrombout *Gomphus vulgatissimus* is in de laatste jaren zelfs regelmatig aangetroffen. Ook in de Boven Slinge komen zeer zeldzame soorten voor, zoals de haft *Baetis buceratus*, een soort van hard substraat in stromend water.

De Aastrang en de Osink Bemersbeek bevatten minder zeldzame soorten. De Aastrang laat een toename zien van rond de 4 soorten begin jaren negentig tot 6 soorten of meer in de 21<sup>ste</sup> eeuw. Gedurende de jaren zijn in deze beek 10 zeer zeldzame soorten aangetroffen. In 2009 is in de Aastrang de zeer zeldzame haft *Heptagenia flava* gevonden, een soort die leeft op stenen in snel stromend water.

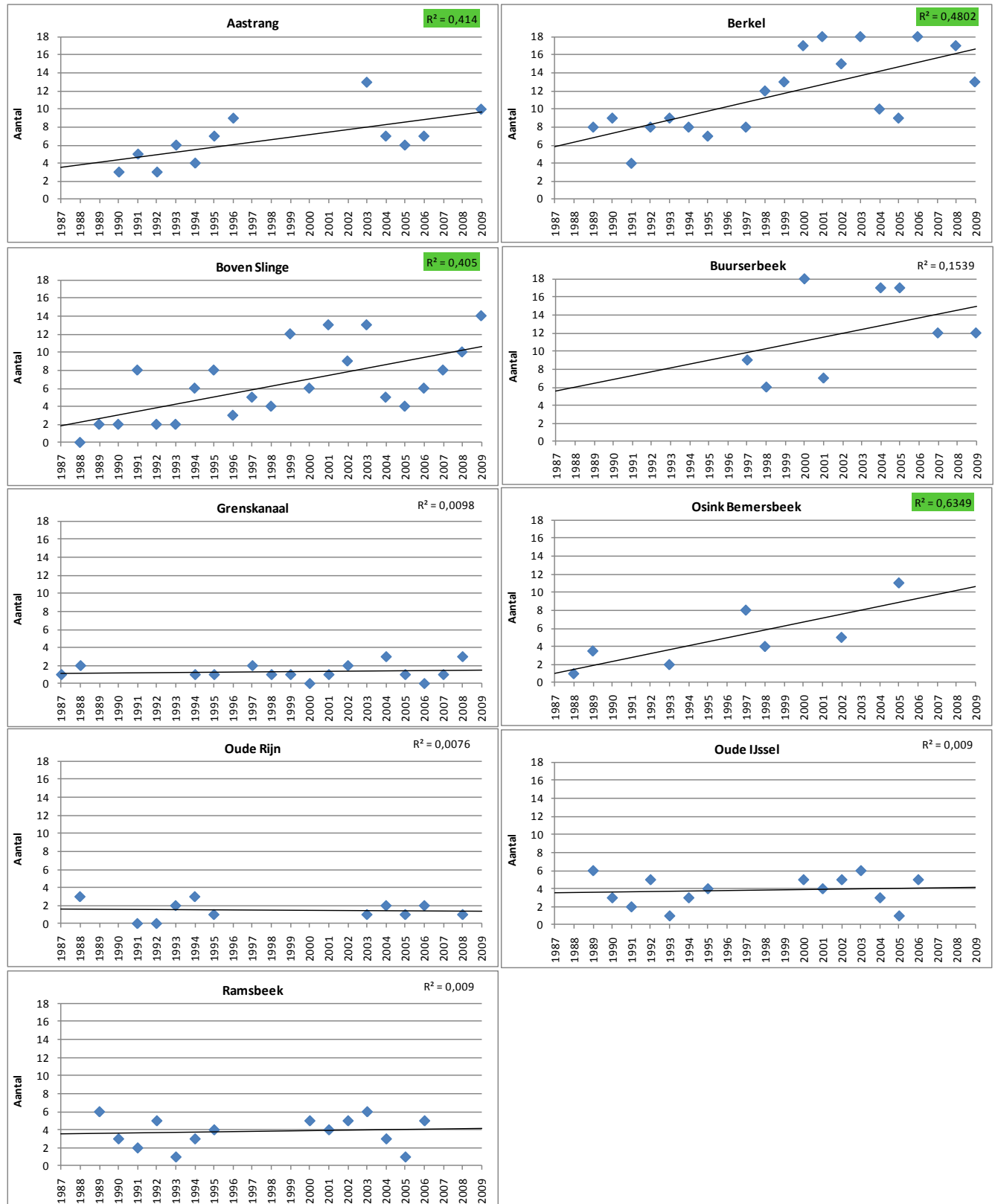
In de Osink Bemersbeek zijn meer zeldzame soorten gevonden met een maximum van 11 in 2005. In 2002 waren dit er nog maar 5. Ook hier is een duidelijke toename waar te nemen. In deze beek is slechts één zeer zeldzame soort gevonden namelijk de kokerjuffer *Limnephilus griseus* in 1998. Dit is waarschijnlijk een soort van droogvallende wateren. De soort is zowel in stromend als in stilstaand water gevonden. In Nederland zijn larven van deze soort na 1950 slechts 3 keer gevonden.

#### Geen verandering aantal zeldzame soorten

Het Grenskanaal, de Oude Rijn, de Oude IJssel, de Ramsbeek en de Buurserbeek laten geen significante verandering in het aantal zeldzame soorten zien (fig. 3.2).

In de Ramsbeek, de Oude Rijn en het Grenskanaal is het aantal zeldzame soorten laag en gedurende de tijd gelijk gebleven (één à twee zeldzame soorten per monster). Dit bevestigt dat de hydromorfologie en de waterkwaliteit in deze beken niet zijn verbeterd, zoals ook al bleek uit de EKR. Ook in de Oude IJssel is geen toename waar te nemen. Het aantal zeldzame soorten is hier wel hoger dan in voorgaande beken. Af en toe is hier een zeer zeldzame soort aangetroffen, bijvoorbeeld de haften *Heptagenia longicauda* (1989) en *Heptagenia flava* (2001 en 2003).

In de Buurserbeek is een toename te zien vanaf 2000. De laatste twee jaren (2008 en 2009) was het aantal zeldzame soorten echter weer lager. Hierdoor is er geen sprake van een significante toename over de gehele periode. Dit komt overeen met de resultaten voor de EKR die ook in de laatste twee bemonsteringsjaren lager was dan in de jaren daarvoor. Het aantal zeldzame soorten is vanaf 2000 wel hoog in vergelijking met de andere beken. Evenals in de Berkel zijn in één monster (2005) 18 zeldzame soorten gevonden. Over de hele periode zijn vijf zeer zeldzame soorten gevonden. De laatste jaren is de kokerjuffer *Psychomyia pusilla* regelmatig aangetroffen. Deze soort leeft op stenen in snel stromend water.



**Figuur 3.2.** Aantal zeldzame soorten in de grenswateren in de periode 1987-2009. Bij de met groen aangegeven wateren is sprake van een significante toename ( $P < 0,05$ ) in het aantal zeldzame soorten.

### 3.1.3 INDELING IN GROEPEN

#### Verandering in soortensamenstelling

De clusteranalyse met TWINSPAN heeft geresulteerd in acht clusters (de monsters zijn drie keer opgesplitst in twee groepen). Verdere opsplitsing bleek niet zinvol te zijn. Iedere groep bevat monsters met een overeenkomende soortensamenstelling. Beken die door de jaren heen verschuiven van de ene groep naar de andere, veranderen wat betreft soortensamenstelling. Tabel 3.1 laat zien in welke groep de monsters uit verschillende jaren terechtkomen. Voor een abiotische en biotische beschrijving van de groepen verwijzen we naar kader 3.1. De clusters zijn ook gevisualiseerd in een DCA-diagram (fig. 3.3).

Uit tabel 3.1 blijkt dat de soortensamenstelling van de Boven Slinge, Osink Bemersbeek, Berkel en Aastrang duidelijk is veranderd. De Boven Slinge is verschoven van groep SB of LB naar groep SK. Dit betekent dat in de beek in latere jaren meer soorten van natuurlijke stromende beken zijn gevonden. De soorten uit groep SB en LB die indicierend zijn voor organische belasting en een sliblaag op de bodem zijn in aantal afgenomen. Ook de Osink Bemersbeek is opgeschoven naar groep SK, en bevat in de laatste jaren een soortensamenstelling die karakteristiek is voor natuurlijke snel stromende beken. De Berkel viel eind jaren tachtig en begin jaren negentig in groep SB, wat duidt op organische belasting. In recentere jaren vallen alle monsters van de Berkel samen met de Buurserbeek (die een constante soortensamenstelling heeft) in groep SG, grotere natuurlijke goed stromende beken (zie ook fig. 3.4).

| jaar           | Boven Slinge<br>(R5) | Osink Bemersbeek<br>(R4) | Buurserbeek<br>(R5) | Berkel<br>(R6) | Aastrang (R6) | Oude Jssel<br>(R6) | Ramsbeek<br>(R5) | Oude Rijn<br>(R6) | Grenskanaal<br>(R5) |
|----------------|----------------------|--------------------------|---------------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| 1987           |                      |                          |                     |                |               |                    |                  |                   | LGK                 |
| 1988           | SB                   | LIM                      |                     |                |               |                    |                  | LB                | LIM                 |
| 1989           | SB                   | LB                       |                     | SB             |               | SLP                |                  |                   |                     |
| 1990           | SK                   |                          |                     | SB             | LB            | SLP                | LOR              |                   |                     |
| 1991           | LB                   |                          |                     | SB             | SB            | LB                 | LB               | LB                |                     |
| 1992           | SB                   |                          |                     | SB             | SB            | LB                 | LB               | LOR               |                     |
| 1993           | LB                   | LB                       |                     | SB             | SB            | LB                 |                  | LB                |                     |
| 1994           | SK                   |                          |                     | SG             | SB            | SLP                |                  | LOR               | LGK                 |
| 1995           | SK                   |                          |                     | SG             | SB            | SLP                |                  | LOR               | LGK                 |
| 1996           | SB                   |                          |                     |                | LB            |                    |                  |                   |                     |
| 1997           | SK                   | SK                       | SG                  | SG             |               |                    |                  |                   | LGK                 |
| 1998           | SK                   | SK                       | SG                  | SG             |               |                    |                  |                   | LGK                 |
| 1999           | SK                   |                          |                     | SG             |               |                    | SLP              |                   | LGK                 |
| 2000           | SK                   |                          | SG                  | SG             |               | SLP                |                  |                   | LGK                 |
| 2001           | SK                   |                          | SG                  | SG             |               | SLP                |                  |                   | LGK                 |
| 2002           | SK                   | SK                       |                     | SG             |               | SLP                |                  |                   | LGK                 |
| 2003           | SK                   |                          |                     | SG             | SG            | SLP                |                  | LOR               |                     |
| 2004           | SK                   |                          | SG                  | SG             | SLP           | SLP                |                  | LOR               | LGK                 |
| 2005           | SK                   | SK                       | SG                  |                | SLP           | LB                 |                  | LOR               | LGK                 |
| 2006           | SK                   |                          |                     | SG             | SLP           | SLP                | LB               | LOR               | LGK                 |
| 2007           | SK                   |                          | SG                  |                |               |                    |                  |                   | LGK                 |
| 2008           | SK                   |                          |                     | SG             |               |                    | SLP              | LOR               | LGK                 |
| 2009           | SK                   |                          | SG                  | SG             | SLP           |                    |                  |                   |                     |
| Verandering    | +                    | +                        | =                   | +              | +             | =                  | +                | =                 | =                   |
| KRW-EKR        | +s                   | +s                       | +                   | +s             | +s            | +                  | =                | =                 | =                   |
| Zeldz. soorten | +s                   | +s                       | +                   | +s             | +s            | =                  | =                | =                 | =                   |

**Tabel 3.1.** De TWINSPAN-groep waarin de monsters van de beken vallen, weergegeven per bemonsteringsjaar. De laatste 3 rijen geven respectievelijk weer de verandering van groep, de verandering in EKR en de verandering in aantal zeldzame soorten (= gelijk gebleven, + is toegenomen/verbeterd, s= significante toename).



### Kader 3.1 Beschrijving van de acht TWINSPAN-groepen uit de grenswateren

De beken zijn gesplitst in twee groepen, de S-groepen met natuurlijke stromende beken en de L-groepen met langzaam stromende genormaliseerde beken en weteringen. Indicatieve soorten voor de S-groepen zijn stromingminnend, zoals de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*), de vlokreeft *Gammarus roeseli* en de eendagsvlieg *Baetis vernus*. De L-groepen worden gekenmerkt door de waterpissebed *Asellus aquaticus*, de slak *Anisus vortex* en de muggenlarve *Endochironomus albipennis*. Dit zijn zeer algemene soorten die geen voorkeur hebben voor stroming. De grote aantallen slakken duiden op het voorkomen van vegetatie en voedselrijk water waardoor op de vegetatie veel algen voorkomen.

Groepen SK en SG (stromend, klein en groot) zijn de beken die het meest natuurlijk zijn. Deze beken hebben een relatief hoge stroomsnelheid en een natuurlijke hydromorfologie. De EKR is hier het hoogst. Deze beken worden gedomineerd door vlokreeften (*Gammarus pulex* en *G. roeseli*), haften, zoals *Baetis vernus* en de slak *Ancylus fluviatilis* (een soort die op stenen in de stroming leeft). Groep SK bevat meer bovenlopen, groep SG meer midden- en benedenlopen. Dit blijkt ook uit de verdeling van de KRW-typen (groep SK R4/R5, groep SG R5/R6). Groep SK bevat typische bovenloopsoorten zoals de kokerjuffer *Goera pilosa*, groep SG bevat soorten die vooral in wat grotere beken voorkomen zoals de zeldzame beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) en de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*). Een bijzondere wants in deze groep is *Aphelocheirus aestivalis*. Deze soort is in Nederland zeldzaam. Groep SB bevat monsters van beken met een natuurlijke hydromorfologie en voldoende stroming maar onder invloed van organische belasting (dit is ook te zien aan een lagere EKR dan in groepen SK en SG). Deze beken hebben een sliblaag op de bodem of over het harde substraat (bijv. grind) heen. Het betreft vooral monsters uit eind jaren tachtig en begin jaren negentig. Deze groep wordt gekarakteriseerd door veel wormen, muggenlarven en bloedzuigers. Grote aantallen van deze soorten duiden op organische belasting en slib op de bodem, bijv. *Chironomus riparius*.

Groep SLP bevat snel-langzaam stromende beken met planten. De bodem is vaak zandig en door de openheid is er veel vegetatie. Er is wel stroming maar deze is minder dan in de andere stromend-watergroepen. De EKR is hier dan ook lager. Deze groep wordt gekenmerkt door slakken zoals *Anisus vortex* en *Bithynia tentaculata*, wat duidt op de aanwezigheid van vegetatie en veel algen. De vrij zeldzame haft *Ephemera vulgata* komt in deze groep ook veel voor. Deze soort leeft in beken met helder stilstaand of langzaam stromend water met een zandbodem.

De L-groepen bevatten beken met weinig stroming. Waarschijnlijk zijn deze beken genormaliseerd en bevatten ze stuwen. Deze beken zijn vaak ook dieper dan de natuurlijke beken. Hierdoor kan vegetatie zich goed ontwikkelen. Dat resulteert in veel soorten slakken en kevers. Veel van de soorten zijn stilstaand water soorten en komen niet voor in de S-groepen.

Groep LB bevat monsters uit 6 verschillende beken. Het betreft vrijwel allemaal monsters uit begin jaren negentig. De waterkwaliteit van deze beken was in de begin jaren negentig slechter dan in latere jaren. In beken met slechtere waterkwaliteit door organische belasting en/of eutrofiering nemen tolerante soorten die algemeen voorkomen de overhand. Hierdoor nemen de verschillen tussen de beken af. Hierdoor komen beken die in latere jaren aparte groepen vormen bij elkaar in één groep terecht. Veel bloedzuigers, slakken, kevers en wantsen duiden hier op vegetatie in voedselrijk water met slib op de bodem. De EKR is hier 0,4, lager dan in LP.

Twee monsters uit 1988 vormen samen groep LIM (langzaam stromend, incomplete monsters). Het betreft kleine monsters met lage abundanties. Waarschijnlijk zijn dit geen volledige monsters geweest of was de waterkwaliteit in deze beken erg slecht. In figuur 3.1 zijn ze niet apart aangegeven. Beide monsters worden gedomineerd door muggenlarven.

Groep LOR (langzaam stromend, Oude Rijn) en LGK (langzaam stromend, Grenskanaal) bevatten vrijwel alleen monsters van resp. de Oude Rijn en het Grenskanaal. Beide beken hebben constant een lage EKR. Zowel de waterkwaliteit (organische belasting door overstorten) als de inrichting laten te wensen over. Vlokreeften komen nog wel voor maar in lage aantallen. Deze dieren hebben voldoende zuurstof, dus enige stroming nodig. Chironomiden zijn in het Grenskanaal dominant. Het water is troebel en er is nauwelijks vegetatie in het water aanwezig.

In de Oude Rijn is eveneens weinig stroming en sprake van voedselrijk water. Hier zijn de waterpissebed *Asellus aquaticus* en de eendagsvlieg *Cloeon dipterum* dominant, beide algemene soorten, die zich aan veel milieuomstandigheden kunnen aanpassen. In de Oude Rijn is iets meer vegetatie (vooral Gele plomp) aanwezig dan in het Grenskanaal.

De monsters van de Aastrang vielen vroeger in groep SB of LB. Ook hier was sprake van organische belasting. De waterkwaliteit is wat dat betreft verbeterd, wat heeft geresulteerd in een verandering in de soortensamenstelling. De monsters vallen de laatste jaren in groep SLP, snel-langzaam stromende beken met vegetatie met weinig organische belasting.

De Oude IJssel wisselt tussen groep SLP en groep LB, langzaam stromende wateren met vegetatie. De wateren in groep SLP zijn minder organisch belast dan de wateren in groep LB. De laatste jaren vallen de meeste monsters in groep SLP. Ook de Ramsbeek valt in het laatste jaar (2008) in groep SLP. De monsters daarvoor wisselden van groep. De Oude Rijn is veranderd van groep LB naar groep LOR. Het is de enige beek die in groep LOR valt (op één monster van de Ramsbeek na).

De meeste veranderingen hebben plaatsgevonden vanaf 1994 en duiden op een afname van organische belasting en de hoeveelheid slib op de bodem van de beken. Alleen in de Aastrang is de verandering later opgetreden, daar vielen de monsters t/m 1995 nog in groep SB (organisch belaste beken).

#### Geen verandering in soortensamenstelling

Alleen het Grenskanaal (groep LGK) en de Buurserbeek (groep SG) hebben vrijwel alle monsters in dezelfde groep. De Buurserbeek (foto 3.2) is constant van soortensamenstelling geweest (maar hier ontbreken monsters van voor 1997). De soortensamenstelling indiceert een natuurlijke beek met voldoende stroming. In het Grenskanaal komen soorten voor van stilstaand water dat voedselrijk is. De soorten wijzen op de aanwezigheid van enige vegetatie maar minder dan in de Oude Rijn.



**Foto 3.2.** De Buurserbeek heeft vanaf 1997 een constante soortensamenstelling gehad die duidt op goede hydromorfologische omstandigheden en een relatief goede waterkwaliteit.

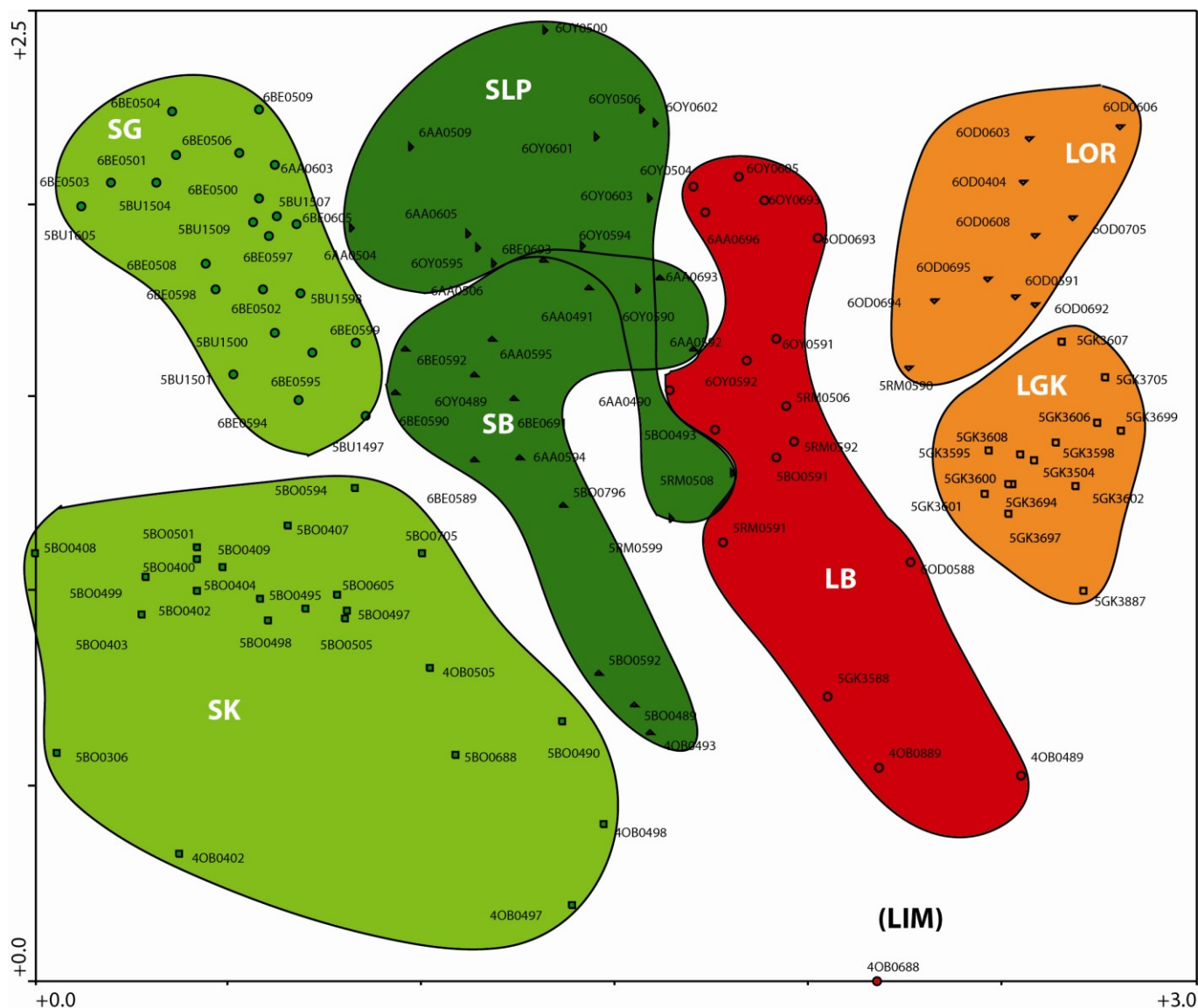
**Tabel 3.2** Milieumstandigheden, indicatorsoorten en EKR per KRW-type voor de TWINSPAN-groepen. De onderscheiden groepen zijn in het DCA-diagram met dezelfde kleuren en symbolen weergegeven.

N.B. Sommige indicatoren vertonen een relatieve voorkeur voor één van de twee hoofdgroepen (natuurlijke beken ≠ genormaliseerde beken). Dit geldt bijvoorbeeld voor *Asellus aquaticus* en *Conchapelopia*. *Asellus* komt in 71% van de genormaliseerde beken voor en in 39% van de natuurlijke beken; *Conchapelopia* komt in 59% van de genormaliseerde beken voor en in 10% van de natuurlijke beken. Op een lager hiërarchisch niveau treden beide taxa vervolgens weer als indicator voor verstoring, organische belasting en slib op binnen de natuurlijke beken.

| Milieu      | Natuurlijke beken                                                      |                                                                                                    |                                           |                                             | Genormaliseerde beken met vegetatie                                |                      |                                                                                      |                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Indicatoren | <i>Baetis vernus, Calopteryx splendens, Gammarus roeseli</i>           |                                                                                                    |                                           |                                             | <i>Anisus vortex, Asellus aquaticus, Endochironomus albipennis</i> |                      |                                                                                      |                                                  |
| Milieu      | natuurlijke hydromorfologie, hoge stroomsnelheid, goede waterkwaliteit |                                                                                                    | verstoorde stromende beken                |                                             | voedselrijk water, langzaam stromend                               |                      | voedselrijk water, stilstaand                                                        |                                                  |
| Indicatoren | <i>Lebertia inaequalis, Sperchon clupei</i>                            |                                                                                                    | <i>Asellus aquaticus</i>                  |                                             | <i>Conchapelopia</i>                                               |                      | <i>Triantodes bicolor, Eylais extendens, Chironomus gr. Plumosus, Sialis lutaria</i> |                                                  |
| Milieu      | kleine beken                                                           | grote beken                                                                                        | organische belasting, slib                | zandbodem, vegetatie, lagere stroomsnelheid | voedselrijk, langzaam stromend                                     | incomplete monsters  | weinig vegetatie                                                                     | nauwelijks vegetatie, slib                       |
| Indicatoren |                                                                        | <i>Mideopsis orbicularis, Platynemesis pennipes, Hydropsyche pellucidula, Calopteryx splendens</i> | <i>Chironomus riparius, Conchapelopia</i> | <i>Tubificidae</i>                          |                                                                    | <i>Radix labiata</i> | <i>Glyptotendipes pallens</i>                                                        | <i>Psectrotanytus varius, Haliphus sibiricus</i> |
| Groep:      | SK                                                                     | SG                                                                                                 | SB                                        | SLP                                         | LB                                                                 | LIM                  | LOR                                                                                  | LGK                                              |
| Symbool:    | □                                                                      | ○                                                                                                  | ▲                                         | ▶                                           | ○                                                                  | ○                    | ▼                                                                                    | □                                                |
| EKR R4      | 0,56                                                                   |                                                                                                    |                                           |                                             | 0,41                                                               | 0,34                 |                                                                                      |                                                  |
| EKR R5      | 0,73                                                                   | 0,76                                                                                               | 0,51                                      | 0,44                                        | 0,41                                                               | 0,28                 | 0,37                                                                                 | 0,31                                             |
| EKR R6      |                                                                        | 0,78                                                                                               | 0,61                                      | 0,62                                        | 0,42                                                               |                      | 0,34                                                                                 |                                                  |

### Ordinatie-analyse

De TWINSpan-groepen passen goed op het ordinatiediagram (fig. 3.3). Er zijn twee gradiënten in het diagram te onderscheiden. De eerste gradiënt loopt van links naar rechts, van de natuurlijke goed stromende beken links naar de genormaliseerde langzaam stromende beken rechts in de grafiek. Van boven naar onder is een gradiënt waarneembaar van afnemende grootte. Bovenin de grafiek bevinden zich de grotere beken (R6) beneden in de grafiek de kleinere beken (R4) en in het midden de R5 beken. Figuur 3.4 laat zien hoe de meetpunten van de Berkel door de jaren heen verschuiven van groep SB naar groep SG.



**Figuur 3.3.** DCA-diagram met TWINSpan-groepen. Legenda: De S-groepen zijn beken met voldoende stroming en een natuurlijke hydromorfologie, de L-groepen zijn langzaam stromende tot stilstaande genormaliseerde beken. Voor achtergronden van de groepen zie tabel 3.2. Voor de Berkel apart is de ontwikkeling weergegeven in fig. 3.4.

#### 3.1.4 WIJST DE VERANDERING IN SOORTENSAMENSTELLING OP SPECIFIEKE MILIEUVERANDERINGEN?

De Boven Slinge, de Osink Bemersbeek, de Berkel en de Aastrang laten een toename zien in EKR en aantal zeldzame soorten. Ook uit de clustering komt een verandering van de soortensamenstelling naar voren. Soorten van organisch belaste systemen met een sliblaag zijn in aantal en abundantie afgenomen en karakteristieke beeksoorten zijn in aantal en abundantie toegenomen.



De soorten in de Boven Slinge, Osink Bemersbeek en de Berkel duiden op een natuurlijke, goed stromende beek met verschillende habitats, zoals grind, zand en detritus. De EKR in deze beken is hoog. Er komen veel zeldzame soorten voor en veel soorten die specifiek zijn voor natuurlijke stromende wateren. In deze beken zijn maatregelen op deze trajecten niet nodig.

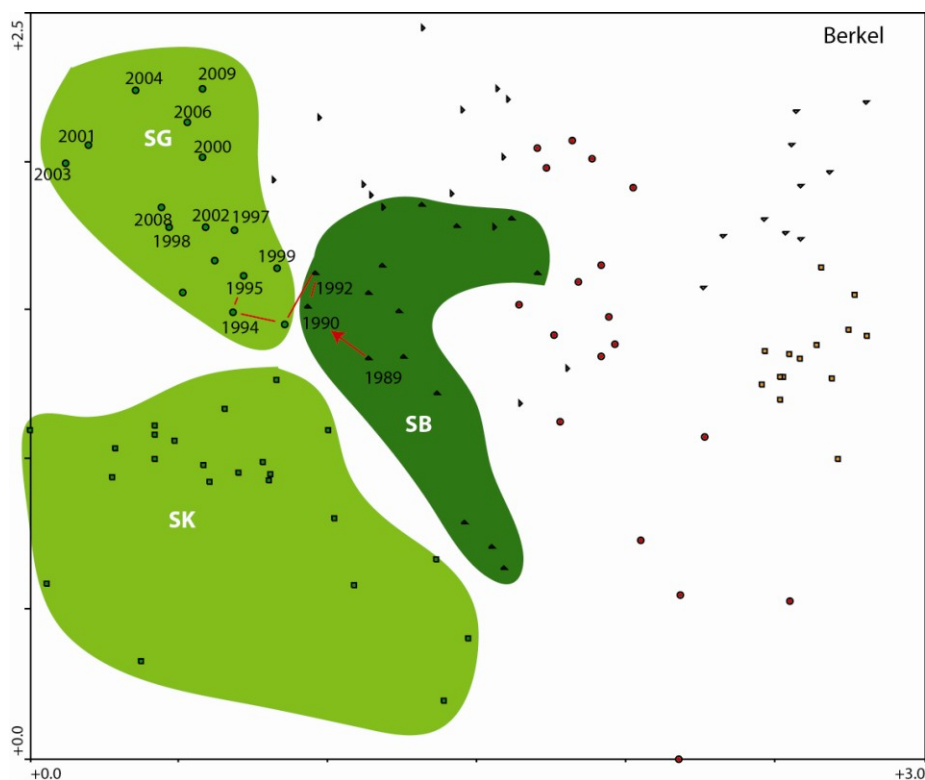
In de Aastrang is de soortensamenstelling eveneens veranderd. Ook hier is de waterkwaliteit verbeterd door de verplaatsing van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Bovendien is door aanzanding een ondiep bed met variatie in habitats ontstaan. Dit traject tot aan de eerste stuw is hierdoor zeer waardevol geworden en herbergt een grote diversiteit aan stromingminnende soorten. Het is van belang dit habitat in stand te houden door het zand niet weg te baggeren. In dit traject zou door het laten liggen van hout nog veel meer winst behaald kunnen worden.

Na de eerste stuw heeft de beek geen natuurlijke hydromorfologie. De beek is genormaliseerd en gekanaliseerd. Het is een langzaam stromende beek met helder water en een zandige bodem. Een betere inrichting benedenstrooms kan in deze beek veel winst opleveren, aangezien de waterkwaliteit er voldoende is.

In de Oude IJssel is de verandering minder duidelijk maar ook deze rivier lijkt een lichte verbetering in waterkwaliteit te hebben ondergaan. De beek is wat betreft milieu-omstandigheden vergelijkbaar met de Aastrang.

In de Ramsbeek, Oude Rijn en Grenskanaal is geen verbetering opgetreden. In de Ramsbeek komt de soortensamenstelling overeen met die van de Aastrang. Er is geen duidelijke trend omdat in de laatste jaren weinig monsters genomen zijn.

In de Oude Rijn en het Grenskanaal zijn zowel de organische belasting en als de inrichting onvoldoende, ook is de sliblaag te dik. Beide beken scoren ontoereikend op de KRW-maatlat. De soortensamenstelling duidt eveneens op een slechte hydromorfologie, een relatief hoge organische belasting en aanslibbing. Er is in beide beken geen verbetering opgetreden. Worden de genoemde knelpunten weggenomen, dan kunnen deze wateren een vergelijkbare soortensamenstelling krijgen als de Aastrang. Maar voor beken van het R-type zou ook de inrichting verbeterd moeten worden. Herinrichting (herstel van de stroming) zal tot veel betere resultaten leiden. De beken kunnen zich dan ontwikkelen tot beken zoals de Berkel en Boven Slinge. Echter, de waterkwaliteit moet dan ook voldoende zijn.



**Figuur 3.4.** DCA-diagram met drie TWINSpan-groepen. Visualisatie van de verschuiving in de tijd van de grensmeetpunten in de Berkel van groep SB (organisch belast) naar groep SG (niet organisch belast).

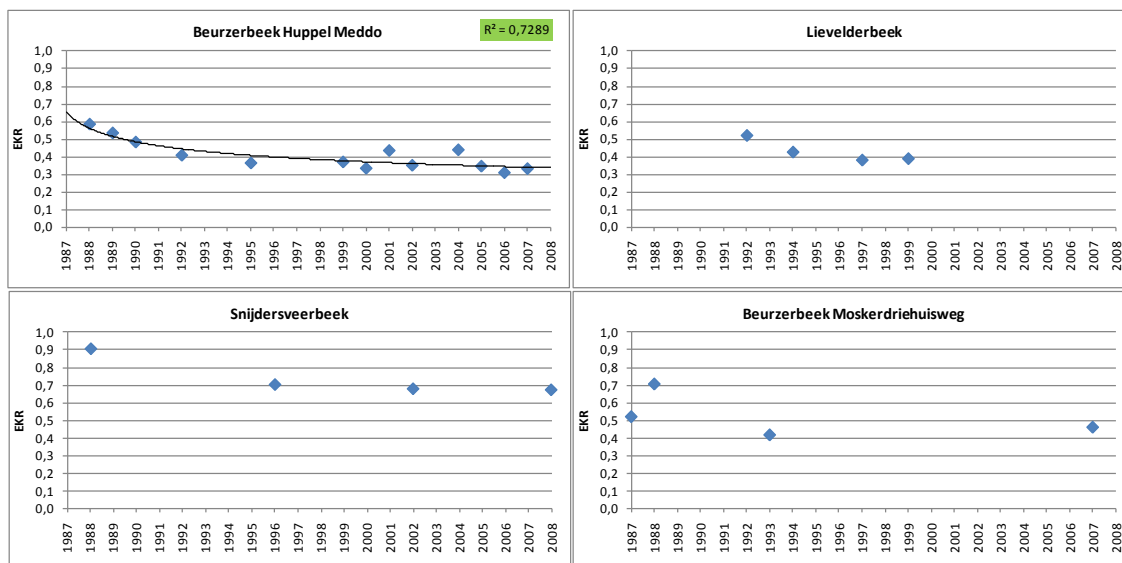


## 3.2 VERANDERINGEN IN DE OVERIGE WATEREN

### 3.2.1 VERANDERINGEN IN DE EKR

Voor 257 monsters uit 80 beektrajecten is de EKR bepaald. De monsters zijn ingedeeld in drie perioden: 1988-1994, 1995-2001 en 2002-2009. De meeste beken laten een constante EKR zien. Slechts in vier beken is de EKR met 0,1 of meer afgenomen en in zes beken is de EKR met 0,1 of meer toegenomen. Van deze beken is de EKR uitgezet in een grafiek (figuren 3.5 en 3.6) en is de trend statistisch getoetst.

#### Afname van de EKR



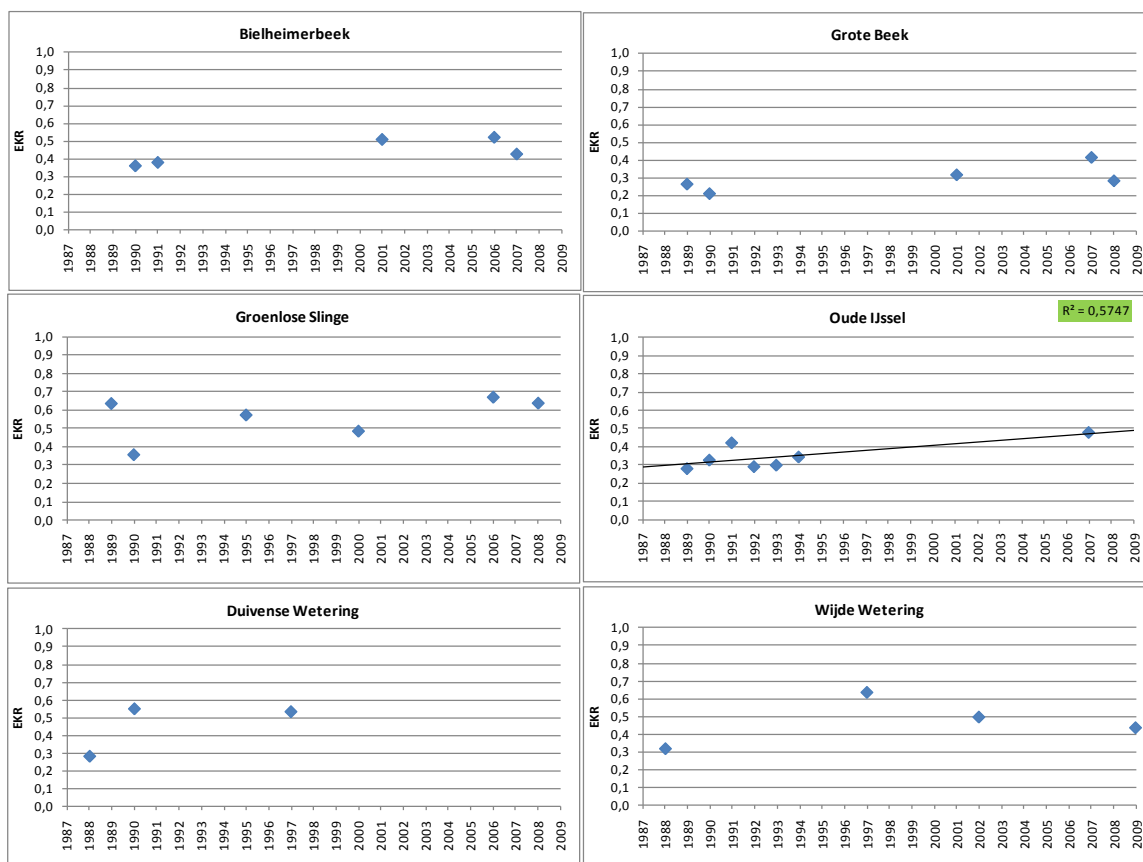
**Figuur 3.5.** De EKR voor de Beurzerbeek (twee trajecten), de Lieveiderbeek en de Sniijdersveerbeek. Indien sprake is van een significante afname ( $P < 0,05$ ), dan is dit met de kleur groen aangegeven.

In figuur 3.5 is in de Beurzerbeek, de Lieveiderbeek en de Sniijdersveerbeek een afname van de EKR te zien. Deze afname bleek alleen voor de Beurzerbeek (Huppel Meddo) significant te zijn. Van de overige beken zijn te weinig monsters beschikbaar. Voor de Sniijdersveerbeek was de EKR eind jaren tachtig zeer hoog (0,9), na 1995 is deze gezakt en blijft schommelen tussen 0,67 en 0,70. De Beurzerbeek (Moskerdriehuisweg) heeft in de jaren tachtig zowel een lage als een hoge score. In 1993 en 2007 was de EKR gedaald tot onder 0,5. Van dit traject zijn niet veel monsters beschikbaar, zodat niet duidelijk is of er sprake is van een afnemende trend of schommelingen. Echter, het andere traject van de Beurzerbeek (Huppel Meddo) laat wel een significante afnemende trend zien. Dit traject heeft veel meer monsters en hierin is een sterke afname door de jaren heen zichtbaar (van bijna 0,6 in 1988 tot 0,3 in 2006).

Van de Lieveiderbeek zijn vier monsters beschikbaar over een korte tijdsperiode (van 1993 t/m 2000). Deze monsters vertonen een dalende trend, hoewel de EKR in 2000 weer licht is toegenomen. Omdat na 2000 geen monsters meer zijn genomen in dit beektraject is niet duidelijk hoe de ecologische kwaliteit zich nadien heeft ontwikkeld.

In deze vier beektrajecten zijn als herinrichtingsmaatregel elzen op de oevers aangeplant. Dit heeft geleid tot de ophoping van slib in deze beken. De stroomsnelheid was niet voldoende om het afbrekende blad af te voeren. Deze maatregel heeft daardoor geleid tot een afname van de EKR in plaats van de beoogde verbetering. Soorten die gebonden zijn aan organisch slib zijn in de KRW- maatlaten opgenomen als negatief dominante soorten en zorgen voor een lagere EKR. Uit de resultaten van de KRW- maatlaten blijkt dat daarnaast het aantal kenmerkende soorten, zoals *Velia caprai* is afgenomen in deze beken. *Velia caprai* is een soort van kleine stromende beken met weinig oeverbegroeiing. Deze soort is in deze vier beken helemaal verdwenen.

### Toename van de EKR



**Figuur 3.6.** De EKR voor de Bielheimerbeek, Grote beek, Groenlose Slinge (Moskerdriehuisweg), Oude IJssel, Duivense wetering (Zesroedense brug) en Wijde wetering. Alleen de Oude IJssel vertoont een significante toename ( $P < 0,05$ ).

Figuur 3.6 laat de verandering in EKR zien voor de Bielheimerbeek, de Grote beek, de Groenlose Slinge, de Oude IJssel, de Duivense Wetering en de Wijde Wetering. Alleen in de Oude IJssel is de toename significant, ondanks het feit dat na 1995 nog maar 1 monster genomen is. Dit monster heeft een hogere EKR (bijna 0,5) dan de monsters uit begin jaren negentig (0,3-0,4), door een hoger aantal kenmerkende soorten. De kokerjuffer *Orthotrichia costalis* is hiervan een voorbeeld. Deze soort leeft in stilstaand water op waterplanten. Het voorkomen van *Ephemera vulgata* in 2007 duidt op het voorkomen van een zandbodem met helder zuurstofrijk water.

De Bielheimerbeek laat een toename zien van klasse 'ontoereikend' in de begin jaren negentig tot 'matig/goed' na 2000. Deze toename wordt verklaard door een toename van het aantal kenmerkende soorten. Een voorbeeld is *Ephemera vulgata*, die in 2001 en 2006 is gevonden. Deze soort komt voor in stilstaand tot langzaam stromend helder water. Het laatste monster (2007) vertoont een lagere waarde dan het monster uit 2006. Dit monster is echter genomen op een ander traject.

Ook de Grote beek laat een dergelijke trend zien, met een EKR  $< 0,3$  in 1989 en 1990 en net boven 0,3 in 2001. Positief dominante soorten kwamen in de eerste jaren niet voor. In 2001 zijn de vlokreeft *Gammarus pulex* aangetroffen, een algemene soort van stromende beken met voldoende zuurstof en de muggenlarve *Micropsectra*. De monsters uit 2007 en 2008 zijn genomen op een ander traject en daardoor niet goed vergelijkbaar.

De Groenlose Slinge (foto 3.3) heeft een hogere EKR. De waarden schommelen door de jaren heen maar de laatste jaren is de EKR weer hoog ( $> 0,6$ ). Positief dominante en kenmerkende soorten zijn in aantal toegenomen. In de laatste jaren is bijvoorbeeld de positief dominante soort

*Polypedilum scalaenum* gevonden. Deze muggenlarve heeft een schone zandbodem en enige stroming nodig.

In de Duivense Wetering zijn slechts 3 monsters genomen. In 1988 was de EKR < 0,3, in 1990 en 1998 ligt de EKR tussen 0,4 en 0,5, een duidelijke verbetering. Het aantal en daarmee het aandeel kenmerkende soorten is toegenomen, vooral mijten en kevers zoals de algemene kever *Laccophilus minutus*.

In de Wijde wetering (foto 3.3) is de EKR eerst toegenomen tot een maximum in 1997 en daarna weer afgenomen.



**Foto 3.3.** In de Groenlose Slinge (boven) is recent de muggenlarve *Polypedilum scalaenum* gevonden, een soort die een schone zandbodem en enige stroming nodig heeft. De foto onder geeft een beeld van de Wijde wetering, een plantenrijke watergang met onder meer Stijve waterranonkel en Pijlkruid.

### 3.2.2 VERANDERINGEN IN AANTALLEN ZELDZAME SOORTEN

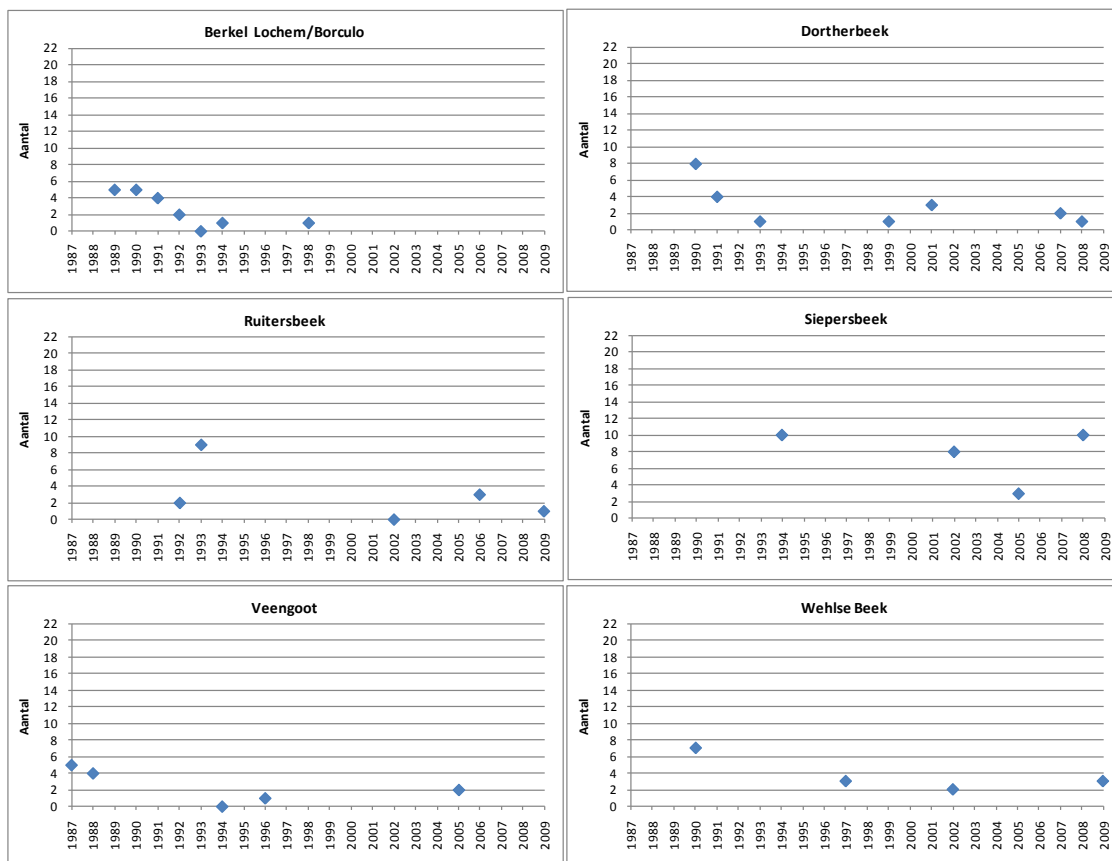
Voor de aantallen zeldzame soorten is een vergelijkbare analyse gedaan als bij de EKR. Ook hier laten maar weinig beektrajecten een duidelijke verandering tussen de drie perioden zien. Voor de beken met een toe- of afname van twee of meer zeldzame soorten zijn de aantallen zeldzame soorten uitgezet in een grafiek (figuren 3.7 t/m 3.9) en is de toe- of afname statistisch getoetst.

#### Afname van het aantal zeldzame soorten

Figuur 3.7 laat de beken zien waarin een afname van het aantal zeldzame soorten is waargenomen. De afname is echter voor geen enkele beek significant.

In de Siepersbeek is het aantal zeldzame soorten laag in 2005. In 2008 is het aantal zeldzame soorten weer even hoog als in 1994, namelijk 10. Hier is dus geen sprake van een afnemende trend.

In de andere beken is er sprake van een relatief hoog aantal zeldzame soorten in 1 of 2 monsters begin jaren negentig. Later zijn minder zeldzame soorten gevonden en schommelt het aantal. Hier lijkt eerder sprake te zijn van een andere manier van bemonsteren in deze beken begin jaren negentig dan dat er een afnemende trend is. Deze beken komen ook niet overeen met de beken die een afname van de EKR lieten zien. Er is waarschijnlijk geen relatie met de waterkwaliteit.



**Figuur 3.7** Veranderingen in het aantal zeldzame soorten voor de Berkel, Dortherbeek, Ruitersbeek, Veengoot, Wehlse beek en Siepersbeek. Er is geen sprake van een significante verandering ( $P > 0,05$ ).



#### Toename van het aantal zeldzame soorten

Figuur 3.8 geeft de aantallen zeldzame soorten weer voor acht beken. In de Kleine beek, de Snijdersveerbeek, de Vennevertlose beek en de Stuwbeek is sprake van een significante toename ( $P < 0,05$ ); in de Willinkbeek is de toename bijna significant ( $P = 0,09$ ). Daarnaast is het aantal zeldzame soorten in de Ratumse Beek en de Aastrang toegenomen. Door het lage aantal monsters in deze beken is er geen sprake van significantie.

In de Kleine beek is het verschil tussen het eerste monster in 1987 en het laatste monster in 2008 zeer groot (van 0 naar 15 zeldzame soorten). Ook de Ratumse Beek (foto 3.4), de Willinkbeek (foto 3.4) en de Vennevertlosebeek komen uiteindelijk op 15 zeldzame soorten of meer. Dat duidt op beken met een natuurlijke hydromorfologie, goede stroomsnelheid en goede zuurstofhuishouding. De aantallen in de Stuwbeek en de Snijdersveerbeek liggen enigszins lager. Voorbeelden van zeer zeldzame soorten die de laatste jaren in meerdere van deze beken aangetroffen zijn, zijn:

- de watermijt *Sperchonopsis verrucosa* (Ratumse Beek, Stuwbeek, Vennevertlose beek, Willinkbeek). Deze soort is alleen bekend uit de Geul en uit de Ratumse Beek en Willinkbeek. Het is een soort van stromende beken met mineraal substraat;
- *Paraleptophlebia submarginata*, een eendagsvlieg met een voorkeur voor zuurstofrijk snel stromend water, aangetroffen in de Kleine beek, Ratumse Beek, Stuwbeek, Vennevertlose beek en Willinkbeek;
- *Lithax obscurus*, een kokerjuffer van kleine beekjes met zand en grind als substraat en schoon water (Stuwbeek, Vennevertlose beek, Willinkbeek, Ratumse Beek).

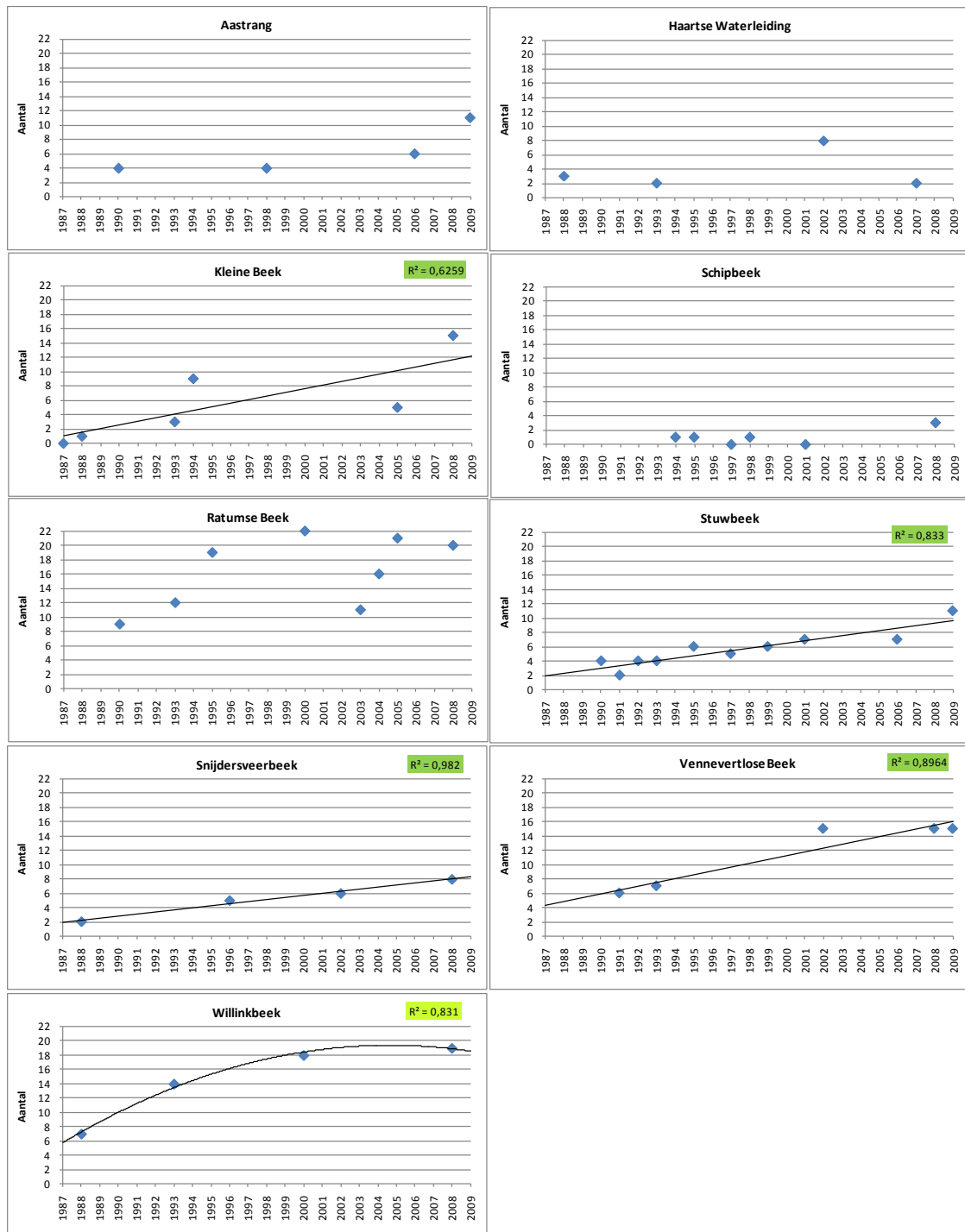
Er is geen relatie met een toename van de EKR voor deze beken. Blijkbaar hoeft een toename van het aantal zeldzame soorten nog niet te betekenen dat de EKR ook stijgt.

Voor de Haartse waterleiding en de Schipbeek is er geen toenemende trend. In deze beken schommelt het aantal zeldzame soorten.



**Foto 3.3.** De Ratumse Beek (boven) en de Willinkbeek zijn beken met een natuurlijke hydromorfologie, goede stroomsnelheid en goede waterkwaliteit. In droge perioden valt de Ratumse Beek wel droog.





**Figuur 3.8** Verandering in het aantal zeldzame soorten voor acht beken. Indien sprake is van een significante toename ( $P < 0,05$ ), dan is dit met de kleur donkergroen aangegeven. De toename in de Willinkbeek is bijna significant ( $P=0,09$ ).

### 3.2.3 INDELING IN GROEPEN

#### TWINSPAN-indeling

De clusteranalyse met TWINSPAN heeft geresulteerd in zeven groepen (de monsters zijn drie keer opgesplitst in twee groepen en twee groepen zijn daarna samengevoegd). Verdere opsplitsing bleek niet zinvol te zijn. Iedere groep bevat monsters met een overeenkomende soortensamenstelling. De biotische en abiotische kenmerken van de groepen zijn beschreven in kader 3.2. De groepen zijn verder gevisualiseerd in twee DCA-diagrammen (fig. 3.9 en 3.10). De indicatorsoorten en gemiddelde EKR-waarden per KRW- type voor de TWINSPAN-groepen zijn vermeld in tabel 3.4.

#### **Kader 3.2 Beschrijving van de zeven TWINSPAN-groepen van de grenswateren**

De TWINSPAN-analyse heeft geleid tot zeven goed herkenbare groepen. De eerste vier groepen bevatten de stilstaande tot langzaam stromende, niet beschaduwde wateren met veel vegetatie (L-groepen, langzaam stromende wateren). De indicatoren die hierbij horen zijn slakken zoals *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis* en *Anisus vortex*. Ook de eendagsvliegen *Caenis horaria* en *Cloeon dipterum* komen hier veel voor.

De groepen **LK** (langzaamstromend, klein) en **LP** (langzaam stromend, planten) bevatten de monsters van wateren met betere waterkwaliteit (minder organische belasting, betere zuurstofhuishouding en minder slib op de bodem). Deze groepen bestaan vooral uit monsters uit latere jaren. De groep LK bevat vooral de kleinere wateren, R13, R4 en R5.

De andere twee groepen (**LB**: langzaam stromend, belast en **LSB**: langzaam stromend tot stilstaand, belast) zijn organisch belast, bevatten veel slib en hebben een slechtere zuurstofhuishouding. De laatste, LSB bevat wateren met lagere stroomsnelheid waardoor nog minder soorten aanwezig zijn die afhankelijk zijn van een goede zuurstofhuishouding. De EKR is hier het laagste. Beide groepen bevatten vooral monsters uit eind jaren tachtig en begin jaren negentig.

De andere drie groepen bevatten de stromende wateren (S-groepen). Het verschil tussen de groepen is veel groter dan voor de langzaam stromende wateren het geval is. Hierdoor is er slechts één indicator voor deze groepen samen, namelijk de steenvlieg *Nemoura cinerea*. Dit is vooral een soort van stromend water maar deze soort is niet erg kritisch. De groepen bestaan vooral uit de watertypen R3, R4, R5 en R13. R6 komt in deze groepen niet voor. Alle beken van het type R6 zijn open en genormaliseerd en komen daardoor in de L-groepen terecht.

Groep **SN** (stromend, natuurlijk) is in feite de natuurlijke referentie voor deze beken. Deze groep bevat de mooiste beken met een betere waterkwaliteit. De beken zijn beschaduwd en bevatten een variatie aan structuur en bodemhabitats (zoals grind, detritus en zand). Voor R4 is de gemiddelde EKR 0,7 en voor R5 zelfs 0,88. Typische soorten van stromend water in deze groep zijn de zeldzame steenvlieg *Amphinemura standfussi*, de eendagsvlieg *Ephemera danica*, de muggenlarve *Stictochironomus* (waarschijnlijk *maculipennis*, een stromend water soort), en de kevers *Halesus radiatus/digitatus*, *Elmis aenea* en *Elodes minuta*.

Groep **SB** bevat de beken van dezelfde typen maar de soorten indiceren een lagere stroomsnelheid en/of de aanwezigheid van slib op de bodem. De muggenlarve *Paratendipes albimanus* die indicatief is voor deze groep leeft op een bodem met veel fijn organisch materiaal of slib. De EKR is in groep SB duidelijk lager dan in groep SN, zowel voor R4 (0,44) als voor R5 (0,62).

Groep SB bevat monsters uit alle perioden, groep SN bevat relatief meer monsters uit latere jaren. De verschillen in soortensamenstelling tussen beide groepen duiden op een verschil in mate van organische belasting.

Groep **SIJ** (stromend, ijzerrijk) is een samenvoeging van twee groepen. Het onderscheid tussen deze twee groepen was zeer klein, bovendien bevatte één van deze groepen maar twee monsters. De groep bestaat alleen uit wateren van het type R4. Er komen nauwelijks typische stromend water soorten voor, zelfs vlokreeften zijn maar in enkele monsters aangetroffen. Deze groep bevat 'rode beken', beken met ijzerrijk water en zeer veel neerslag van ijzervlokken. Op de bodem bevindt zich een ijzerrijke sliblaag. Bovendien is het nutriëntengehalte in deze beken hoog. Weinig soorten kunnen in de ijzerrijke sliblaag overleven.

**Tabel 3.3.** Indicatorsoorten, habitatpreferentie, voedselstrategie, milieu en gemiddelde EKR-waarden per KRW- type voor de TWINSPAN-groepen. De onderscheiden groepen zijn in de DCA-diagrammen (fig. 3.9 en 3.10) met dezelfde kleuren en symbolen weergegeven. Zie ook de opmerking in het bijschrift van tabel 3.2.

| Milieu                                  | Genormaliseerde beken met vegetatie                                                             |                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                        | Natuurlijke stromende beken                                              |                                                                                                                           |                  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Indicatoren                             | <i>Bithynia tentaculata, Valvata piscinalis, Caenis horaria, Anisus vortex, Cloeon dipterum</i> |                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                        | <i>Nemoura cinerea</i>                                                   |                                                                                                                           |                  |
| Habitat-preferentie en voedselstrategie | grazers & verzamelaars                                                                          |                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                        | zuurstofminnend                                                          |                                                                                                                           |                  |
| Beektype                                | kleine beken                                                                                    |                                                                                   | grote beken                                                                                                                                    |                                                        | natuurlijke hydromorfologie, hoge stroomsnelheid,                        |                                                                                                                           | ‘rode beken’     |
| Indicatoren                             | <i>Planorbarius corneus, Haliplus lineatocollis</i>                                             |                                                                                   | <i>Mideopsis orbicularis, Piscicola geometra, Ischnura elegans, Gammarus roeseli</i>                                                           |                                                        | <i>Gammarus pulex, Halesus radiatus/digitatus, Erpobdella octoculata</i> |                                                                                                                           | -                |
| Habitat-preferentie en voedselstrategie | grazers op algen                                                                                |                                                                                   | detritivoren + parasieten op vis                                                                                                               |                                                        | detritivoren                                                             |                                                                                                                           |                  |
| Milieu                                  | kleine plantenrijke, voedselrijke genormaliseerde beken                                         | organisch belaste genormaliseerde beken, langzaam stromend                        | organisch belaste beken, stilstaand                                                                                                            | grote plantenrijke, voedselrijke genormaliseerde beken | organisch belaste, stromende beken                                       | natuurlijke, stromende beken                                                                                              | ijzerrijke beken |
| Indicatoren                             | <i>Micropsectra, Haliplus lineatocollis</i>                                                     | <i>Cloeon dipterum, Hygrotus versicolor, Gyraulus albus, Helobdella stagnalis</i> | <i>Corynoneura scutellata</i> agg., <i>Endochironomus albipennis, Ophidionais serpentina, Chironomus riparius, Parachironomus gr. arcuatus</i> | <i>Tubificidae, Gammarus roeseli</i>                   | <i>Paratendipes albimanus</i>                                            | <i>Amphinemura standfussi, Elodes minutes, Ephemera danica, Elmis aenea, Stictochironomus, Halesus radiatus/digitatus</i> |                  |
| Habitat-preferentie en voedselstrategie | knipper + filteraar; brede zuurstoftolerantie                                                   | grazer + predator; indifferent t.o.v. zuurstof                                    | detritivoren; indifferent t.o.v. zuurstof                                                                                                      | relatief hoge zuurstofbehoefte                         | grazer; relatief brede zuurstoftolerantie                                | knippers en vergaarders; hoge zuurstofbehoefte                                                                            |                  |
| Groep                                   | LK                                                                                              | LSB                                                                               | LB                                                                                                                                             | LP                                                     | SB                                                                       | SN                                                                                                                        | SIJ              |
| Symbool                                 | ○                                                                                               | ○                                                                                 | ○                                                                                                                                              | ○                                                      | □                                                                        | □                                                                                                                         | □                |
| EKR M1a                                 |                                                                                                 | 0,31                                                                              |                                                                                                                                                |                                                        |                                                                          |                                                                                                                           |                  |
| EKR M3                                  |                                                                                                 | 0,42                                                                              |                                                                                                                                                | 0,54                                                   |                                                                          |                                                                                                                           |                  |
| EKR R13                                 | 0,47                                                                                            |                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                        | 0,39                                                                     |                                                                                                                           |                  |
| EKR R3                                  |                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                        | 0,52                                                                     | 0,49                                                                                                                      |                  |
| EKR R4                                  | 0,35                                                                                            |                                                                                   | 0,32                                                                                                                                           | 0,33                                                   | 0,44                                                                     | 0,70                                                                                                                      | 0,45             |
| EKR R5                                  | 0,38                                                                                            | 0,30                                                                              | 0,35                                                                                                                                           | 0,37                                                   | 0,62                                                                     | 0,88                                                                                                                      |                  |
| EKR R6                                  |                                                                                                 | 0,29                                                                              | 0,36                                                                                                                                           | 0,41                                                   |                                                                          |                                                                                                                           |                  |

#### Wateren kunnen in de tijd van TWINSPAN-groep veranderen

Beken die door de jaren heen verschuiven van de ene groep naar de andere, veranderen wat betreft soortensamenstelling. Tabel 3.4 laat zien in welke groep de monsters uit verschillende jaren terechtkomen. Er blijken grofweg twee typen wateren te zijn: de stilstaande tot langzaam stromende genormaliseerde beken en weteringen en de stromende, natuurlijk ingerichte beken. In beide typen zijn veranderingen zichtbaar.

De stilstaande tot langzaam stromende genormaliseerde beken schuiven op van groep LSB of LB (belaste beken) naar groep LP (en in sommige gevallen groep LK). De verandering in soortensamenstelling duidt op een afname van organische belasting en een verbetering van de zuurstofhuishouding (zie beschrijving van de groepen in kader 3.2). Deze verbetering in waterkwaliteit is in de EKR nauwelijks terug te zien. Alleen de monsters uit wateren van het M3- type laten een hogere EKR zien in groep LP (tabel 3.3). Voor de R-typen blijft het resultaat op de KRW- maatlat uit. De EKR voor R4, R5 en R6 is iets hoger in de groepen LK en LP dan in LSB en LB, maar het verschil is miniem. Dit komt doordat soorten die karakteristiek zijn voor stromende wateren ook in groep LP nog steeds ontbreken. De waterkwaliteit in groep LP is dan wel beter, het blijven langzaam stromende tot stilstaande wateren.

Enkele beken met een natuurlijke hydromorfologie en voldoende stroming laten ook een verschuiving zien, namelijk van groep SB of SIJ naar groep SN. Ook voor deze beken geldt dat de verandering in soortensamenstelling duidt op een verbetering van de zuurstofhuishouding (door een afname van organische belasting). Soorten indicatief voor slib en organische belasting zijn in aantal en abundantie afgenomen. Groep SN is in feite de referentietoestand voor de stromende natuurlijke beken. De EKR bevestigt dit, deze is voor de typen R4 en R5 duidelijk hoger in groep SN dan in groep SB en SIJ (tabel 3.4).

Tabel 3.4 geeft per beektraject aan in welke groep de wateren door de jaren heen vallen. Dit is ook gevisualiseerd in enkele DCA-diagrammen (fig. 3.11 en 3.12).

#### *Wateren die van groep zijn veranderend*

Veel wateren zijn opgeschoven van een organische belaste groep naar een groep die wordt gekenmerkt door een betere zuurstofhuishouding en minder slib. Het effect is in de meeste gevallen niet terug te zien in de EKR of het aantal zeldzame soorten. Per groep van beektrajecten worden de veranderingen kort besproken.

- Beide trajecten van de Wehlse beek zijn opgeschoven van groep LSB naar groep LK: een verbetering van de waterkwaliteit. In het traject bij de Liemersweg is het aantal zeldzame soorten afgenomen (niet significant) ondanks de verbetering van de waterkwaliteit.
- De volgende beken zijn opgeschoven van groep LSB of LB naar groep LP en hebben dus een betere waterkwaliteit (minder organische belasting) gekregen: Barchemse veengoot, Wijde Wetering, Nieuwe beek, Keizersbeek, Veengoot, Voorste beek, Baakse beek (beide trajecten), Oude IJssel, Berkel, Dortherbeek, Boven Slinge (Poelsbrug Varsseveld). Alleen in de Wijde wetering en de Oude IJssel heeft de toename in waterkwaliteit geresulteerd in een hogere EKR (alleen significant in de Oude IJssel). In de Veengoot, de Berkel en de Dortherbeek is het aantal zeldzame soorten afgenomen (niet significant).
- De Beurzerbeek (beide trajecten) is in ecologische kwaliteit afgenomen. De monsters zijn verschoven van groep SB naar groep LB/LP. Dit wordt veroorzaakt door een toename van slib op de bodem, door de aanplant van elzen op de oevers. Deze afname komt ook tot uiting in een significante afname in EKR.
- De Ruitersbeek, de Groenlose Slinge en de Haartse waterleiding zijn opgeschoven van groep LK, LP en LB naar groep SB. Dit duidt op een verbetering van stromingscondities of een afname van de hoeveelheid slib. Ten opzichte van de natuurlijke beken, SN is echter nog steeds sprake van organische belasting door overstorten of effluent.
- Vier beken, namelijk de Stuwbeek, de Dambeek, de Kleine beek en de Ratumse beek zijn van groep SB of SIJ opgeschoven naar groep SN, de groep beken met de meeste bijzondere stromend water soorten. Dit is voor de Stuwbeek (significant), Kleine beek (significant) en Ratumse beek (niet significant) terug te zien in een toename van het aantal zeldzame soorten. De EKR is niet veranderd. Dit betekent dat er geen verandering is in de verhouding tussen de abundanties van positief dominante en kenmerkende versus negatief dominante soorten.



*Wateren die niet van groep zijn veranderd*

De volgende beken vallen constant in dezelfde groep. In sommige gevallen is wel de EKR of het aantal zeldzame soorten toe- of afgenomen:

- De Rode beek laat geen verandering zien. De monsters van deze beek vielen altijd in groep LK.
- De beektrajecten Duivense Wetering, Grote beek, Oisterwijkse vloed, en Zevenaarse wetering hebben een soortensamenstelling die duidt op belaste genormaliseerde beken; vrijwel alle monsters vallen in groep LSB.
- De Oude Rijn heeft na 1988 alle monsters in groep LB. Groep LB bevat over het algemeen wat grotere, genormaliseerde beken. Dit klopt ook voor de Oude Rijn (R6). Het water is voedselrijk.
- De Aastrang, de Berkel, de Bielheimerbeek en de Schipbeek hebben alle monsters in groep LP. Dit betekent dat de waterkwaliteit in deze beken altijd relatief goed is geweest. In de Aastrang is wel het aantal zeldzame soorten toegenomen, in de Bielheimerbeek is de EKR toegenomen (beide echter niet significant). De Boven Slinge (bij Miste), de Schaarsbeek en de Zoddebeek schommelen tussen groep LSB/SB en LP maar hebben de meeste monsters in groep LP. Ook hier is niet duidelijk een trend waar te nemen.
- De Limbeek, Rozendaalse beek (foto 3.4), Vosseveldse beek, Vennevertlosebeek, Siepersbeek, Snijdersveerbeek en Willinkbeek hebben gedurende de gehele periode een soortensamenstelling gehad die karakteristiek is voor beken met een natuurlijke hydromorfologie en goede zuurstofhuishouding. Deze beken hebben alle monsters op 1 na in groep SN. Voor de Vennevertlose beek, de Snijdersveerbeek en de Willinkbeek is het aantal zeldzame soorten nog toegenomen (significant in de eerste twee beken). In de Snijdersveerbeek is wel de EKR afgenomen (niet significant).
- De Weijenborgse beek, de Lievevelderbeek en de Vragenderbeek vormen samen groep SIJ. Alle monsters van deze beken vallen in deze groep. Er is geen verandering opgetreden, uitgezonderd de EKR van de Lievevelderbeek die een dalende trend vertoont.



**Foto 3.4.** De relatief snel stromende Rozendaalse beek, die haar oorsprong heeft aan de Veluwerand heeft gedurende de gehele onderzoeksperiode een soortensamenstelling gehad die karakteristiek is voor beken met een natuurlijke hydromorfologie en een goede waterkwaliteit.

**Tabel 3.4.** De TWINSpan-groep waarin de monsters van de beken vallen, weergegeven per bemonsteringsjaar. De laatste 3 kolommen geven respectievelijk weer de verandering van groep, de verandering in KRW-EKR en de verandering in aantallen zeldzame soorten (+=toename, -=afname, s=significante toe- of afname).

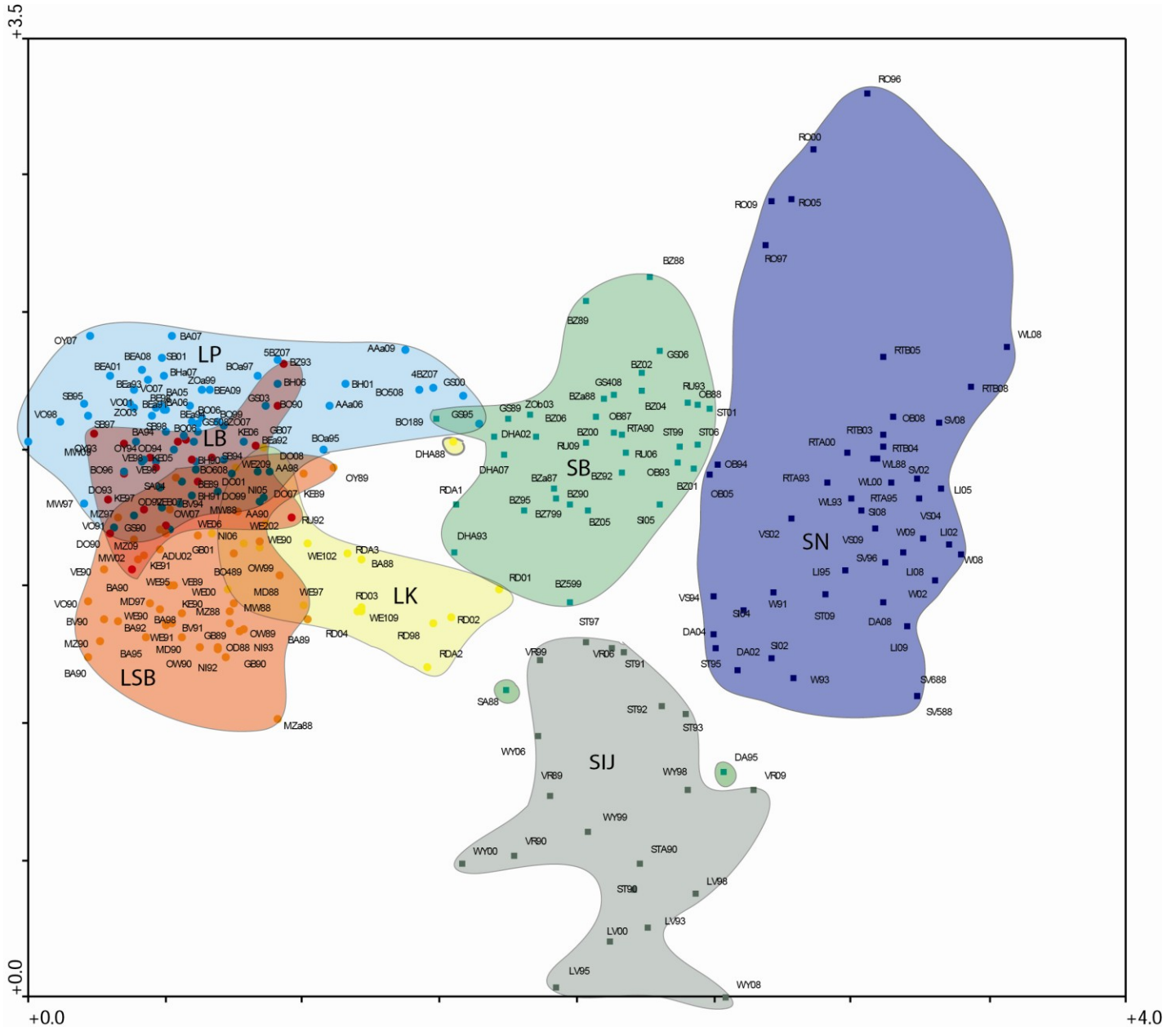
| Traject | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | Verand. | KRW | Zeldz |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----|-------|
| WEB01   |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LK   |      |      |      |      | LK   |      |      |      |      |      |      | LK   | +       |     | -     |
| WEB02   |      |      |      | LSB  | LSB  |      |      |      | LSB  |      |      |      |      | LK   |      | LK   |      |      |      | LK   |      |      |      | +       |     |       |
| RDB     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LK   |      |      | SB   | LK   | LK   | LK   |      |      |      |      |      | =       |     |       |
| DUW     |      | LSB  |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      |      | =       |     |       |
| GRB01   |      |      | LSB  | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      | LP   | LSB  |      | =       |     |       |
| OWV     |      |      | LSB  | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      | LK   |      |      |      |      |      |      |      | LSB  |      |      | =       |     |       |
| ZEW     |      | LSB  |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LSB  | =       |     |       |
| ODR00   |      | LSB  |      |      |      | LB   | LB   | LB   | LB   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | =       |     |       |
| BAV01   |      |      |      | LSB  | LSB  |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   | +       |     |       |
| WIW     |      | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LP   | +       | +   |       |
| NIB     |      |      |      |      |      | LSB  | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   | LK   |      |      |      | +       |     |       |
| KEB01   |      |      | LSB  | LP   | LSB  |      |      |      |      |      | LP   |      |      | LP   |      |      |      |      | LP   | LP   |      |      |      | +       |     |       |
| VEG02   |      |      | LSB  | LSB  |      |      |      |      |      | LP   |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | +       |     | -     |
| BOS02   |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      | LP   |      | LP   |      | +       |     |       |
| VOB     |      |      |      | LSB  | LP   |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | LP   |      |      |      |      |      | LP   |      |      | +       |     |       |
| BAB01   |      | LK   |      | LSB  |      | LSB  |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   | LP   |      |      |      | +       |     |       |
| BAB02   |      |      | LSB  | LB   |      |      |      | LP   |      |      |      | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | +       |     |       |
| OIJ02   |      |      | LSB  | LB   | LB   | LB   | LB   | LB   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | +       | +   |       |
| BER02   |      |      | LB   | LB   | LP   | LB   | LB   | LP   |      |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | +       |     | -     |
| DOB     |      |      |      | LB   | LB   |      | LB   |      |      |      |      |      | LP   |      | LP   |      |      |      |      |      | LP   | LK   |      | +       |     | -     |
| AAS01   |      |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | LP   | =       |     | +     |
| BERA3   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      | LP   | LP   | =       |     |       |
| BHB01   |      |      |      | LP   | LP   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      |      | LP   | LP   |      |      | =       | +   |       |
| BOS01   |      |      | SB   | LB   |      |      |      |      | LP   |      | LP   |      |      |      |      |      |      |      |      | LSB  |      | LP   |      | =       |     |       |
| SAB01   |      | SB   |      | LSB  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      |      | LP   | =       |     |       |
| SBK60   |      |      |      |      |      |      |      | LP   | LP   |      | LP   | LP   |      |      | LP   |      |      |      |      |      |      | LP   |      | =       |     |       |
| ZOB     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      |      | SB   |      |      |      | LP   |      |      | =       |     |       |
| BZB01   | SB   | SB   |      |      |      |      | LB   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | LP   |      |      | -       | -   |       |
| BZB00   |      | SB   | SB   | SB   |      | SB   |      |      | SB   |      |      |      | SB   | SB   | SB   | SB   |      | SB   | SB   | SB   | LP   |      |      | -       | -s  |       |
| RUB     |      |      |      |      |      | LB   | SB   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | SB   |      |      | SB   | +       |     |       |

Evaluatie macrofauna-onderzoek WRIJ

| Traject | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | Verand. | KRW | Zeldz |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----|-------|
| GRS11   |      |      | SB   | LP   |      |      |      |      | LP   |      | LP   |      |      | LP   |      |      | LP   | LP   |      | SB   |      | SB   |      | +       |     |       |
| HAW     |      | LK   |      |      |      |      | SB   |      |      |      |      |      |      |      |      | SB   |      |      |      |      | SB   |      |      | +       |     |       |
| STB     |      |      |      | SIJ  | SIJ  | SIJ  | SIJ  |      | SN   |      | SIJ  |      | SB   |      | SB   |      |      |      |      | SB   |      |      | SN   | +       |     | +s    |
| DAM01   |      |      |      |      |      |      |      |      | SB   |      |      |      |      |      |      | SN   |      | SN   |      |      |      | SN   |      | +       |     |       |
| OBB01   | SB   | SB   |      |      |      |      | SB   | SN   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      | SN   |      | +       |     | +s    |
| RTB     |      |      |      | SB   |      |      | SN   |      | SN   |      |      |      |      | SN   |      |      | SN   | SN   | SN   |      |      | SN   |      | +       |     | +     |
| LIM01   |      |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      | SN   |      |      | SN   | SN   | =       |     |       |
| ROB06   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | SN   | SB   |      |      | SN   |      |      |      |      | SN   |      |      |      | SN   | =       |     |       |
| VSV     |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      | SN   |      |      |      |      | SN   | =       |     |       |
| VVB     |      |      |      |      | SN   |      | SN   |      |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      | SN   | SN   | =       |     | +s    |
| SIP     |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      | SB   |      |      | SN   |      | =       |     |       |
| SVB     |      | SN   |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      | SN   |      | =       | -   | +s    |
| WLB     |      | SN   |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      |      | SN   |      |      |      |      |      |      |      | SN   |      | =       |     | +     |
| WEY     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | SIJ  | SIJ  | SIJ  |      |      |      |      |      | SIJ  |      | SIJ  |      | =       |     |       |
| LVD01   |      |      |      |      |      |      | SIJ  |      | SIJ  |      |      | SIJ  |      | SIJ  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | =       | -   |       |
| VRB     |      |      | SIJ  | SIJ  |      |      |      |      |      |      |      |      | SIJ  |      |      |      |      |      |      | SIJ  |      |      | SIJ  | =       |     |       |

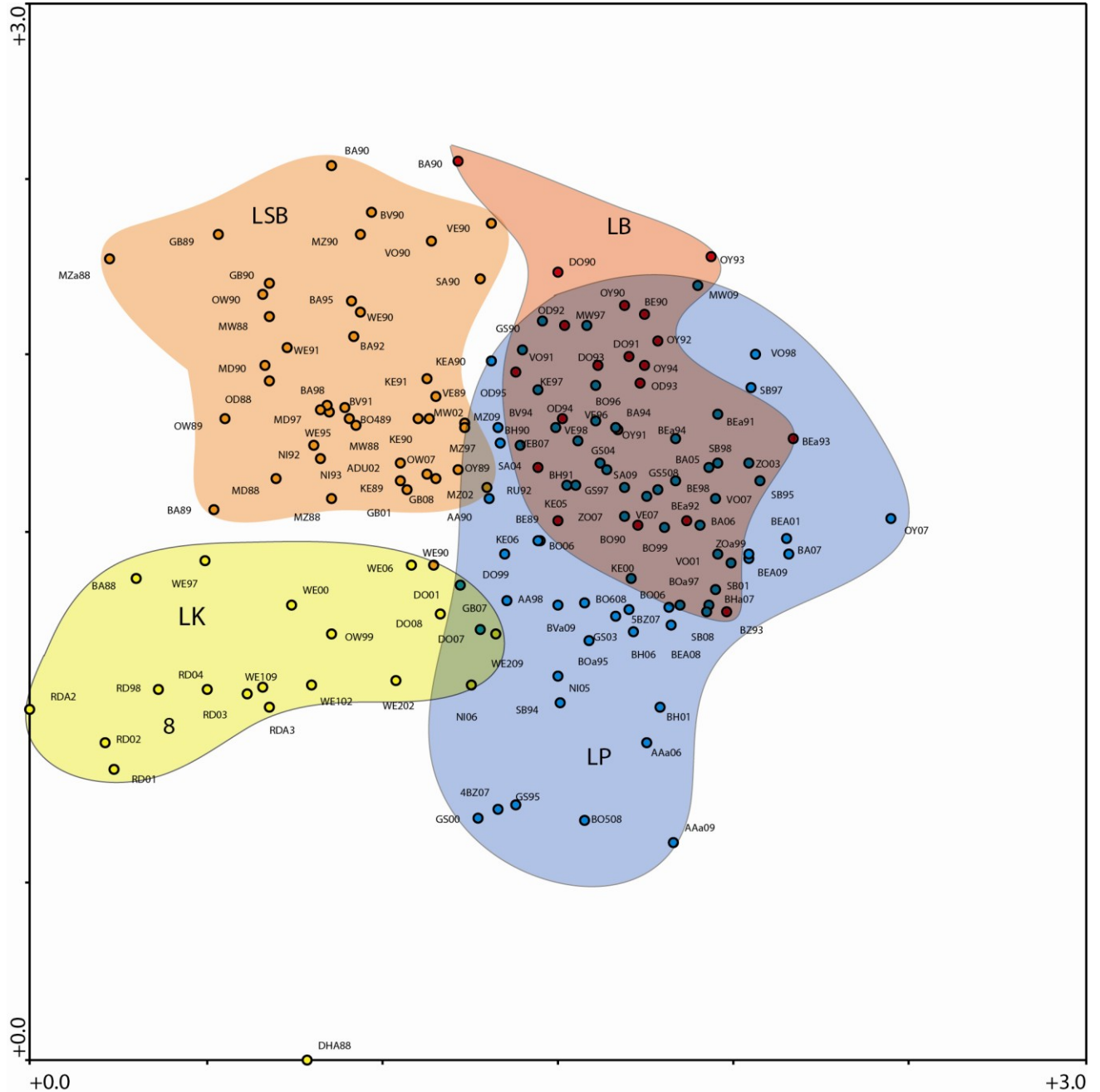
### Ordinatie- analyse

Het ordinatiediagram (fig. 3.9) laat een gradiënt zien van links naar rechts van stilstaande naar snel stromende wateren. De L-groepen bevatten stilstaande tot langzaam stromende wateren en liggen links in het diagram. De groep met natuurlijke snel stromende wateren (SN) is helemaal rechts in het diagram te zien en de groepen SB en SIJ in het midden. Uit het diagram blijkt ook dat de verschillen tussen de L-groepen veel kleiner zijn dan de verschillen tussen de S-groepen. De monsters van de L-groepen liggen dicht op elkaar en de groepen zijn moeilijk te onderscheiden. Daarom is een tweede ordinatie uitgevoerd waarbij alleen de monsters uit deze groepen zijn meegenomen (figuur 3.12).



**Figuur 3.9.** DCA-diagram van de monsters uit de dataset 'trendanalyse overige beken'. De L-groepen bevatten de stilstaande tot langzaam stromende wateren met veel vegetatie. De indicatoren die hierbij horen zijn slakken zoals *Bithynia tentaculata*, *Valvata piscinalis* en *Anisus vortex*. Ook de eendagsvliegen *Caenis horaria* en *Cloeon dipterum* komen hier veel voor. De S-groepen bevatten de stromende wateren. Typische soorten hiervoor zijn o.a. de zeldzame steenvlieg *Amphinemura standfussi*, de eendagsvlieg *Ephemera danica* en de kevers *Halesus radiatus/digitatus*, *Elmis aenea* en *Elodes minuta*. Groep SN kan beschouwd worden als de natuurlijke referentie. De eigenwaarden van de assen 1 en 2 zijn respectievelijk 0,516 en 0,192.

In figuur 3.10 liggen de monsters nog steeds erg dicht op elkaar, maar de vier groepen zijn wel beter te onderscheiden. Groep 9 en 10 liggen bovenin het diagram, groep 8 en 11 onderin. Dit duidt op een gradiënt van slechtere naar betere waterkwaliteit van boven naar beneden. Van links naar rechts is er een gradiënt van kleine (groep 8 en 9) naar grote wateren (groep 10 en 11).

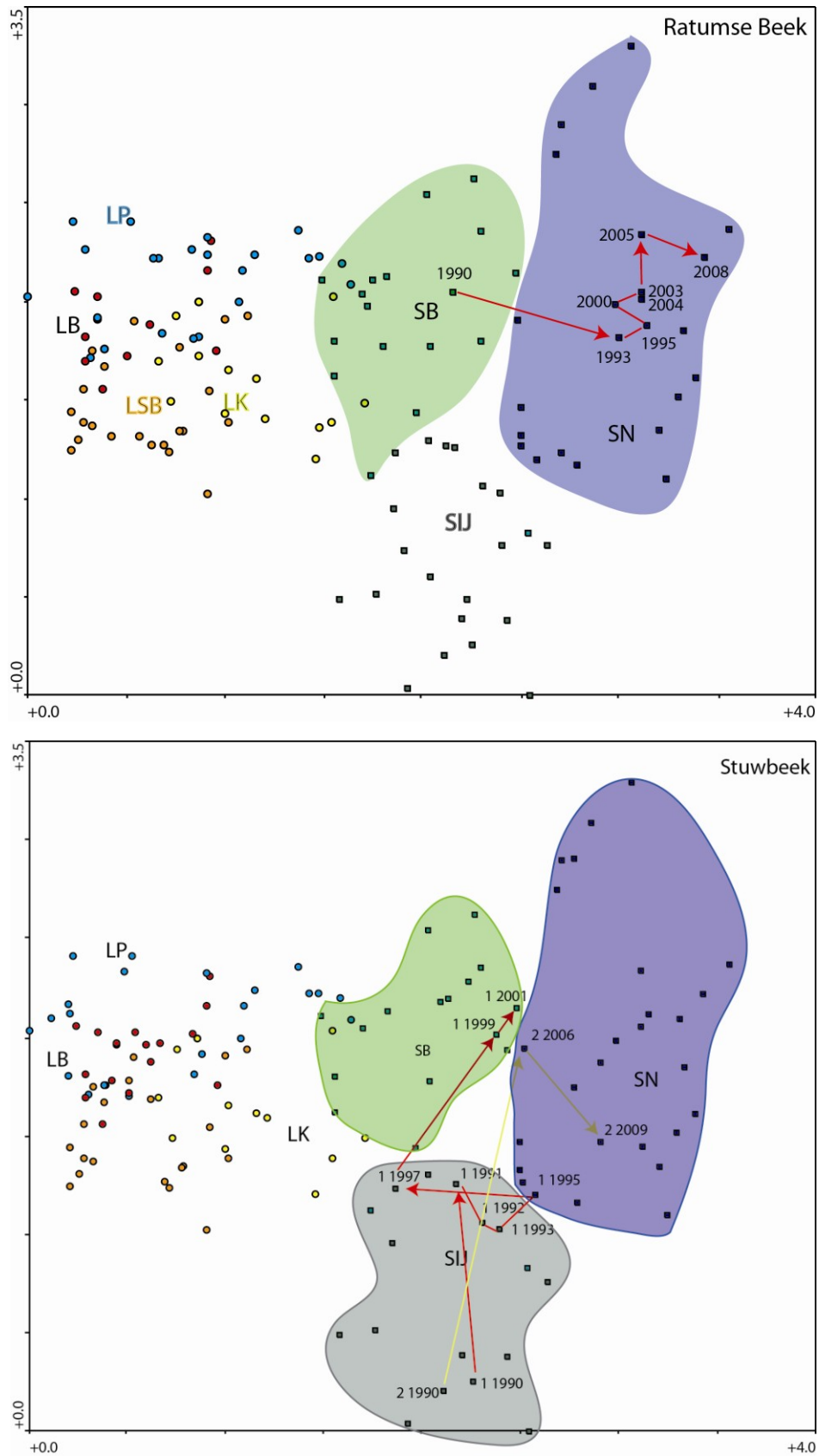


**Figuur 3.10.** DCA-diagram met alleen de monsters uit de L-groepen. De eigenwaarden van de assen 1 en 2 zijn respectievelijk 0,192 en 0,164.

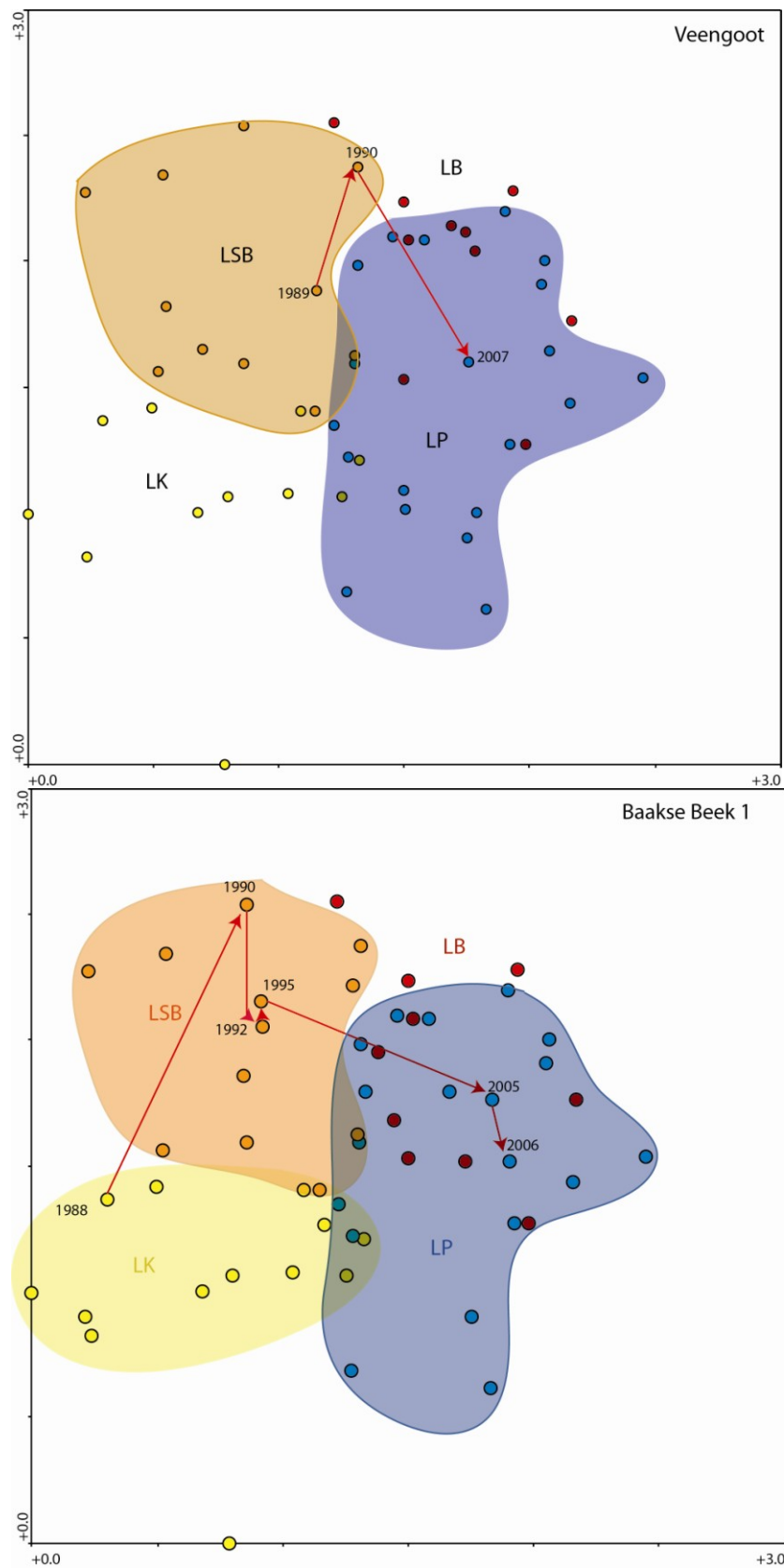
*Verandering van TWINSpan-groepen voor enkele beken gevisualiseerd in DCA-diagrammen*

Zoals hiervoor uiteen is gezet, zijn veel beken opgeschoven van een groep van lage waterkwaliteit naar een groep die wordt gekenmerkt door een hogere waterkwaliteit. Voor een aantal beken is dit gevisualiseerd in DCA-diagrammen (fig. 3.11 en 3.12; bijlage 6).

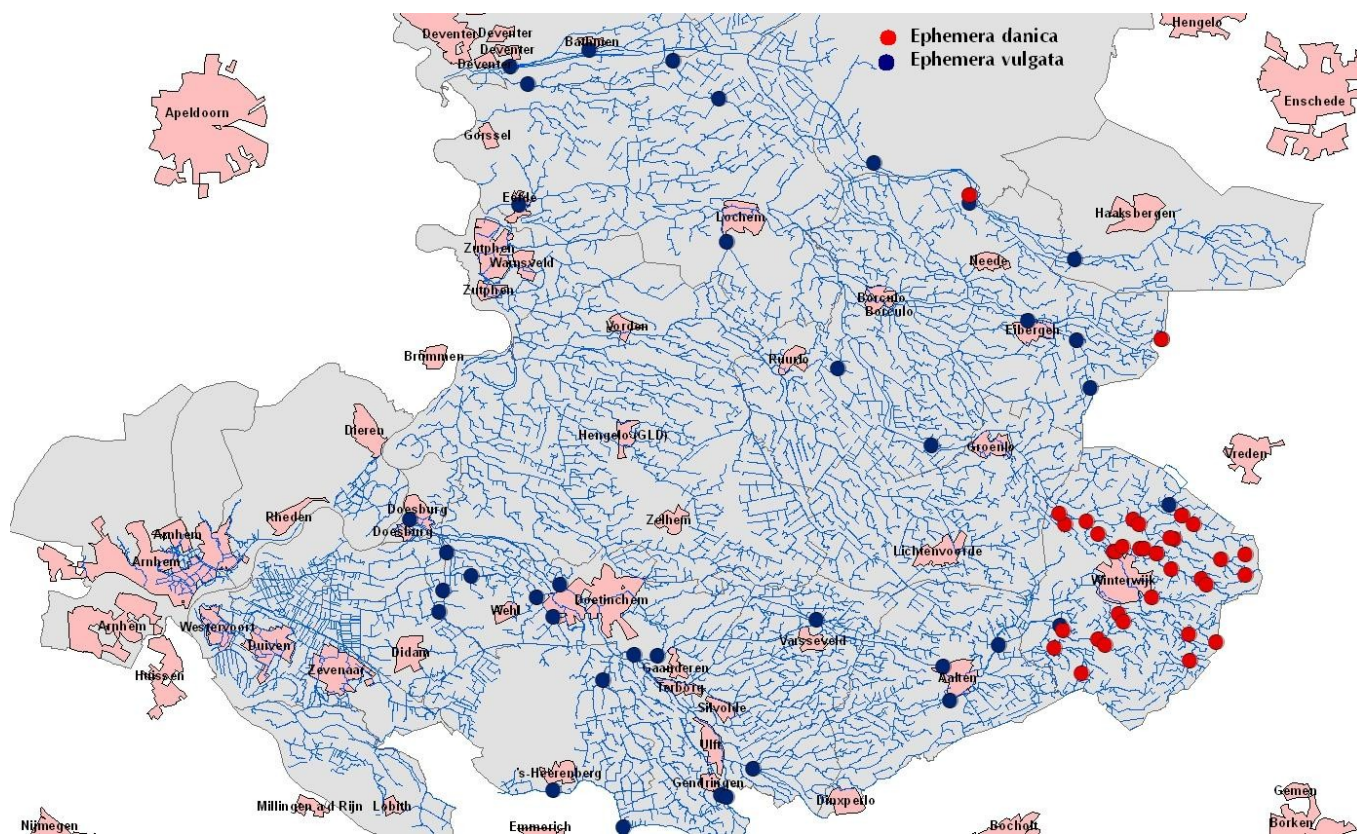




**Figuur 3.11.** Verschuivingen van de macrofaunameetpunten in de tijd. Voor de Ratumse beek en de Stuwbeek zien we een verschuiving van kwalitatief minder goede groepen naar groep SN, de referentie voor de Achterhoekse beken. Rood: Stuwbeek 1 (STB01); geel: Stuwbeek 2 (STB02). Voor ontwikkeling andere wateren: zie bijlage 6.



**Figuur 3.12.** Ook voor langzaam stromende wateren als Veengoot en Baakse Beek zien we in de tijd een verschuiving van kwalitatief minder goede groepen (LK en LSB die gekenmerkt worden door soorten die organische belasting aangeven) naar groep LP met soorten die duiden op een goede waterkwaliteit. Voor ontwikkeling andere wateren: zie bijlage 6.



**Foto 4.1.** De eendagsvlieg *Ephemera danica* is een stromingsminnende soort van de natuurlijke beken rond Winterswijk. *Ephemera vulgata* komt in grotere wateren voor. Foto en kaart: Bert Klutman.

## 4 Macrofauna in relatie tot het milieu

### 4.1 INDELING IN GROEPEN

De beschikbare dataset is door TWINSPAN in twee hoofdgroepen verdeeld (tabel 4.1):

1) de groep met de steenvlieg *Nemoura cinerea* en de watermijten *Lebertia inaequalis* en *Hygrobates nigromaculatus*. In deze groep bevinden zich de min of meer natuurlijke (Winterswijkse) beken. In deze groep komen veel bijzondere stromingminnende beeksoorten voor zoals de zeldzame beekschaatsenrijder *Aquarius najas*, de eendagsvlieg *Ephemera danica* (foto 4.1), de kever *Elodes minuta* en de steenvlieg *Amphinemura standfussi*. De soorten indiceren kleinere beken die beschaduwd zijn en door de natuurlijke dynamiek en goede stroming een grote variatie aan habitats herbergen, zoals grindbanken, zand, grof en fijn detritus.

2) de groep met de haften *Caenis horaria* en *Cloeon dipterum* en de slakken *Anisus vortex* en *Lymnaea stagnalis*. Tot deze groep behoren de grenspunten van Aastrang, Berkel en Buurserbeek en de overige, veelal genormaliseerde beken en wettingen. Deze groep is soortenrijk en bevat veel soorten kevers, mijten, slakken, kokerjuffers en wantsen. De soorten duiden op langzaam stromend water met een goede zuurstofhuishouding (dus een voldoende waterkwaliteit). Voorbeelden zijn de kokerjuffer *Molanna angustata*, een soort van langzaam stromend water en de muggenlarve *Clinotanypus nervosus* die vooral in gekanaliseerde beken voorkomt en juist in snel stromende wateren ontbreekt doordat er te weinig slib is.

Van groep 1 is bij de tweede TWINSPAN-deling de Weijenburgse beek van de overige beken van deze groep afgesplitst. In het ordinatiediagram (fig. 4.1) neemt deze beek ook een aparte positie in. In tabel 4.1 is de Weijenburgse Beek echter niet als 'groep' apart gezet, maar tussen haakjes. Deze afsplitsing is gebeurd op grond van het voorkomen van larven van de *Eriopterinae*, een soortengroep die behoort tot de *Limoniidae* (Stelmuggen). Verder wijkt deze beek af doordat veel beeksoorten die in de overige beken van groep 1 voorkomen hier ontbreken. Uit de trendanalyse is dit ook al gebleken. Het ontbreken van veel soorten hangt samen met de moeilijke leefomstandigheden door een laag van ijzervlokken op de bodem van de beek en de hoge nutriëntengehalten.

Groep 2 is bij de tweede TWINSPAN-deling, op basis van de aan- of afwezigheid van de kokerjuffer *Ceraclea dissimilis*, gesplitst in twee deelgroepen: 2a, waarin *C. dissimilis* voorkomt, en 2b, waarin *C. dissimilis* ontbreekt. *C. dissimilis* is een Rode Lijstsoort, die als larve voorkomt in stromend water op grind en stenen, maar ook op planten en grof organisch materiaal (Higler 2008).

Groep 2a bevat naast *Ceraclea dissimilis* nog meer soorten van grotere stromende wateren zoals *Calopteryx splendens*, de weidebeekjuffer, die een open structuurrijke beek nodig heeft (met water- en/of oevervegetatie). Ook de eendagsvlieg *Heptagenia flava*, de wants *Aphelocheirus aestivalis* en de kokerjuffer *Hydropsyche pellucidula* komen hier voor. Deze soorten worden vaak in wat grotere stromende wateren gevonden. *Hydropsyche pellucidula* en *Heptagenia flava* hebben grind of stenen nodig als substraat. Dit komt alleen voor bij hoge stroomsnelheid. De groep betreft de Aastrang en de Berkel en Buurserbeek aan de grens, de stromende grotere beken.

Groep 2b wordt gekenmerkt door slakken zoals *Valvata piscinalis*, *Planorbis carinatus* en *Anisus vortex*. Het hoge aantal soorten en individuen slakken duidt op het voorkomen van veel vegetatie in langzaam stromend tot stilstaand water. Een andere kenmerkende soort is *Cloeon dipterum*, een zeer tolerante eendagsvlieg die in goed stromende wateren ontbreekt. Verder komen verspreid over de monsters veel soorten waterkevers en mijten voor.



Groep 2b is bij de derde deling gesplitst in deelgroep 2b1, gekenmerkt door de dwerggruggenzwemmer *Plea minutissima*, en deelgroep 2b2, waarin deze soort ontbreekt (tabel 4.1). Hiertoe behoren de langzaam stromende beken met vegetatie (tabel 3.1).

Groep **2b2** omvat de Dommer- en Dortherbeek, de Oude IJssel en de Schaarsbeek, groep **2b1** de overige wateren van groep 2b (tabel 4.1). Groep 2b2 heeft een aantal stromend watersoorten die in groep 2b1 ontbreken of veel minder frequent voorkomen zoals de vlokreeft *Gammarus pulex*, de muggenlarven *Rheocricotopus fuscipes* en *Prodiamesa olivacea*, de kriebelmug *Simulium vernalis*, de kokerjuffer *Isonychia dubia* en de algemeen voorkomende steenvlieg *Nemoura cinerea*.

Uit nadere analyse blijkt dat alleen in de Schaarsbeek al deze soorten voorkomen. In de andere beken van deze groep werd slechts één van de indicatorsoorten aangetroffen. Deze beek ligt in het ordinatiediagram (fig. 4.1) ver van de andere beken in deze groep af en ligt dicht bij groep 1. Waarschijnlijk is in deze beek nog enige stroming aanwezig in tegenstelling tot de andere beken uit deze groep.

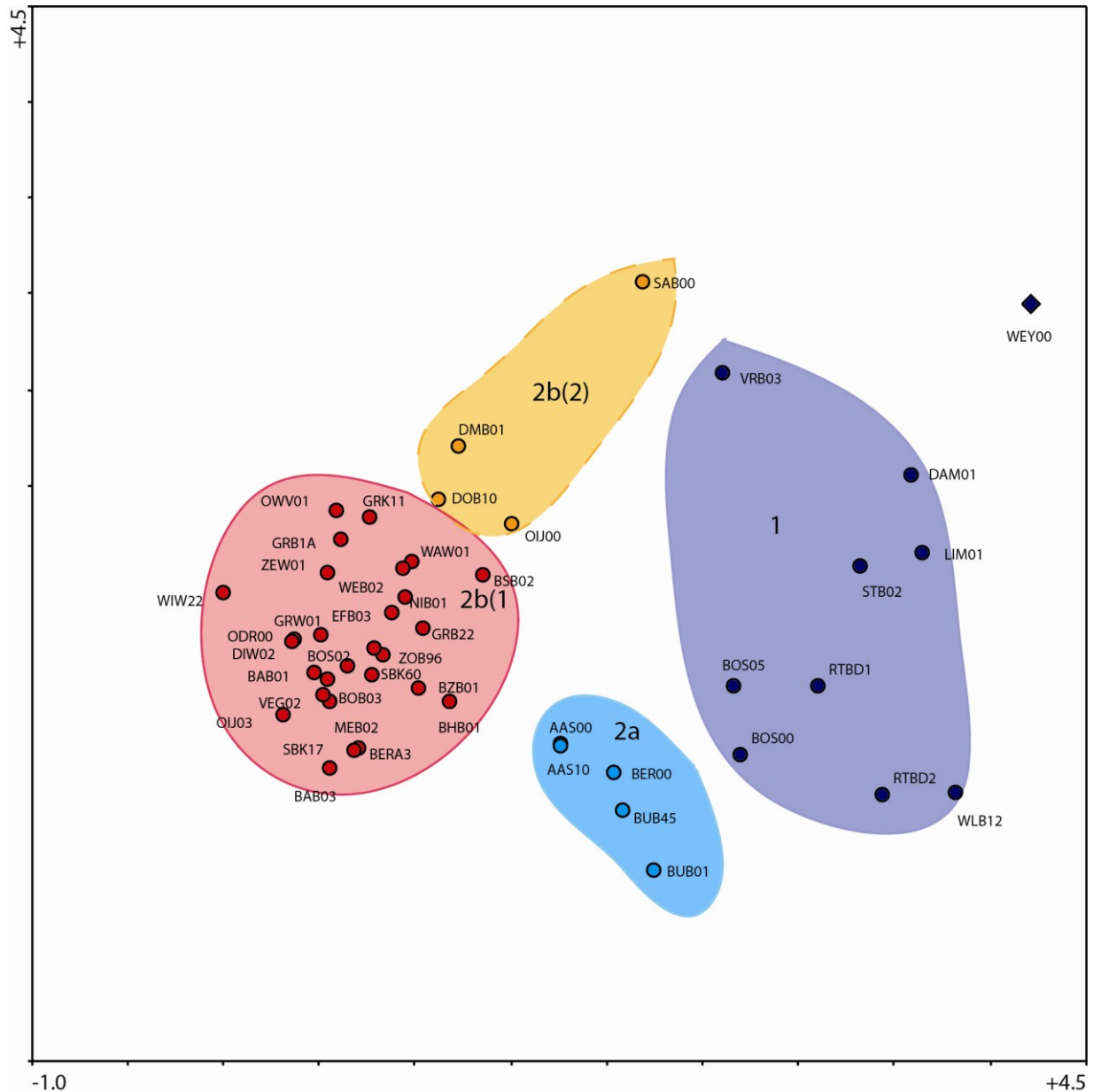
| Groep 1                                                                                  | Groep 2a                                                                                          | Groep 2b1                 | Groep 2b2       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| <i>Nemoura cinerea</i><br><i>Libertia inaequalis</i><br><i>Hygrobates nigromaculatus</i> | <i>Caenis horaria</i> , <i>Cloeon dipterum</i> , <i>Anisus vortex</i> en <i>Lymnaea stagnalis</i> |                           |                 |
|                                                                                          | <i>Ceraclea dissimilis</i>                                                                        | -                         |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | <i>Plea minutissima</i>   | -               |
|                                                                                          |                                                                                                   |                           |                 |
| <b>Wateren:</b>                                                                          | <b>Wateren:</b>                                                                                   | <b>Wateren:</b>           | <b>Wateren:</b> |
| Boven Slinge (Winterswijk)                                                               | Aastrang                                                                                          | Baakse Beek               | Dommerbeek      |
| Dambeek                                                                                  | Berkel (grens)                                                                                    | Berkel (Almen)            | Dortherbeek     |
| Limbeek                                                                                  | Buurserbeek                                                                                       | Bielheimerbeek            | Oude IJssel     |
| Ratumse Beek                                                                             |                                                                                                   | Bolksbeek                 | Schaarsbeek     |
| Stuwbeek                                                                                 |                                                                                                   | Boven Slinge (Varsseveld) |                 |
| Vragenderbeek                                                                            |                                                                                                   | Bergerslag Beek           |                 |
| Willinkbeek                                                                              |                                                                                                   | Beurzerbeek               |                 |
| (Weijenborgse Beek)                                                                      |                                                                                                   | Didamse wetering          |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Eefsebeek                 |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Grote Beek                |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Grenskanaal               |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Grote waterleiding        |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Meibeek                   |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Nieuwe beek               |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Oude Rijn                 |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Oosterwijkse vloed        |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Oude IJssel               |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Schipbeek                 |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Veengoot                  |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Waalse Water              |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Wehlse Beek               |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Wijde Wetering            |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Zevenaarse wetering       |                 |
|                                                                                          |                                                                                                   | Zoddebeek                 |                 |

**Tabel 4.1.** TWINSPAN-indeling in vier groepen. De naamgevende soorten van elke groep zijn vet gedrukt. De onderscheiden groepen zijn in het DCA-diagram (fig. 4.1) met dezelfde kleuren weergegeven.



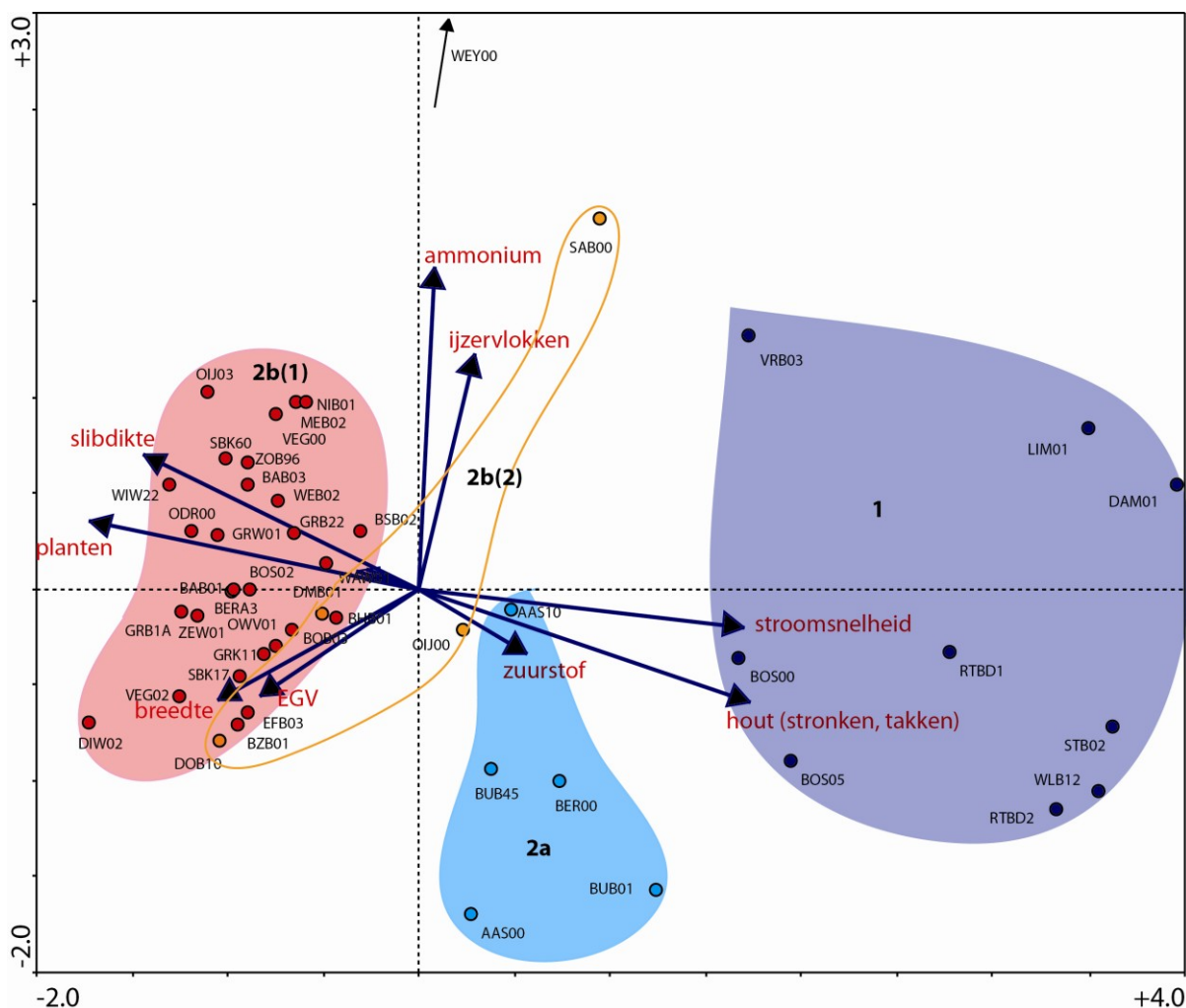
### Ordinatie

In het DCA-ordinatiediagram (fig. 4.1) zijn beide hoofdgroepen langs de eerste as duidelijk te onderscheiden. Rechts in het diagram bevindt zich groep 1 met de beken Boven Slinge, Dambeek, Limbeek, Stuwbeek, Ratumse Beek, Vragenderbeek, Weijenborgse Beek en Willinkbeek. Links in het diagram is de tweede groep met de overige wateren te onderscheiden. Groep 2a bevat de grenswateren Aastrang, Berkel en Buurserbeek, de groepen 2b1 en 2b2 de overige (genormaliseerde) beken en wetelingen.



**Figuur 4.1.** DCA-diagram met macrofaunamonsters, ingedeeld volgens de TWINSpan-groepen (tabel 4.1). Behalve de monsters zijn ook enkele kenmerkende soorten in het diagram opgenomen. De eigenwaarden van de assen 1 en 2 zijn respectievelijk 0,562 en 0,266. **1** = *Nemoura cinerea*-groep; **2a** = *Caenis horaria*- *Ceraclea dissimilis*-groep; **2b** = *Caenis horaria*-*Valvata piscinalis*-groep; **2b(1)** = *Caenis horaria*-*Valvata piscinalis* zonder *Plea minutissima*; **2b(2)** = *Caenis horaria*-*Valvata piscinalis* met *Plea minutissima*. Voor overige kenmerkende soorten zie tabel 4.1.

De soortensamenstelling van de macrofauna vertoont een significant verband met 9 factoren: stroomsnelheid, de aanwezigheid van hout (boomstronken, takken) in het water, waterplanten, slibdikte, breedte, elektrisch geleidingsvermogen (EGV), de aanwezigheid van ijzervlokken en de zuurstof- en ammoniumconcentratie van de waterlaag (fig. 4.2; foto 4.1; bijlage 8). De overige 21 factoren die wel geanalyseerd zijn, maar niet significant bleken, zijn vermeld in bijlage 8. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de assen 1 en 2 bedraagt 20,1%, de verklaarde variantie door de assen 1 t/m 4 is 31,2%. As 1 hangt vooral samen met de bedekking van planten ( $r=-0,84$ ), slibdikte ( $r=-0,71$ ) en stroomsnelheid ( $r=0,83$ ), as 2 met ammonium ( $r=0,66$ ) en de aanwezigheid van ijzervlokken ( $r=0,49$ ).



52

| Groep            | gem. | Hout             | Stroomsnelheid    | Planten           | Slibdikte         | Breedte           | ijzervlokken     | EGV             | NH <sub>4</sub>   | O <sub>2</sub>     |
|------------------|------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
|                  |      | %                | cm/s              | %                 | cm                | m                 | %                | mS/m            | mgN/l             | mg/L               |
| 1                | gem. | 8,3 <sup>a</sup> | 18,3 <sup>a</sup> | 5,7 <sup>a</sup>  | 0,7 <sup>a</sup>  | 3,3 <sup>a</sup>  | 1,7 <sup>a</sup> | 53 <sup>a</sup> | 0,23 <sup>a</sup> | 10,1 <sup>ab</sup> |
|                  | s.f. | 1,2              | 3,0               | 2,6               | 0,6               | 0,7               | 1,7              | 4               | 0,04              | 0,5                |
| 2a               | gem. | 3,0 <sup>a</sup> | 5,6 <sup>b</sup>  | 29,0 <sup>b</sup> | 0,1 <sup>a</sup>  | 15,2 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 66 <sup>a</sup> | 0,21 <sup>a</sup> | 10,6 <sup>ab</sup> |
|                  | s.f. | 1,2              | 1,1               | 5,6               | 0,1               | 3,1               | 0,0              | 1               | 0,04              | 0,1                |
| 2b1              | gem. | 0,0 <sup>b</sup> | 1,6 <sup>b</sup>  | 46,8 <sup>c</sup> | 11,0 <sup>b</sup> | 10,7 <sup>b</sup> | 0,4 <sup>a</sup> | 66 <sup>a</sup> | 0,26 <sup>a</sup> | 9,0 <sup>bc</sup>  |
|                  | s.f. | 0,0              | 0,3               | 2,0               | 1,3               | 1,1               | 0,4              | 2               | 0,03              | 0,2                |
| 2b2              | gem. | 0,0 <sup>b</sup> | 3,3 <sup>b</sup>  | 45,0 <sup>c</sup> | 10,3 <sup>b</sup> | 8,0 <sup>ab</sup> | 2,5 <sup>a</sup> | 65 <sup>a</sup> | 0,19 <sup>a</sup> | 7,3 <sup>c</sup>   |
|                  | s.f. | 0,0              | 0,9               | 6,5               | 3,9               | 3,4               | 2,5              | 12              | 0,03              | 0,6                |
| Weyenburgse beek |      | 0,0              | 20,0              | 15,0              | 5,0               | 1,0               | 15,0             | 44              | 2,66              | 9,7                |

**Tabel 4.2.** Gemiddelde waarden van enkele milieuparameters voor de TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ). s. f. = standaardfout. De Weyenburgse beek is apart vermeld om het verschil in percentage ijzervlokken en NH<sub>4</sub>-concentratie te tonen. Gemiddelden van de overige parameters: bijlage 7.

#### Stroomsnelheid

De gemiddelde stroomsnelheid van 18,3 cm/s is in de beken rondom Winterswijk (*Nemouria cinerea*-groep) significant hoger dan in de brede stromende wateren van de *Caenis horaria*-*Ceraclea dissimilis*-groep (Aastrang, Berkel en Buurserbeek), waar gemiddeld 5,6 cm/s wordt gemeten (tabel 4.2; bijlage 7). In de genormaliseerde beken en weteringen van de overig twee groepen is nauwelijks stroming (tabel 4.2).

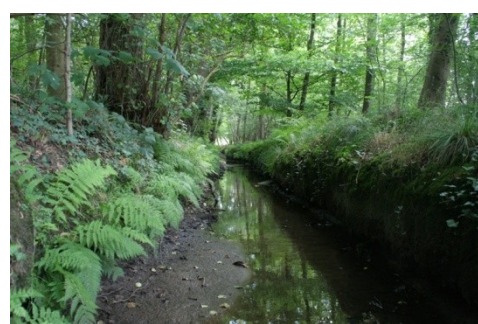
Tussen de bedekking van planten en stroomsnelheid bestaat ook een negatieve correlatie. Een hoge stroomsnelheid kan tot gevolg hebben dat planten losgerukt worden en wegspoelen. Er zijn echter ook soorten die aangepast zijn aan stroming en voor deze soorten lijkt beschaduwing eerder een beperkende factor.



planten, slibdikte



stroomsnelheid; hout



**Foto 4.2.** Het scherpe contrast tussen de TWINSPAN-groepen 1 (rechts met Limbeek boven, en Dambeek onder) en 2b1 (links met Bolksbeek boven en Meibeek onder).

Er bestaat verder een positieve correlatie tussen de bedekking van planten en de slibdikte (bijlage 5), wat te verklaren is uit het feit dat door planten slib ingevangen wordt. Er is ook een correlatie tussen de stroomsnelheid en verschillende andere variabelen (bijlage 5). Zo is er een negatieve correlatie met de dikte van slib- en sapropeliumlaag op de bodem en een positieve correlatie met de aanwezigheid van zand en grind op de beekbodem. Tussen de stroomsnelheid en genoemde factoren lijkt een oorzakelijk verband te bestaan. Immers, door de hoge stroomsnelheid worden slib en sapropelium weggespoeld en dagzomen juist zand en grind, hetgeen positief is voor verschillende macrofaunasoorten (Verdonschot 1995). De gemiddelde slibdikte en het percentage zandig substraat in groep 1 (*Nemoura cinerea*) is dan ook significant lager dan die in de groepen 2b1 en 2b2 (tabel 4.2; bijlage 7). Hetzelfde geldt voor groep 2a, de groep van de relatief snel stromende delen van Aastrang, Berkel en Buurserbeek.

#### *Hout (boomstronken, takken)*

Het percentage houten structuren, zoals boomstronken en takken, is in de groepen 1 en 2a significant hoger dan in de wateren van de overige groepen. De aanwezigheid van hout is sterk positief gecorreleerd met de factor beschaduwning (bijlage 5). Dit is niet verwonderlijk omdat de beken rond Winterswijk (*Nemouria*-groep, groep 1) grotendeels in bos liggen (foto 4.2). In groep 1 is het percentage beschaduwning 50%, significant hoger dan in de andere groepen (bijlage 7).

#### *Breedte*

De beken van groep 1 zijn met een gemiddelde breedte van 3,3 m significant smaller dan de watergangen van de groepen 2a en 2b1 het verschil met groep 2b2 is niet significant (tabel 4.2).

#### *Planten*

Water- en moerasplanten zijn vooral aanwezig in de stilstaande tot zwak stromende wateren van de groepen 2b1 en 2b2. De gemiddelde bedekking van planten in deze groepen bedraagt ongeveer 45%, wat significant hoger is dan in de groepen 1 en 2a (tabel 4.2). In groep 2a is de bedekking (29%) op zijn beurt significant hoger dan in groep 1 (tabel 4.2). Planten gedijen minder goed in beschaduwde situaties en het wekt dan ook geen verwondering dat de bedekking van planten sterk negatief gecorreleerd is met beschaduwning (bijlage 5).

#### *Fysisch-chemische factoren*

Opvallend in figuur 4.2 zijn de pijlen van ammonium en ijzervlokken die wijzen in de richting van de Weijenburgse beek. Het blijkt dat de ammoniumconcentratie (2,63 mg N/L) in de Weijenburgse beek meer dan tien keer hoger is dan in de overige beken; ook het aandeel ijzervlokken van het totale substraat voor macrofauna is hoog. Een hoog aandeel van ijzervlokken vinden we ook in de Vragenderbeek en Schaarsbeek (fig. 4.2; bijlage 4). Het feit dat het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) als verklarende factor uit de bus komt (fig. 4.2) kan niet verklaard worden uit een verschil in gemiddelde waarden tussen de groepen (tabel 4.2). EGV is gecorreleerd met de morfologische parameter breedte, wat duidt op de benedenstroomse positie in het stroomgebied (meer aanvoer van ionen). De zuurstofconcentratie is in de watergangen van de groepen 1 en 2a significant hoger dan in de wateren van groep 2b. Stroming bevordert de doorluchting en daarmee het zuurstofgehalte van water. Hoewel de CC-analyse nitraat niet als een significant verklarende factor heeft aangewezen, is de gemiddelde nitraatconcentratie in de wateren van groep 1 significant hoger dan in de wateren van de groepen 2b (bijlage 7). De wateren van groep 2a nemen een tussenpositie in.

#### *Afvoerloosheid*

Het aantal dagen afvoerloosheid komt niet als verklarende factor uit de bus. Dit hangt samen met het feit dat in veel beken van groep 2b1 de stroomsnelheid al heel laag is (tabel 4.2). Het wegvallen van de afvoer maakt dan niet meer uit. Immers, stromingminnende soorten ontbreken al in deze wateren.

## 5 Discussie en conclusies

### 5.1 DISCUSSIE

#### *Veranderingen in soortensamenstelling en kwaliteit*

Vier van de negen grenswatermeetpunten laten een positieve trend zien in EKR en aantal zeldzame soorten. In de overige meetpunten is geen of een niet significante trend aanwezig. Uit de indeling in groepen met TWINSPAN blijkt dat zes meetpunten (behalve de Buurserbeek, Oude Rijn en het Grenskanaal) een verandering in soortensamenstelling laten zien. Soorten van organisch belaste, zuurstofarme, slibrijke milieus zijn in aantal afgenomen. Het aantal en de abundanties van kenmerkende stromend-watersoorten is in de vrij afwaterende beken toegenomen. In de genormaliseerde beken heeft de afname van organische belasting geleid tot een afname van de abundanties van soorten die leven in slib onder zuurstofarme omstandigheden. In deze wateren is het water helderder geworden, is meer vegetatie ontstaan en is het aantal soorten dat leeft op en tussen de vegetatie toegenomen. De veranderingen hebben plaatsgevonden in de eerste helft van de jaren negentig, daarna is op vrijwel alle grenswaterpunten de soortensamenstelling gelijk gebleven. De toename in EKR en aantal zeldzame soorten loopt iets langer door. Voor beken met een hoge EKR is wel een afvlakking van de curve te zien in de laatste jaren.

De verandering van de soortensamenstelling hangt dus samen met een afname van de organische belasting in de eerste helft van de negentiger jaren. In die periode zijn veel zuiveringsinstallaties verbeterd.

Een trendanalyse van nutriëntenconcentraties over de afgelopen 25 jaar (Baggelaar en Van der Meulen 2008) wees uit dat fosfaat en stikstofconcentraties zijn gedaald in Aastrang, Berkel, Boven Slinge, Buurserbeek, Oude Rijn en Oude IJssel. Van Osinkbemersbeek en Ramsbeek waren te weinig gegevens beschikbaar voor een trendanalyse. Opmerkelijk is dat de verbetering in soortensamenstelling alleen zichtbaar was in trajecten met vrije afwatering en hoge stroomsnelheid, n.l. Aastrang, Berkel, Boven Slinge, Buurserbeek en niet in de gestuwde langzaam stromende trajecten van Oude Rijn en Oude IJssel.

Zeldzame soorten die vroeger meer in Nederland voorkwamen, zijn teruggekeerd of keren nu weer terug zoals de Beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*). Er is echter ook een aantal zeldzame soorten dat de laatste jaren meer gevonden wordt, doordat determinatietabellen verbeterd zijn. Het gaat dan vaak om muggenlarven en andere kleine of moeilijk te determineren soorten, waarvan nieuwe determinatiesleutels zijn ontwikkeld.

In de genormaliseerde wateren komen stroming minnende soorten nog nauwelijks voor. Om deze wateren verder te verbeteren is een natuurlijkere inrichting noodzakelijk.

Aangezien het gaat om grenswatermeetpunten moet wel bedacht worden dat de aanwezigheid van bijzondere soorten niet hoeft te betekenen dat de toestand in Nederland optimaal is. Aangezien veel beken in Duitsland natuurlijke trajecten hebben, kunnen soorten vanuit Duitsland eenvoudig stroomafwaarts spoelen en zo in Nederland terechtkomen. Of ze zich daar langdurig handhaven en een duurzame populatie opbouwen is maar de vraag. In veel beken verslechtert de toestand vrij snel na de grens, vooral wat betreft de inrichting. Zo heeft de Aastrang bij de grens een bijzondere soortensamenstelling door het ondiepe profiel en de hoge stroomsnelheid. Verder stroomafwaarts is het echter een genormaliseerde beek met stuwen. De ecologische kwaliteit is daar beduidend lager. Dit geldt ook voor een aantal andere beken. Twee meetpunten hebben nog steeds een slechte waterkwaliteit, namelijk de Oude Rijn en het Grenskanaal. Dit zijn genormaliseerde beken waar nog steeds beïnvloeding is van overstorten.

Op de binnenlandse meetpunten is in slechts één beek een significante toename van de EKR gevonden. Het aantal zeldzame soorten is in vier beken significant toegenomen. Meer beken laten een positieve trend zien maar deze is in de meeste gevallen niet significant. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het lage aantal monsters (in veel gevallen slechts 4) of de grote variatie. De indeling in TWINSPAN-groepen laat ook hier voor een deel van de beken een verschuiving zien van een soortensamenstelling die duidt op organische belasting naar een



soortensamenstelling van schoner, zuurstof rijker water. Ook deze verschuiving heeft plaatsgevonden in de eerste helft van de jaren negentig. Dit komt dus overeen met de resultaten in de grenswatermeetpunten. Een verbetering van de waterkwaliteit heeft dus niet alleen in Duitsland maar ook in het beheergebied zelf plaatsgevonden.

Het is echter ook zo dat althans de nutriënten significant zijn afgenomen op plaatsen waar geen verandering in levensgemeenschap heeft plaatsgevonden. Dit was het geval in Grote beek (GRB01), Oude Rijn (ODR00), Aastrang (AASS01), Berkel (BERA3) en Bielheimerbeek (BHB01) (Baggelaar & Van der Meulen 2008). De verschuivingen, vooral die van LSB naar LP, kunnen ook te maken hebben met een verandering naar extensiever onderhoud waardoor meer plantengroei in de watergang mogelijk wordt.

Deze verbetering in waterkwaliteit is echter niet terug te vinden in een toename van de EKR. Dit komt vooral doordat het grotendeels gaat om genormaliseerde beken. De verbetering van alleen de waterkwaliteit leidt in genormaliseerde beken niet tot een toename van stromingminnende soorten, terwijl dit de soorten zijn, die in de KRW-maatlatten als positief beoordeeld worden.

Deze soorten zullen echter pas terug keren als de inrichting verbeterd wordt.

In een aantal beken is de EKR afgenomen (alleen significant in de Beurzerbeek). Dit is te verklaren door de aanplant van veel elzen op de oevers. Het blad stroomt niet snel genoeg weg waardoor een sliblaag van afgebroken blad is ontstaan op de bodem. Kenmerkende soorten uit de KRW maatlat zijn hierdoor verdwenen.

#### *Relatie met milieufactoren*

Volgens de directe ordinatie-analyse wordt de soortensamenstelling van de macrofauna vooral bepaald door de stroomsnelheid, de aanwezigheid van hout (boomstronken, takken) in het water, waterplanten, slibdikte, breedte, de aanwezigheid van ijzervlokken en de zuurstof- en ammoniumconcentratie van de waterlaag.

Met de stroomsnelheid zijn verschillende andere factoren gecorreleerd, waaronder de dikte van slib- en sapropeliumlaag en de aanwezigheid van zand en grind op de beekbodem. Tussen de stroomsnelheid en genoemde factoren bestaat een oorzakelijk verband: door de hoge stroomsnelheid worden slib en sapropelium weggespoeld en dazomen juist zand en grind, hetgeen positief is voor verschillende macrofaunasoorten (Verdonschot 1995). Ook met de factor 'hout' zijn verschillende factoren gecorreleerd, waaronder de aanwezigheid van boomwortels en beschaduwing. Juist de natuurlijke beken rond Winterswijk liggen grotendeels in bos. Anders dan de jonge elzenaanplant hoog op de oevers, staan in Winterswijk de bomen tot in de beek.

Hoewel de verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de assen 1 en 2 (20,1%) en de assen 1 t/m 4 (31,2%) laag is, komen deze getallen wel overeen met eerder onderzoek. Bij het opstellen van de Nederlandse bekentypologie (Verdonschot & Nijboer 2004) bleken de milieuv variabelen op de eerste ordinatie-as 23 % van de variantie in taxa te bepalen. Ook in die analyse was het grootste verschil het verschil tussen de genormaliseerde beken (belangrijkste variabelen o.a. breedte, diepte, stuwen, chloride) en de natuurlijke beken (o.a. meandering, natuurlijk dwarsprofiel). De vier assen samen verklaarden 42,6 %.

Meer dan de helft van de variantie in de soortensamenstelling wordt dus verklaard door ofwel andere milieuv variabelen dan de gemeten milieuv variabelen ofwel door kolonisatieprocessen en biotische interacties. Soorten kunnen ook invloed uitoefenen op elkaar bijvoorbeeld in predator-prooi relaties, parasitisme of concurrentie.

Een relatief laag percentage verklaarde variantie wordt regelmatig ook in andere ecologische studies gevonden (Ter Braak & Smilauer 1998). Zo bedroeg het percentage verklaarde variantie in de studie van Hommel et al. (2010) naar sleutelfactoren voor de variatie in soortensamenstelling van vegetatietypen 20%. Arts et al. (2009) vonden 20% in hun CCA-analyse van de relatie tussen aquatische plantengemeenschappen en kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment.

Fysisch-chemische parameters zijn niet consequent en met een even hoge frequentie op de meetpunten gemeten. Daarom zijn factoren die gevoelig zijn voor de periode van het jaar (of zelfs etmaal) waarin gemeten wordt, zoals temperatuur en zuurgraad, uit de dataset verwijderd.

Verder geldt dat de gemiddelde waarden van andere fysisch-chemische parameters in veel gevallen betrekking hebben op verschillende jaren. In hoeverre dit de resultaten heeft beïnvloed is niet te zeggen. In dit onderzoek is verder gewerkt met gemiddelde waarden, die zijn geleverd door Waterschap Rijn en IJssel. Niet bekend is hoe groot de spreiding in de gegevens is. Dit is met name van belang voor de Weyenburgse beek: berust de hoge ammoniumwaarde op een uitschieter of is deze structureel hoog?

## 5.2 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn:

- De macrofaunasamenstelling van een groot aantal beken duidt op een afname van organische belasting in de eerste helft van de jaren negentig. Hierdoor is de hoeveelheid slib afgenomen en de zuurstofhuishouding verbeterd. De verschuivingen zijn vooral zichtbaar in stromende wateren en minder sterk in gestuwde beken met een civieltechnische inrichting;
- Soorten die tolerant zijn voor een slechte zuurstofhuishouding en slib zijn in aantallen afgenomen in zowel de vrij afwaterende als de genormaliseerde beken
- In de vrij afwaterende beken is het aantal stromingsminnende soorten toegenomen;
- In de genormaliseerde beken is het water helderder geworden, de vegetatie toegenomen en de soorten die leven in en tussen de vegetatie zijn in aantal toegenomen. De verbetering in waterkwaliteit heeft niet geleid tot een toename van EKR op de KRW-maatlat in de genormaliseerde wateren. Hiervoor is een verbetering van de inrichting noodzakelijk (herstel stromingsdynamiek);
- Structuur (stammen, takken), stroomsnelheid, slibdikte, planten, breedte en zuurstof zijn de belangrijkste verklarende factoren voor de macrofaunasamenstelling.

## 6 Aanbevelingen

### 6.1 AANBEVELINGEN VOOR BELEID EN BEHEER

#### 6.1.1 VERDERE VERBETERING VAN DE WATERGANGEN

Voor de R-typen is het doel een goed stromende beek met een goede zuurstofconditie. In de natuurlijk ingerichte beken wordt een hoge EKR gehaald. In deze beken komen de kenmerkende beeksoorten uit de KRW- maatlat al voor. In deze beken kan de toestand verder verbeterd worden door minder onderhoud te plegen en hout in de beek te laten liggen. In de genormaliseerde beken is wel de waterkwaliteit verbeterd maar schort het nog aan de inrichting. Er is onvoldoende stroming, te weinig variatie in structuur en substraten. Hierdoor zijn stromingminnende soorten niet terug gekeerd en is geen verandering in de EKR waargenomen. Deze wateren kunnen verder verbeterd worden door ze natuurlijker in te richten. Verbetering van de stromingscondities is hierbij het belangrijkste. Om in de beken, die in deze analyse zijn betrokken, te bepalen op welke factor het eerste gestuurd moet worden, kunnen de volgende stappen worden doorlopen:

1. Is de waterkwaliteit voldoende?

Nee: er is sprake van organische belasting of hoge voedselrijkdom (zoals in groep SB, SIJ, LB of LSB). Beken uit de belaste groepen staan vaak onder invloed van overstorten of effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties. In dat geval kan het beste eerst de waterkwaliteit verbeterd worden door het saneren van overstorten, verbeteren van effluent of beperken van uit- en afspoeling van nutriënten vanuit aanliggend gebied (dit laatste kan samen gaan met herinrichting). Ja: ga door naar de volgende vraag

2. Is de afvoer constant?

Nee: de beek valt droog en/of er treden regelmatig afvoerpieken op waardoor de beekbodem is ingesneden en diep onder het maaiveld ligt. Het probleem van afvoerpieken of droogval is niet duidelijk uit de gegevens naar voren gekomen. Dit komt doordat deze milieuv variabelen niet gemeten worden en dus niet zijn meegenomen in de ruimtelijke analyse. Het is echter waarschijnlijk dat dit in een aantal beken een probleem is. In dat geval moet eerst gezorgd worden voor het dempen van de afvoerpieken door bijvoorbeeld herstellen van het infiltratiegebied (drainage en snelle afvoer naar de beek aanpakken), door het aanleggen van een retentie bovenstrooms of door wegverlenging (berging in de beek zelf, in combinatie met herinrichting).

Ja, ga door naar de volgende vraag

3. Is de beek natuurlijk ingericht?

Nee: de beek is genormaliseerd en/of gekanaliseerd, gestuwd of heeft geen natuurlijke oeverzone/beekdal. Dit geldt voor een groot deel van de beken in het beheergebied (L-groepen). In de L-groepen zijn de beken gekanaliseerd, hebben een onnatuurlijk diep profiel en bevatten stuwen. In deze beken zal herinrichting veel winst opleveren (verdere verbetering van de waterkwaliteit is eveneens positief maar levert nog steeds geen stromingminnende soorten op). De oorsprong van de beek kan hierbij het gewenste doel bepalen. In een van oorsprong meanderende beek is hermeandering voor de hand liggend. In een gegraven beek is dat wellicht niet wenselijk en kunnen de oevers en stroken langs de beek aangepakt worden (Verdonschot, 2010). In het laatste geval is het wellicht beter om de watergang voor de KRW als M-type aan te duiden in plaats van als R-type.

Ja: de beek heeft vrije afwatering, ligt in natuurgebied (veelal bos) en heeft natuurlijke gevarieerde oevers. Langs de beek ligt aan beide zijden een strook natuurgebied van minstens 50 m breed (beken uit de groep SN).

4. Vindt het onderhoud op ecologische wijze plaats?

Nee, er wordt jaarlijks geschoond over de gehele breedte en/of takken en blad worden verwijderd. In dat geval het onderhoud aanpassen. Vooral grotere structuren zoals takken laten liggen, zodat meer dynamiek ontstaat. Vegetatie alleen indien noodzakelijk deels verwijderen. Vooral in de natuurlijke beken in het bos zal het laten liggen van hout effect hebben. Het aantal zeldzame soorten zal hierdoor verder toenemen. Dood hout zorgt voor structuur, microhabitats en variatie in stroming. Het belang van hout in de beek is ook gebleken uit de CCA-analyse. In de genormaliseerde plantenrijke beken zorgt de vegetatie voor een soortenrijke macrofaunagemeenschap. Zolang de inrichting niet natuurlijk is, is het van belang de vegetatie zoveel mogelijk te sparen, omdat dit de structuur vormt waarop en waartussen de meeste soorten macrofauna voorkomen. Vegetatie is uit de ruimtelijke analyse als één van de belangrijkste variabelen naar voren gekomen.

Ja, er wordt geen tot nauwelijks onderhoud gepleegd en indien onderhoud noodzakelijk is wordt dit gefaseerd uitgevoerd.

### 6.1.2 ELZENAANPLANT

Langs enkele beken zijn elzen aangeplant om de toestand te verbeteren. Dit heeft niet de gewenste resultaten opgeleverd, doordat het afgebroken blad als een sliblaag op de beekbodem blijft liggen. Op zich levert het winst op als er bomen langs de beek staan. De bomen leveren detritus, waarvan veel macrofaunasoorten leven. Daarnaast geven invallende takken en bladeren structuur aan de beek, mits deze niet te snel verteerd worden. Door ophopingen ontstaan luwe plekken en sneller stromende delen. Het is daarbij wel van belang dat de bomen op de waterlijn staan. Ze houden dan de oever vast en leveren extra structuur. Van nature is dit meestal het geval doordat zaden op de waterlijn ontkiemen. Het is dan ook beter om bomen spontaan te laten opstaan in plaats van deze aan te planten. Bovendien geeft dit variatie in type en dichtheid van de begroeiing. Daarnaast moet de stroming voldoende zijn om slibvorming op de bodem te voorkomen. Voor de beken waar reeds elzen zijn aangeplant is het het beste om wat variatie in soorten aan te brengen. Gedacht kan worden aan de aanplant van enkele eiken dicht op de beek. Hiervoor kunnen elzen verwijderd worden. Naarmate de elzen groeien, zal de dichtheid vanzelf afnemen en zullen enkele grote elzen overblijven.

## 6.2 AANBEVELINGEN VOOR MONITORING

### 6.2.1 MONITORING VOOR TRENDANALYSE

Monitoring is idealiter gekoppeld aan drie belangrijke doelen:

1. bepalen of het water aan de eisen van de KRW of HEN/SED voldoet.
2. bepalen of herinrichting of een andere verbetering van de toestand effect heeft.
3. bepalen wat de variatie is tussen jaren, evaluatie van klimaatverandering en bepalen van effecten van droge, natte, warme of koude jaren: trendanalyse.

Voor het eerste en laatste doel is langjarige monitoring noodzakelijk. Uit de trendanalyse in dit onderzoek is gebleken dat Waterschap Rijn en IJssel door jarenlange monitoring op een groot aantal meetpunten in het bezit is van zeer waardevolle tijdreeksen. Het consequent bemonsteren en determineren van macrofauna is hierbij noodzakelijk om de gegevens tussen jaren vergelijkbaar te maken. Doordat dit al deze jaren door dezelfde persoon en op dezelfde wijze is gedaan, zijn de gegevens goed bruikbaar in trendanalyses. Het voortzetten van de bemonstering op dezelfde wijze is noodzakelijk om de tijdreeksen in stand te houden en te verlengen. Vooral voor trendanalyse en evaluatie van de ontwikkeling van de waterkwaliteit, hydrologie en klimaatverandering is dit zinvol. Het is echter de vraag of het nodig is om dit overal te doen. Op de grenswatermeetpunten is in de meeste gevallen jaarlijks gemonitord. Dit heeft geresulteerd in duidelijke trends die ook statistisch goed te toetsen waren. De overige wateren in het beheergebied zijn niet frequent en consequent genoeg bemonsterd om een goede trendanalyse te kunnen uitvoeren. Dit is gebleken uit het feit dat een duidelijk zichtbare

toename in de grafiek niet altijd significant was. Bij veel beken waren er perioden waarin niet gemonsterd was.

Het is aan te bevelen om het nut van de jaarlijkse monitoring van de grenswatermeetpunten te evalueren. In feite wordt hiermee de toestand in de Duitse trajecten van de wateren gemonitord en niet die in de Nederlandse delen. Voor het opsporen van calamiteiten op Duits grondgebied is deze intensieve monitoring geschikt maar voor de analyse van trends op het gebied van waterkwaliteit, hydrologie en klimaat zou het beter zijn om meer representatieve meetpunten binnen het beheergebied te kiezen. Voor dit doel is het ook niet noodzakelijk om jaarlijks te monitoren. Eens in de drie jaar volstaat. Wel is het belangrijk deze frequentie consequent vol te houden op exact dezelfde locaties. Uit de resultaten van de trendanalyse van de overige wateren in het beheer gebied is namelijk gebleken dat meetpunten in verschillende nabij gelegen trajecten toch andere resultaten opleverden. Voor een goede trendanalyse van het hele gebied is het aan te bevelen van iedere groep een aantal beken/weteringen te kiezen (4 tot 6). Belangrijke groepen zijn: beschaduwde goed stromende kleine beken (Winterswijkse beken), grote open stromende beken, genormaliseerde langzaam stromende beken/weteringen. Om zo lang mogelijke tijdreeksen te krijgen is het relevant bij de keuze van de beken, die beken te kiezen waarvan in het verleden al regelmatig monsters genomen zijn.

De monitoring voor trendanalyses kan gecombineerd worden met KRW- monitoring of andere doelen mits de gegevens op dezelfde wijze en minstens eens in de drie jaar verzameld worden.

#### *Monitoring van milieuvariabelen*

Belangrijke milieuvariabelen die nu niet gemeten zijn of in de analyse zijn meegenomen zijn: droogval, temperatuur en de frequentie en hoogte van afvoerpieken. Deze factoren bepalen voor een belangrijk deel de soortensamenstelling. Ook de zuurstofhuishouding is belangrijk maar dit is een variabele die moeilijk meetbaar is, omdat deze gedurende de dag sterk fluctueert en moeilijk met een continu meter te meten is.

Het zou goed zijn om het hydrologische meetnet beter af te stemmen op het biologische meetnet en zo de hydrologische variabelen in een aantal representatieve beken goed te meten.

### **6.2.2 MACROFAUNA-DETERMINATIE**

Het determineren van macrofauna is arbeidsintensief. Vaak worden de dieren zoveel mogelijk tot op soort gedetermineerd. Dit is nodig omdat soorten een relatie hebben met de milieuomstandigheden in een water. Hogere systematische niveaus, zoals geslacht of familie zeggen vaak niets of weinig over het leefmilieu. Dit komt doordat de soorten binnen een dergelijke groep in veel gevallen verschillende eisen aan het milieu stellen. Een voorbeeld is het geslacht *Ephemera*. Hiervan komen in het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel twee soorten voor: *Ephemera danica*, een soort van snel stromende beken en *Ephemera vulgata*, een soort die leeft op zandbodems in langzaam stromende tot stilstaande wateren met een goede waterkwaliteit en helder water.

Determinatie op hogere niveaus geeft alleen grote veranderingen in het ecosysteem weer, zoals sterke verbetering van de waterkwaliteit of het verschil tussen snel stromend en langzaam stromend tot stilstaand water). In wateren met een slechte waterkwaliteit komen bijvoorbeeld veel muggenlarven, bloedzuigers en wormen voor en relatief weinig andere soorten. Hierbij is meestal wel het aantal individuen dat gevonden wordt van belang (en dus is het van belang om altijd evenveel te bemonsteren om dit te kunnen gebruiken).

Voor trendanalyse waarbij veranderingen in waterkwaliteit, hydrologie of klimaatverandering moeten worden opgespoord is het aan te bevelen om de soorten te blijven determineren. Dit geeft veel gedetailleerder de veranderingen weer. Klimaatverandering zal in de loop van de tijd veel effect hebben op de levensgemeenschap. Hoe de macrofauna precies gaat reageren is nog niet bekend. Daarom is het extra waardevol om te determineren op soortniveau. Dit kan een beeld geven welke soorten verdwijnen en verschijnen door opwarming of verandering van de hydrologie. Ook de verspreiding van exoten kan daarmee in beeld gebracht worden. Bovendien wordt er steeds meer bekend over de verspreiding en ecologie van macrofauna soorten. Door de soorten te blijven determineren kan deze kennis verder uitgebreid worden en kan macrofauna steeds beter gebruikt worden om de toestand van een water te beschrijven.



## 7 Literatuur

- Arts, G.H.P., A.J.P. Smolders & J.D.M. Belgers (2007). *Kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment in relatie tot de vegetatiekundige samenstelling van 60 aquatische referentiepunten: een statistische analyse*. Alterra-rapport 1479, Alterra, Wageningen.
- Baggelaar, P.K. & E.C.J. van der Meulen (2008). *Statistische analyse waterkwaliteit in beheersgebied waterschap Rijn en IJssel*. Icastat i.o.v. Waterschap Rijn en IJssel.
- Braak, C.J.F. (1996). *Unimodal models to relate species to the environment*. Proefschrift Wageningen Universiteit
- Braak, C.J.F. ter & I.C. Prentice (1988). *A theory of gradient analysis*. Advances in ecological research 18, 271-317.
- Braak, C.J.F. ter & P. Smilauer (1998). *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power Ithaca, New York.
- Chapman, D. (red.) (1996). *Water quality assessments, a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Londen.
- Drost, M.B.P., H.P.J.J. Cuppen, E.J. van Nieukerken & M. Schreijer (red.). (1992). *De waterkevers van Nederland*. Uitgeverij K.N.N.V., Utrecht (Natuurhistorische bibliotheek, ISSN 0169-5355; 55), 280 pp.
- Gittenberger, E., A.W. Janssen, W.J. Kuijper, J.G.J. Kuiper, T. Meijer, G. van der Velde & J.N. de Vries (1998). *De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water*. Nederlandse Fauna 2. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland, Leiden. 288 blz., 12 platen.
- Evers, C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens & A. van Leerdam (2007). *Omschrijving MEP en conceptmaatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water*. Royal Haskoning, in opdracht van de Deelstroomgebieden Rijn-West, Rijn-Midden, Rijn-Oost, Eems en Maas, STOWA en CSN.
- Higler, L.W.G. (2005). *De Nederlandse kokerjufferlarven. Determinatie en ecologie*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Higler, L.W.G. (2008). *Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera)*. EIS-Nederland, Leiden.
- Hill, M.O. & P. Smilauer (2005). *TWINSPAN for Windows, version 2.3*. Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & Ceske Budejovice.
- Hommel, P.W.F.M., A.J.P. Smolders & R.W. de Waal (2010). *Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen. Deel 2: van sleutelfactoren naar drempelwaarden*. Alterra-rapport 2050, Wageningen.
- Jongman, R.H., C.J.F. ter Braak & O.F. van Tongeren (1987). *Data analysis in community and landscape ecology*. Wageningen.
- Katwijk, M.M. van & C.J.F. ter Braak (2008). *Handleiding voor het gebruik van multivariate analysetechnieken in de ecologie*. Rapport Afdeling Milieukunde, Radboud Universiteit, Nijmegen en Afdeling Biometrie, Wageningen Universiteit en Research Centrum..
- McDonald, J.H. (2009). *Handbook of Biological Statistics*, 2nd ed. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.
- Molen, D.T. van der & R. Pot (red.) (2007). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water*. STOWA-rapport nr. 2007-32.
- Moller Pillot, H.K.M. (2009). *Chironomidae Larvae II. Biology and ecology of the Chironomini*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie (2002). *De Nederlandse libellen (Odonata)*. Nederlandse Fauna 4. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Nijboer, R.C. (1999). *De Springendalse Beek: macrofaunagemeenschappen in de periode 1970-1995*. IBN-rapport 455, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

- Nijboer, R.C. (2001). *Nutriënten in stromende wateren: Effecten van verrijking op de fysische, chemische en ecologische processen*. Alterra-rapport 332, Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C. (2006). *The myth of communities. Determining ecological quality of surface waters using macroinvertebrate community patterns*. Thesis, Radboud University Nijmegen, Alterra Scientific Contributions 17, Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C. (2009). *Ecologische kwaliteit van HEN- en SED-wateren*. Waterschap Veluwe, Apeldoorn.
- Nijboer, R.C., M.W. van den Hoorn, T.H. van den Hoek, R. Wiggers & P.F.M. Verdonschot (2005). *Keylinks: Ecologische processen in sloten en beken. II. De relatie tussen afvoerdynamiek, temperatuur en de populatiegroei van Agapetus fuscipes*. Alterra-rapport 1069, Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (2000). *Taxonomic adjustment affects data analysis: an often forgotten error*. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, 27: 2546-2549.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (red.) (2001). *Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren*. WEW-Themanummer 19, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer/Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (2006). *Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; IV Bepaling van ecologische effecten van herstelmaatregelen*. Alterra-rapport 1366, Alterra, Wageningen, 88.
- Nijboer, R.C., P.F.M. Verdonschot & M.W. van den Hoorn (2006). *Macrofauna en vegetatie van de Nederlandse sloten*. Alterra-rapport 688, Alterra, Wageningen.
- Pot, R. (2008) *QBWat*, programma voor toetsing van opnamen aan de maatlatten van de KRW (versie 4.17). [www.roelfpot.nl](http://www.roelfpot.nl).
- Quinn, G.P. & M.J. Keough (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press.
- Smilauer, P. (1992). *Canodraw User's Guide version 3.0*. Environmental Change Research Centre, University College, London.
- Smit, H. & H. Van der Hammen (2000). *Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydrachnidia)*. Nederlandse Faunistische Mededelingen 13. Leiden, Stichting EIS & Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis. 272 p.
- Vallenduuk, H.J. & H.K.M. Moller Pillot (2007). *Chironomidae Larvae I. General ecology and Tanypodinae*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Verdonschot, P.F.M. (red.) (1995). *Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel*. STOWA-rapport 95-03.
- Verdonschot, P.F.M. (2010). *Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei*. Alterra Wageningen UR.
- Verdonschot, P.F.M., L.W.G. Higler, R.C. Nijboer & T.H. van den Hoek (2003). *Naar een doelsoortenlijst van aquatische macrofauna in Nederland. Platwormen (Tricladida), steenvliegen (Plecoptera), haften (Ephemeroptera) en Kokerjuffers (Trichoptera)*. Alterra-rapport 858, Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. & R.C. Nijboer (2004). *Macrofauna en vegetatie van de Nederlandse beken. Een aanzet tot beoordeling van de ecologische toestand*. Alterra-rapport 756, Alterra, Wageningen.

## **Bijlagen**



## Bijlage 1 Meetpunten tijdsreeksanalyse grenswateren

Bemonsterde trajecten per jaar. De cijfers in de cellen geven de bemonsteringsmaand weer.

| KRW type | meetpuntcode WRIJ | Omschrijving                             | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|-------------------|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R4       | OBB00             | Osink Bemersbeek; Burloseweg Winterswijk |      | 6    | 8    |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    | 4    |      |      |      | 4    |      |      | 5    |      |      |      |      |
| R5       | BOS00             | Boven Slinge; Grensovergang Kotten       |      | 6    | 4    | 4    | 5    | 5    | 4    | 5    | 4    | 7    | 4    | 4    | 4    | 4    | 5    | 4    | 4    | 4    | 7    | 3    | 4    | 4    | 4    |
| R5       | BUB01             | Buurserbeek; Braambrug Buurse            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    | 5    |      | 5    | 5    |      |      | 5    | 6    |      | 5    |      | 5    |
| R5       | GRK11             | Grenskanaal; de Linthorst                | 8    | 5    |      |      |      |      |      | 6    | 5    |      | 6    | 5    | 6    | 6    | 6    | 6    |      | 5    | 7    | 6    | 6    | 6    |      |
| R5       | RMB00             | Ramsbeek; Dwarsweg Hupsel                |      |      |      | 5    | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      | 5    |      | 5    |      |
| R6       | AAS00             | Aastrang                                 |      |      |      | 4    | 4    | 5    | 6    | 5    | 5    | 6    |      |      |      |      |      |      | 6    | 5    | 6    | 5    |      |      | 5    |
| R6       | BER00             | Berkel; grens Rekken                     |      |      | 5    | 5    | 6    | 5    | 6    | 5    | 5    |      | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 6    | 5    |      | 5    | 5    |
| R6       | OIJ0              | Oude IJssel; Grensovergang Gendringen    |      |      | 4    | 5    | 5    | 5    | 6    | 5    | 5    |      |      |      |      | 5    | 6    | 6    | 6    | 5    | 6    | 5    |      |      |      |
| R6       | ODR00             | Oude Rijn; Gens Lobith Elten             |      | 5    |      |      | 5    | 6    | 6    | 6    | 6    |      |      |      |      |      |      |      | 6    | 4    | 7    | 6    |      | 6    |      |



## Bijlage 2 Meetpunten tijdreeksanalyse overige wateren

Bemonsterde trajecten per jaar. De cijfers in de cellen geven de bemonsteringsmaand weer.

| KRW type | Meetpunt-code wrij | Omschrijving                         | Samenvoeging WRIJ | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R6       | AAS01              | Aastrang; Voorst                     | AAS01             |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | AAS10              | Tulenstraat; Breedenbroek            | AAS01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      | 5    |
| R5       | BAB01              | Baakse beek; Kunnerij Zieuwent       | BAB01             |      | 5    |      | 5    |      | 6    |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    | 6    |      |      |      |
| R5       | BAB02              | Baakse beek; Kunnerij Zieuwent       | BAB02             |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | BAB03              | Baakse beek; Emmerinkseweg Baak      | BAB02             |      |      |      | 5    |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |
| R5       | BAV01              | Barchemse veengoot                   | BAV01             |      |      |      | 5    | 5    |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | BAVAZ              | Barchemse veengoot; Gagelpad         | BAV01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |
| R6       | BER02              | Berkel; Beekvliet Borculo            | BER02             |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | BER03              | Berkel; Lochem                       | BER02             |      |      |      |      | 5    | 5    | 6    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | BERA3              | Berkel; Besselinkschans Almen        | BERA3             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      | 6    | 5    |
| R5       | BHB01              | Bielheimerbeek; Riiksweg Gaanderen   | BHB01             |      |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      | 5    |      |      |      |
| R5       | BHB12              | Bielheimerbeek; Over de beek         | BHB01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |
| R5       | BOS01              | Boven Slinge; na zandvang Miste      | BOS01             |      |      | 4    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      | 5    |      |
| R5       | BOS02              | Boven Slinge; Poelsbrug Varsseveld   | BOS02             |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      | 5    |      | 6    |      |
| R5       | BOS0A              | Boven Slinge; zandvang Miste         | BOS01             |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R4       | BZB00              | Beurzerbeek; Dwarsweg                | BZB00             |      | 5    | 4    | 5    |      | 5    |      |      | 6    |      |      |      | 7    | 5    | 4    | 4    |      | 4    | 5    | 4    | 4    |      |      |
| R5       | BZB01              | Beurzerbeek; Moskerdriehuisweg       | BZB01             |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |
| R5       | BZBAX3             | Beurzerbeek; Moskerdriehuisweg       | BZB01             | 7    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R3       | DAM01              | Dambeek; Holdersweg, Woold           | DAM01             |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      | 4    |      | 4    |      |      |      | 4    |      |
| R5       | DOB00              | Dortherbeek; Oxeerweg Deventer       | DOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | DOB01              | Dortherbeek; Molbegsteeg Epse        | DOB               |      |      |      | 5    | 5    |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | DOB10              | Dortherbeek; Oxe Epse                | DOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      | 5    | 6    |      |
| M1a      | DUW00              | Duivense wetering; Lage Aalburgerweg | DUW               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |
| M3       | DUW01              | Duivense wetering; Zesroedense brug  | DUW               |      | 5    |      | 5    |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | GRB01              | Grote beek; Kruisbergseweg           | GRB01             |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | GRB1A              | Grote beek; Geldersch landschap      | GRB01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |
| R5       | GRB22              | Grote beek; Muizengat voor Tolbrug   | GRB01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |
| R5       | GRS11              | Groenlose slinge; Moskerdriehuisweg  | GRS11             |      |      | 4    | 5    |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      | 5    |      | 4    |      |
| R5       | GRS12              | Groenlose slinge; Beerninkweg Meddo  | GRS11             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      | 4    | 5    |      |      |      |      | 5    |      |
| R13      | HAW01              | Haartse waterleiding; Eskensweg      | HAW               |      | 5    |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      |      |
| R5       | KEB01              | Keizersbeek; Witgoorsbrug Aalten     | KEB01             |      |      |      | 4    | 4    |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      | 6    | 5    |      |      |      |
| R5       | KEB02              | Keizersbeek; Marmelhorstweg Voorst   | KEB01             |      |      | 4    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R4       | LIM01              | Limbeek; Winterswijk                 | LIM01             |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      | 4    |      | 4    | 4    |
| R4       | LVD01              | Lievelderbeek; Brakerweg, Lievelede  | LVD01             |      |      |      |      |      |      | 4    |      | 5    |      |      | 4    |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | NIB01              | Nieuwe beek; Boschlaan               | NIB               |      |      |      |      |      | 6    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    | 6    |      |      |
| R5       | QBB01              | Kleine beek; Kotten                  | QBB01             | 6    | 6    |      |      |      |      | 2    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      | 4    |      |
| R6       | ODR01              | Oude Riin; Bergheufse brug           | ODR00             |      | 5    |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | ODR11              | Oude riin; Herwen.Gs 669a            | ODR00             |      |      |      |      |      | 6    | 4    |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | OIJ02              | Oude IJssel; ophaalbrug Laag-Keppel  | OIJ02             |      |      | 5    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | OIJ03              | Oude IJssel; sluis Doesburg          | OIJ02             |      |      |      |      | 5    | 5    | 6    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |
| R5       | OWV01              | Oisterwijkse vloed; weg Vorden       | OWV               |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |

| KRW type | Meetpunt-code wrij | Omschrijving                           | Samenvoeging WRIJ | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|--------------------|----------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R4       | RDB01              | Rode Beek; Kipstraat Hoog Keppel       | RDB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      | 5    | 5    | 5    | 5    |      |      |      |      |      |
| R4       | RDB02              | Rode Beek; Tellingstraat Hoog Keppel   | RDB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    | 5    | 5    |      |      |      | 5    |      |      |
| R4       | ROB06              | Rozendaalse beek; Koningsberg          | ROB06             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    | 3    |      |      | 4    |      |      |      |      | 5    |      |      |      | 4    |
| R5       | RTB01              | Ratumse Beek; Ravenhorstweg            | RTB               |      |      |      | 5    |      |      | 4    |      | 4    |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | RTBB1              | Ratumse Beek; Bonnink Nieuwe loop      | RTB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    | 4    | 4    |      |      | 5    |      |
| R4       | RUB01              | Ruiterbeek; Ellecom eikenstraat        | RUB               |      |      |      |      |      | 6    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      | 3    |      |      |      | 4    |      |      | 6    |
| R5       | SAB01              | Schaarsbeek; Bolwerkweg Bredevoort     | SAB01             |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | SAB05              | Schaarsbeek; Winterswijkseweg          | SAB01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |
| R5       | SAB10              | Schaarsbeek; Groote Goor               | SAB01             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |
| R5       | SABAV5             | Schaarsbeek                            | SAB01             |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | SBK60              | Schipbeek; de Wippert                  | SBK60             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 7    |      |      |      |      |      |      | 6    |      |
| R6       | SBK61              | Schipbeek; zwaluwoever Bathmen         | SBK60             |      |      |      |      |      |      |      | 6    | 7    |      | 7    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R6       | SBK68              | Schipbeek; inrichtingsvariant 5        | SBK60             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R4       | SIP01              | Siepersbeek; Winterswijk               | SIP               |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      | 4    |      |
| R4       | STB01              | Stuwbeek; Hutterweg Miste              | STB               |      |      |      | 4    | 4    | 5    | 4    |      | 4    |      | 4    |      | 4    |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R4       | STB02              | Stuwbeek; Binnenboomweg Miste          | STB               |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      | 4    |
| R4       | SVB05              | Sniijdersveerbeek; Hondorpweg Aalten   | SVB               |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      | 4    |      |
| R5       | VEG02              | Veengoot; weg Vorden Wichmond          | VEG02             |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |
| R5       | VEG13              | Veengoot; Reerinkweg Veldhoek          | VEG02             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | VEG15              | Veengoot; Loakendijk Veldhoek          | VEG02             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |
| R5       | VOB01              | Voorste beek; Kooidijk Epse            | VOB               |      |      |      | 5    | 5    |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |
| R5       | VOB11              | Voorstebeek; Horstweg/o Holterweg      | VOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R4       | VRB01              | Vragenderbeek                          | VRB               |      |      | 4    | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |
| R4       | VRB03              | Vragenderbeek; Kappelweg Vragender     | VRB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |
| R4       | VSV01              | Vosseveldse beek; Winterswijk          | VSV               |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      | 4    |      |      |      |      | 4    |
| R4       | VVB00              | Vennevertlosebeek; Dwarsweg            | VVB               |      |      |      |      | 6    |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      | 4    | 4    |
| R5       | WEB01              | Wehlse beek; Liemersweg                | WEB01             |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      | 5    |
| R5       | WEB02              | Wehlse beek; Breedestraat Wehl         | WEB02             |      |      |      | 5    | 6    |      |      |      | 5    |      |      |      |      | 5    |      | 6    |      |      |      | 5    |      |      | 5    |
| R4       | WEY00              | Weijenborgse beek; Heelweg             | WEY               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    | 4    | 5    |      |      |      |      |      | 5    |      | 5    |      |
| M3       | WIW01              | Wiide wetering; Giesbeekse brug        | WIW               |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| M3       | WIW11              | Wiide wetering; Riiksweg Westervoort   | WIW               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |
| M3       | WIW22              | Wiide wetering; Noord Parallelweg      | WIW               |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 7    |      |
| R5       | WLB01              | Willinkbeek; Henxelse weg Henxel       | WLB               |      | 5    |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | WLB12              | Willinkbeek; Het Gosselink Winterswijk | WLB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |
| M3       | ZEW01              | Zevenaarse wetering; Boleemweg         | ZEW               |      | 5    |      | 5    |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      |      |      | 6    |
| M3       | ZEWAD              | Zevenaarse wetering; AD                | ZEW               |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | ZOB10              | Zoddebeek; Zuidgrensweg Buurse         | ZOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |
| R5       | ZOB47              | Zoddebeek; Broekdijk, Buurse           | ZOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R5       | ZOB96              | Zoddebeek; Hofterveldweg Buurse        | ZOB               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5    |      |      |      | 5    |      |      |

## Bijlage 3 Meetpunten ruimtelijke analyse

Bemonsterde trajecten en bemonsteringsdatum.

| KRW type | Meetpuntcode WRIJ | Omschrijving                                                   | Datum     |
|----------|-------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| M3       | DIW02             | Didamse Wetering; Eldrikseweg Angerlo                          | 10-6-2009 |
| M3       | WIW22             | Wijde Wetering; Noord Parallelweg Duiven Nieuwgraaf            | 9-7-2009  |
| M3       | ZEW01             | Zevenaarse wetering; Boleemweg Duiven                          | 17-6-2002 |
| M5       | BOB03             | Bolksbeek; Slaapdijk Gelselaar                                 | 28-5-2008 |
| R3       | SAB00             | Schaarsbeek                                                    | 17-4-2008 |
| R4       | DAM01             | Dambeek; Holdersweg, Woold Winterswijk                         | 8-4-2009  |
| R4       | LIM01             | Limbeek; Winterswijk                                           | 21-4-2009 |
| R4       | STB02             | Stuwbeek; Binnenboomweg Miste                                  | 10-5-2006 |
| R4       | VRB03             | Vragenderbeek; Kappelweg Vragender                             | 10-5-2008 |
| R5       | WEY00             | Weijenborgse beek; Heelweg, Vragender                          | 9-5-2007  |
| R5       | BAB01             | Baakse beek; Emmerinkseweg Baak                                | 13-6-2006 |
| R5       | BAB03             | Baakse beek; Kunnerij Zieuwent                                 | 17-4-2007 |
| R5       | BSB02             | Bergerslagbeek; Paralel Uift Melkvondel                        | 19-4-2007 |
| R5       | BZB01             | Beurzerbeek; Moskerdriehuisweg Meddo                           | 4-5-2006  |
| R5       | BHB01             | Bielheimerbeek; Rijksweg Gaanderen                             | 25-4-2006 |
| R5       | BOS05             | Boven Slinge; Bekendelle Winterswijk                           | 20-4-2009 |
| R5       | BOS00             | Boven Slinge; Grensovergang Kotten                             | 10-6-2008 |
| R5       | BOS02             | Boven Slinge; Poelsbrug Varsseveld                             | 7-5-2009  |
| R5       | BUB01             | Buurserbeek; Braambrug Buurse                                  | 7-5-2009  |
| R5       | BUB45             | Buurserbeek; Vloedstegenbrug Haaksbergen                       | 21-5-2007 |
| R5       | DMB01             | Dommerbeek; weg Gorsel Epse                                    | 4-6-2008  |
| R5       | DOB10             | Dortherbeek; Oxe Epse                                          | 4-6-2008  |
| R5       | EFB03             | Eefse beek; Elzerweg Eefde                                     | 2-6-2008  |
| R5       | GRK11             | Grenskanaal; de Linthorst                                      | 22-5-2008 |
| R5       | GRB22             | Grote beek; Geldersch landschap Wooldersmaat Doetinchem        | 22-5-2007 |
| R5       | GRB1A             | Grote beek; Muizengat voor Tolbrug Steenderen                  | 5-6-2008  |
| R5       | GRW01             | Grote waterleiding; Goorsegeweg Lochem                         | 27-5-2008 |
| R5       | MEB02             | Meibeek; Voskampweg, Ruurlo                                    | 12-6-2006 |
| R5       | NIB01             | Nieuwe beek; Boschlaan Lichtenvoorde                           | 10-5-2007 |
| R5       | OWV01             | Oisterwijkse vloed; weg Vorden Wichmond                        | 28-4-2005 |
| R5       | RTBD2             | Ratumse Beek; Dottekro Winterswijk Diepere opgestuwde gedeelte | 28-4-2005 |
| R5       | RTBD1             | Ratumse Beek; Dottekro Winterswijk ondiepe gedeelte            | 20-4-2007 |
| R5       | VEG00             | Veengoot; Polbrug Radstake                                     | 10-5-2007 |
| R5       | VEG02             | Veengoot; weg Vorden Wichmond                                  | 16-4-2007 |
| R5       | WAW01             | Waalse water; Hommekesweg Braamt                               | 18-5-2009 |
| R5       | WEB02             | Wehlse beek; Breedestraat Wehl                                 | 23-4-2008 |
| R5       | WLB12             | Willinkbeek; Het Gosselink Winterswijk                         | 8-5-2007  |
| R6       | ZOB96             | Zoddebeek; Hofterveldweg Buurse                                | 13-5-2009 |
| R6       | AAS00             | Aastrang                                                       | 19-5-2009 |

| KRW type | Meetpuntcode WRIJ | Omschrijving                          | Datum     |
|----------|-------------------|---------------------------------------|-----------|
| R6       | BERA3             | Berkel; Besselink Almen               | 8-5-2009  |
| R6       | BER00             | Berkel, grens                         | 8-5-2007  |
| R6       | SBK17             | Schipbeek, Houboerweg Diepenheim      | 17-5-2006 |
| R6       | OIJ00             | Oude IJssel; Grensovergang Gendringen | 24-5-2007 |
| R6       | OIJ03             | Oude IJssel; sluis Doesburg           | 2-6-2008  |
| R6       | ODR00             | Oude Rijn; Grens Lobith Elten         | 10-6-2008 |
| R6       | SBK60             | Schipbeek; de Wippert                 | 13-5-2009 |
| R11      | AAS10             | Aastrang; Tulenstraat, Breedenbroek   | 5-4-2007  |

## Bijlage 4 Gemeten waarden van de milieuvariabelen

De waarden, met uitzondering van de fysisch-chemische waarden, hebben betrekking op het jaar van bemonstering (zie bijlage 3). De chemiewaarden betreffen gemiddelde waarden. Het jaar waarop het gemiddelde berust en het aantal metingen (N) waarop het gemiddelde is gebaseerd zijn aangegeven. De met groen gemarkeerde variabelen zijn voor analyse gebruikt. N.B. Alleen in de eerste tabellen is de groene markering opgenomen.

| Parameter                      | Eenheid  | AAS00 | AAS10 | BAB01 | BAB03 | BER00 | BERA3 | BHB01 | BOB03 | BOS00 | BOS02 | BOS05 | BSB02 | BUB01 | BUB45 | BZB01 | DAM01 | DIW02 | DMB01 | DOB10 | EFB03 | GRB1A | GRB22 |
|--------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kroos                          | %        | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Algen                          | %        | 0     | 0     | 8     | 5     | 0     | 5     | 0     | 2     | 0     | 10    | 75    | 20    | 0     | 0     | 3     | 0     | 0     | 0     | 5     | 10    | 3     | 3     |
| Submers                        | %        | 5     | 3     | 1     | 4     | 3     | 5     | 30    | 1     | 3     | 5     | 1     | 15    | 20    | 5     | 2     | 0     | 10    | 40    | 20    | 70    | 80    | 70    |
| Drijvend                       | %        | 5     | 3     | 1     | 5     | 0     | 3     | 20    | 1     | 1     | 1     | 0     | 5     | 10    | 10    | 3     | 1     | 3     | 5     | 3     | 5     | 3     | 15    |
| Emers                          | %        | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 10    | 3     | 2     | 3     | 0     | 5     | 10    | 5     | 3     | 1     | 15    | 10    | 3     | 5     | 10    | 5     |
| Oever                          | %        | 100   | 100   | 100   | 95    | 100   | 100   | 100   | 100   | 50    | 100   | 0     | 10    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 20    | 100   | 100   | 100   | 100   |
| Breedte                        | m        | 22    | 20    | 8     | 10    | 18    | 22    | 8     | 12    | 5     | 12    | 6     | 5     | 6     | 10    | 8     | 1     | 12    | 5     | 6     | 9     | 8     | 10    |
| Sapropeliumlaag                | cm       | 2     | 1     | 10    | 10    | 0     | 1     | 5     | 5     | 1     | 5     | 2     | 10    | 0     | 0     | 25    | 2     | 10    | 10    | 20    | 5     | 7     | 5     |
| Sliblaag                       | cm       | 0     | 0,5   | 10    | 10    | 0     | 1     | 5     | 5     | 1     | 0     | 0     | 30    | 0     | 0     | 25    | 0     | 10    | 10    | 20    | 5     | 7     | 5     |
| Fijne detritus                 | cm       | 3     | 0     | 10    | 10    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 10    | 10    | 5     | 5     | 10    | 5     | 5     | 10    | 0     | 5     | 14    | 14    |
| Grove detritus                 | cm       | 7     | 8     | 0     | 0     | 5     | 10    | 15    | 9     | 13    | 5     | 10    | 10    | 5     | 5     | 10    | 10    | 10    | 0     | 15    | 5     | 10    | 10    |
| Detritus                       | cm       | 10    | 8     | 10    | 10    | 15    | 15    | 20    | 14    | 18    | 10    | 20    | 20    | 10    | 10    | 20    | 15    | 15    | 10    | 15    | 10    | 24    | 24    |
| RWZI-aanwezig                  | 0 of 1   | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Schaduw                        | %        | 5     | 0     | 0     | 0     | 5     | 5     | 10    | 5     | 40    | 40    | 70    | 0     | 5     | 5     | 0     | 30    | 10    | 10    | 2     | 5     | 10    | 10    |
| Stroomsnelheid                 | cm/s     | 5     | 4     | 0     | 3     | 5     | 0     | 5     | 0     | 15    | 1     | 20    | 2     | 10    | 4     | 2     | 15    | 1     | 3     | 1     | 0     | 4     | 4     |
| Afvoerloosheid                 | dagen/jr | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 20    | 0     | 0     | 0     | 0     | 150   | 0     | 0     | 0     | 90    | 1     | 150   | 10    | 0     | 0     | 50    |
| Stroomsnelheid bij piekafvoer  | m/s      | 1,10  | 0,97  | 0,56  | 0,17  | 1,26  | 0,99  | 0,87  | 1,06  | 1,52  | 1,04  | 1,58  | 0,45  | 1,38  | 1,13  | 0,16  | 0,39  | 0,41  | 0,24  | 0,35  | 0,32  | 0,39  | 0,70  |
| Stroomsnelheid bij basisafvoer | m/s      | 0,09  | 0,04  | 0,05  | 0,07  | 0,02  | 0,14  | 0,11  | 0,07  | 0,17  | 0,01  | 0,03  | 0,04  | 0,09  | 0,01  | 0,01  | 0,09  | 0,06  | 0,01  | 0,03  | 0,02  | 0,05  | 0,03  |
| Algen substraat                | %        | 1     | 2     | 0     | 5     | 0     | 5     | 0     | 3     | 2     | 10    | 0     | 20    | 0     | 0     | 10    | 0     | 5     | 5     | 5     | 10    | 3     | 3     |
| Blad                           | %        | 4     | 0     | 0     | 5     | 0     | 0     | 5     | 3     | 10    | 0     | 10    | 5     | 5     | 0     | 5     | 5     | 0     | 5     | 0     | 0     | 3     | 3     |
| Houten bekleding               | %        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |



| Parameter      | Eenheid | AAS00 | AAS10 | BAB01 | BAB03 | BER00 | BERA3 | BHB01 | BOB03 | BOS00 | BOS02 | BOS05 | BSB02 | BUB01 | BUB45 | BZB01 | DAM01 | DIW02 | DMB01 | DOB10 | EFB03 | GRB1A | GRB22 |
|----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Hout           | %       | 5     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     | 10    | 0     | 5     | 0     | 0     | 10    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Grind          | %       | 0     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Klei           | %       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| IJzervlokken   | %       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Planten totaal | %       | 25    | 30    | 50    | 50    | 10    | 50    | 40    | 30    | 5     | 30    | 5     | 20    | 40    | 40    | 40    | 25    | 50    | 60    | 50    | 50    | 50    | 50    |
| Rottingsslib   | %       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     |
| Slib           | %       | 5     | 10    | 40    | 15    | 5     | 5     | 10    | 20    | 5     | 0     | 5     | 30    | 0     | 0     | 20    | 5     | 15    | 10    | 10    | 20    | 10    | 10    |
| Steen          | %       | 10    | 5     | 0     | 5     | 25    | 10    | 5     | 10    | 5     | 5     | 0     | 0     | 15    | 10    | 0     | 5     | 0     | 0     | 5     | 0     | 0     | 0     |
| Wortels        | %       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 5     | 0     | 10    | 0     | 0     | 0     | 5     | 5     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Zand           | %       | 40    | 40    | 0     | 10    | 40    | 15    | 20    | 20    | 35    | 35    | 40    | 5     | 25    | 40    | 0     | 30    | 15    | 10    | 15    | 10    | 5     | 10    |
| Zicht          | cm      | 80    | 80    | 80    | 80    | 90    | 80    | 80    | 80    | 60    | 40    | 80    | 50    | 90    | 90    | 70    | 60    | 80    | 100   | 50    | 100   | 100   | 100   |
|                |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Jaar metingen  |         | 2009  | 2009  | 2005  | 2007  | 2009  | 2009  | 2006  | 2008  | 2009  | 2008  | 2006  | 2007  | 2009  | 2009  | 2007  | 2008  | 2009  | 2007  | 2008  | 2008  | 2007  | 2008  |
| NH4            | mg/L    | 0,17  | 0,35  | 0,66  | 0,18  | 0,17  | 0,25  | 0,19  | 0,12  | 0,22  | 0,18  | 0,27  | 0,34  | 0,21  | 0,17  | 0,15  | 0,20  | 0,12  | 0,14  | 0,16  | 0,16  | 0,13  | 0,14  |
| NH4: N         |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| Cl             | mg/L    | 43    | 48    | 122   | 47    | 58    | 58    | 45    | 53    | 66    | 85    | 47    | 44    | 60    | 52    | 31    | 22    | 38    | 32    | 43    | 46    | 33    | 33    |
| Cl: N          |         | 12    | 12    | 34    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| P              | mg/L    | 0,153 | 0,159 | 0,173 | 0,148 | 0,215 | 0,152 | 0,106 | 0,105 | 0,198 | 0,163 | 0,154 | 0,120 | 0,133 | 0,091 | 0,103 | 0,180 | 0,056 | 0,070 | 0,066 | 0,112 | 0,126 | 0,056 |
| P: N           |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| EGV            | mg/L    | 64    | 62    | 109   | 73    | 69    | 65    | 68    | 54    | 72    | 73    | 64    | 73    | 69    | 66    | 60    | 33    | 70    | 70    | 71    | 65    | 70    | 67    |
| EGV: N         |         | 16    | 12    | 13    | 12    | 15    | 12    | 15    | 12    | 27    | 12    | 10    | 7     | 15    |       | 15    | 3,00  | 12    | 12    | 10,00 | 15    | 15    | 15    |
| NKj            | mg/L    | 1,517 | 1,758 | 1,992 | 1,383 | 1,425 | 1,692 | 1,351 | 1,808 | 1,592 | 1,958 | 1,450 | 1,471 | 1,783 | 1,831 | 1,825 | 2,467 | 0,933 | 1,042 | 1,367 | 1,175 | 0,942 | 0,808 |
| NKj: N         |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| NO3            | mg/L    | 5,883 | 5,650 | 3,931 | 2,000 | 6,142 | 3,873 | 4,208 | 3,612 | 6,379 | 4,400 | 8,017 | 3,043 | 5,792 | 4,638 | 7,825 | 2,833 | 2,583 | 0,535 | 1,117 | 0,512 | 1,592 | 1,317 |
| NO3: N         |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| NO2            | mg/L    | 0,040 | 0,058 | 0,091 | 0,034 | 0,054 | 0,060 | 0,048 | 0,027 | 0,069 | 0,049 | 0,080 | 0,071 | 0,103 | 0,047 | 0,065 | 0,067 | 0,028 | 0,014 | 0,025 | 0,016 | 0,028 | 0,023 |
| NO2: N         |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |

| Parameter | Eenheid | AAS00 | AAS10 | BAB01 | BAB03 | BER00 | BERA3 | BHB01 | BOB03 | BOS00 | BOS02 | BOS05 | BSB02 | BUB01 | BUB45 | BZB01 | DAM01 | DIW02 | DMB01 | DOB10 | EFB03 | GRB1A | GRB22 |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| o-PO4     | mg/L    | 0,063 | 0,058 | 0,049 | 0,039 | 0,107 | 0,044 | 0,057 | 0,058 | 0,090 | 0,099 | 0,089 | 0,049 | 0,047 | 0,039 | 0,057 | 0,063 | 0,017 | 0,039 | 0,023 | 0,048 | 0,040 | 0,035 |
| o-PO4: N  |         | 12    | 12    | 13    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| SO4       | mg/L    | 58    | 62    | 99    | 66    | 65    | 61    | 67    | 57    | 61    | 78    | 56    | 84    | 66    | 67    | 69    | 36    | 81    | 58    | 60    | 67    | 71    | 69    |
| SO4: N    |         | 12    | 12    | 34    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 24    | 12    | 12    | 7     | 12    | 16    | 12    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 12    | 12    | 12    |
| pH        |         | 7,69  | 7,65  | 7,70  | 7,83  | 7,76  | 7,63  | 7,76  | 8,00  | 7,77  | 7,96  | 7,83  | 7,76  | 7,73  | 7,73  | 7,73  | 7,40  | 7,77  | 7,84  | 7,64  | 7,72  | 7,74  | 7,75  |
| pH: N     |         | 16    | 12    | 12    | 12    | 15    | 12    | 16    | 12    | 27    | 12    | 12    | 7     | 15    |       | 15    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 15    | 15    | 15    |
| O2        | mg/L    | 10,54 | 10,76 | 7,41  | 9,83  | 10,78 | 10,13 | 9,73  | 10,12 | 10,19 | 10,28 | 9,98  | 6,96  | 10,44 | 10,44 | 9,37  | 12,17 | 8,92  | 8,03  | 7,98  | 8,13  | 9,31  | 9,54  |
| O2: N     |         | 16    | 12    | 11    | 12    | 15    | 12    | 16    | 12    | 27    | 11    | 12    | 7     | 15    |       | 15    | 3,00  | 12    | 12    | 12,00 | 15    | 15    | 15    |

Evaluatie macrofauna-onderzoek WRIJ

| Parameter                         | Eenheid  | GRK<br>11 | GRW<br>01 | LIM0<br>1 | MEB<br>02 | NIB0<br>1 | ODR<br>00 | OWV<br>01 | OIJ<br>00 | OIJ<br>03 | RTB<br>D1 | RTB<br>D2 | SAB0<br>0 | SBK1<br>7 | SBK6<br>0 | STB0<br>2 | VEG0<br>0 | VEG0<br>2 | VRB03 | WA<br>W01 | WEB<br>02 | WEY<br>00 | WIW<br>22 | WLB<br>12 | ZEW<br>01 | ZOB9<br>6 |
|-----------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kroos                             | %        | 0         | 15        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         |
| Algen                             | %        | 20        | 3         | 0         | 0         | 5         | 10        | 5         | 1         | 3         | 0         | 1         | 2         | 2         | 5         | 0         | 3         | 1         | 0     | 0         | 10        | 0         | 5         | 0         | 1         | 1         |
| Submers                           | %        | 40        | 80        | 0         | 5         | 10        | 10        | 85        | 4         | 4         | 0         | 2         | 10        | 5         | 10        | 3         | 10        | 10        | 1     | 30        | 20        | 1         | 70        | 0         | 30        | 30        |
| Drijvend                          | %        | 5         | 30        | 2         | 1         | 10        | 6         | 10        | 3         | 2         | 0         | 5         | 10        | 2         | 10        | 1         | 10        | 3         | 0     | 10        | 5         | 0         | 10        | 0         | 1         | 5         |
| Emers                             | %        | 5         | 15        | 5         | 5         | 3         | 4         | 5         | 4         | 4         | 0         | 3         | 5         | 2         | 5         | 3         | 3         | 3         | 1     | 5         | 5         | 20        | 10        | 0         | 20        | 5         |
| Oever                             | %        | 100       | 100       | 0         | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 80        | 95        | 90        | 50        | 100       | 100       | 50        | 100       | 95        | 30    | 100       | 100       | 100       | 100       | 5         | 100       | 95        |
| Breedte                           | m        | 6         | 10        | 1         | 8         |           | 12        | 7         | 18        | 30        | 5         | 5         | 3         | 16        | 20        | 1,5       | 9         | 12        | 1     | 6         | 6         | 1         | 10        | 4,5       | 7         | 5         |
| Sapropeliumlaag                   | cm       | 20        | 10        | 0         | 15        | 10        | 20        | 10        | 1         | 5         | 20        | 0         | 10        | 1         | 10        | 0         | 30        | 15        | 5     | 10        | 10        | 5         | 20        | 5         | 15        | 5         |
| Sliblaag                          | cm       | 20        | 10        | 0         | 15        | 10        | 20        | 10        | 1         | 5         | 0         | 0         | 10        | 10        | 10        | 0         | 15        | 15        | 5     | 5         | 10        | 5         | 20        | 0         | 15        | 5         |
| Fijne detritus                    | cm       | 5         | 5         | 5         | 10        | 0         | 5         | 10        | 10        | 0         | 10        | 0         | 5         | 0         | 5         | 10        | 10        | 0         | 0     | 10        | 0         | 15        | 5         | 0         | 10        | 10        |
| Grove detritus                    | cm       | 10        | 5         | 15        | 10        | 0         | 0         | 0         | 10        | 10        | 10        | 10        | 10        | 0         | 10        | 10        | 5         | 10        | 10    | 10        | 10        | 10        | 10        | 10        | 10        | 10        |
| Detritus                          | cm       | 15        | 10        | 20        | 20        | 0         | 5         | 10        | 20        | 10        | 20        | 10        | 15        | 0         | 15        | 20        | 15        | 10        | 10    | 20        | 10        | 25        | 15        | 10        | 20        | 20        |
| RWZI-aanwezig                     | 0 of 1   | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0     | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Schaduw                           | %        | 20        | 10        | 50        | 40        | 10        | 5         | 15        | 5         | 0         | 75        | 75        | 20        | 0         | 0         | 40        | 5         | 10        | 20    | 0         | 5         | 20        | 30        | 75        | 0         | 0         |
| Stroomsnelheid                    | cm/s     | 3         | 1         | 20        | 1         | 1         | 1         | 2         | 5         | 1         | 10        | 40        | 4         | 1         | 0         | 15        | 2         | 2         | 20    | 5         | 1         | 20        | 1         | 10        | 0         | 1         |
| Afvoerloosheid                    | dagen/jr | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 90        | 0         | 10        | 0         | 0         | 30        | 30        | 15        | 60        | 50        | 150       | 0     | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         | 60        |
| Stroomsnelheid<br>bij piekafvoer  | m/s      | 0,33      | 0,36      | 0,56      | 0,54      | 0,51      | 0,20      | 0,45      | 1,24      | 0,56      | 0,49      | 0,13      | 0,35      | 0,84      | 0,82      | 0,30      | 0,47      | 0,83      | 0,47  | 0,31      | 0,37      | 0,54      | 0,17      | 1,02      | 0,38      | 0,23      |
| Stroomsnelheid<br>bij basisafvoer | m/s      | 0,06      | 0,03      | 0,05      | 0,03      | 0,04      | 0,01      | 0,01      | 0,05      | 0,02      | 0,04      | 0,09      | 0,06      | 0,08      | 0,03      | 0,08      | 0,01      | 0,01      | 0,05  | 0,03      | 0,02      | 0,04      | 0,01      | 0,04      | 0,05      | 0,02      |
| Algen                             | %        | 10        | 15        | 1         | 5         | 5         | 10        | 10        | 0         | 5         | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 10        | 5         | 5     | 0         | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        | 0         |
| Blad                              | %        | 5         | 5         | 20        | 0         | 5         | 5         | 0         | 0         | 0         | 40        | 5         | 5         | 5         | 0         | 10        | 5         | 0         | 5     | 0         | 0         | 5         | 5         | 20        | 0         | 0         |
| Houten<br>bekleding               | %        | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Hout                              | %        | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 5         | 15        | 0         | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 10    | 0         | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         |
| Grind                             | %        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 15        | 0         | 0         | 0     | 0         | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         |
| Klei                              | %        | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     | 0         | 10        | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         |
| IJzervlokken                      | %        | 0         | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 10        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 15    | 0         | 0         | 15        | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Planten totaal                    | %        | 40        | 40        | 3         | 40        | 45        | 50        | 60        | 30        | 45        | 0         | 0         | 40        | 60        | 70        | 3         | 50        | 60        | 10    | 50        | 60        | 15        | 50        | 0         | 30        | 50        |

Evaluatie macrofauna-onderzoek WRIJ

| Parameter     | Eenheid | GRK<br>11 | GRW<br>01 | LIM0<br>1 | MEB<br>02 | NIB0<br>1 | ODR<br>00 | OWV<br>01 | OIJ<br>00 | OIJ<br>03 | RTB<br>D1 | RTB<br>D2 | SAB0<br>0 | SBK1<br>7 | SBK6<br>0 | STB0<br>2 | VEG0<br>0 | VEG0<br>2 | VRB03  | WA<br>W01 | WEB<br>02 | WEY<br>00 | WIW<br>22 | WLB<br>12 | ZEW<br>01 | ZOB9<br>6 |
|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rottingsslib  | %       | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 20        | 0         | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0      | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 0         |           |
| Slib          | %       | 20        | 20        | 3         | 15        | 20        | 10        | 10        | 0         | 10        | 10        | 5         | 10        | 10        | 10        | 4         | 20        | 10        | 5      | 10        | 10        | 5         | 10        | 5         | 0         | 10        |
| Steen         | %       | 0         | 0         | 3         | 0         | 0         | 0         | 0         | 30        | 15        | 0         | 0         | 5         | 0         | 0         | 3         | 0         | 0         | 20     | 5         | 0         | 20        | 0         | 20        | 20        | 0         |
| Wortels       | %       | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 5         | 5         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Zand          | %       | 5         | 5         | 45        | 20        | 15        | 0         | 5         | 10        | 15        | 15        | 50        | 10        | 25        | 5         | 40        | 0         | 15        | 20     | 15        | 0         | 15        | 5         | 25        | 10        | 20        |
| Zicht         | cm      | 40        | 100       | 100       | 80        | 60        | 100       | 100       | 90        | 60        | 100       | 100       | 60        | 80        | 80        | 100       | 70        | 50        | 40     | 100       | 70        | 100       | 60        | 100       | 60        | 90        |
|               |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |        |           |           |           |           |           |           |           |
| Jaar metingen |         | 2008      | 2008      | 2008      | 2008      | 2005      | 2008      | 2007      | 2005      | 2007      | 2005      | 2005      | 2007      | 2007      | 2008      | 2009      | 2007      | 2007      | 2006   | 2007      | 2009      | 2008      | 2009      | 2008      | 2007      | 2002      |
| NH4           | mg/L    | 0,16      | 0,25      | 0,17      | 0,27      | 0,39      | 0,14      | 0,20      | 0,21      | 0,30      | 0,22      | 0,22      | 0,25      | 0,16      | 0,51      | 0,15      | 0,21      | 0,21      | 0,48   | 0,22      | 0,67      | 2,60      | 0,29      | 0,11      | 0,25      | 0,32      |
| NH4: N        |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 5         |
| Cl            | mg/L    | 26        | 59        | 22        | 50        | 43        | 27        | 30        | 74        | 48        | 31        | 31        | 20        | 40        | 54        | 26        | 56        | 56        | 38     | 28        | 42        | 34        | 44        | 28        | 27        | 40        |
| Cl: N         |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 6         |
| P             | mg/L    | 0,112     | 0,168     | 0,097     | 0,078     | 0,063     | 0,108     | 0,116     | 0,100     | 0,111     | 0,117     | 0,117     | 0,083     | 0,098     | 0,110     | 0,060     | 0,126     | 0,126     | 0,106  | 0,066     | 0,118     | 0,250     | 0,119     | 0,098     | 0,119     | 0,068     |
| P: N          |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 6         |
| EGV           | mg/L    | 53        | 65        | 41        | 68        | 60        | 52        | 69        | 86        | 62        | 57        | 57        | 32        | 57        | 58        | 46        | 75        | 75        | 51     | 66        | 75        | 44        | 53        | 59        | 40        | 68        |
| EGV: N        |         | 15        | 12        | 3         | 12        | 12        | 15        | 16        | 17        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         | 4         | 4         | 12        | 6         |
| NKj           | mg/L    | 1,075     | 1,750     | 2,000     | 1,408     | 1,592     | 1,017     | 1,042     | 1,278     | 1,325     | 1,629     | 1,629     | 2,450     | 1,458     | 1,883     | 1,886     | 1,400     | 1,400     | 2,155  | 0,910     | 1,817     | 4,500     | 1,608     | 1,525     | 2,500     | 0,783     |
| NKj: N        |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 6         |
| NO3           | mg/L    | 3,758     | 1,658     | 8,333     | 1,612     | 6,931     | 2,342     | 1,392     | 3,915     | 4,775     | 9,571     | 9,571     | 1,700     | 5,275     | 2,942     | 6,729     | 2,548     | 2,548     | 12,227 | 4,091     | 5,292     | 7,700     | 4,434     | 5,625     | 6,333     | 1,200     |
| NO3: N        |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 4         |
| NO2           | mg/L    | 0,070     | 0,039     | 0,070     | 0,026     | 0,058     | 0,049     | 0,055     | 0,044     | 0,055     | 0,069     | 0,069     | 0,025     | 0,051     | 0,060     | 0,049     | 0,035     | 0,035     | 0,077  | 0,075     | 0,158     | 0,103     | 0,054     | 0,053     | 0,050     | 0,034     |
| NO2: N        |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 5         |
| o-PO4         | mg/L    | 0,046     | 0,055     | 0,057     | 0,030     | 0,027     | 0,051     | 0,049     | 0,044     | 0,063     | 0,023     | 0,023     | 0,048     | 0,040     | 0,056     | 0,033     | 0,035     | 0,035     | 0,045  | 0,027     | 0,037     | 0,058     | 0,048     | 0,044     | 0,044     | 0,033     |
| o-PO4: N      |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 6         |
| SO4           | mg/L    | 69        | 62        | 53        | 67        | 86        | 64        | 60        | 115       | 79        | 52        | 52        | 22        | 56        | 58        | 59        | 73        | 73        | 96     | 65        | 93        | 105       | 68        | 98        | 46        | 58        |
| SO4: N        |         | 12        | 12        | 3         | 12        | 13        | 12        | 12        | 13        | 12        | 7         | 7         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11     | 11        | 12        | 4         |           | 4         | 12        | 6         |
| pH            |         | 7,35      | 7,64      | 7,43      | 7,65      | 7,62      | 7,75      | 7,64      | 7,70      | 7,77      | 8,10      | 8,10      | 7,65      | 7,92      | 7,72      | 7,81      | 7,84      | 7,84      | 7,01   | 7,74      | 7,80      | 7,13      | 7,78      | 7,68      | 7,72      | 7,63      |

Evaluatie macrofauna-onderzoek WRIJ

| Parameter | Eenheid | GRK<br>11 | GRW<br>01 | LIM0<br>1 | MEB<br>02 | NIB0<br>1 | ODR<br>00 | OWV<br>01 | OIJ<br>00 | OIJ<br>03 | RTB<br>D1 | RTB<br>D2 | SAB0<br>0 | SBK1<br>7 | SBK6<br>0 | STB0<br>2 | VEG0<br>0 | VEG0<br>2 | VRB03 | WA<br>W01 | WEB<br>02 | WEY<br>00 | WIW<br>22 | WLB<br>12 | ZEW<br>01 | ZOB9<br>6 |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pH: N     |         | 15        | 12        | 3         | 12        | 12        | 15        | 16        | 16        | 12        | 6         | 6         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11    | 11        | 12        | 4         | 4         | 4         | 12        | 6         |
| O2        | mg/L    | 6,27      | 8,27      | 11,43     | 8,92      | 8,26      | 10,09     | 8,44      | 7,79      | 9,08      | 8,87      | 8,87      | 5,55      | 10,46     | 9,31      | 11,64     | 9,79      | 9,79      | 9,63  | 8,47      | 9,73      | 9,70      | 6,88      | 8,20      | 9,88      | 9,32      |
| O2: N     |         | 15        | 12        | 3         | 12        | 11        | 15        | 16        | 16        | 12        | 6         | 6         | 4         | 12        | 12        | 7         | 12        | 12        | 11    | 11        | 12        | 4         | 4         | 4         | 12        |           |



## Bijlage 5 Correlaties tussen milieuvariabelen

Weergegeven is Pearson's correlatiecoëfficiënt; rood betekent dat het verband significant is ( $P < 0,05$ )

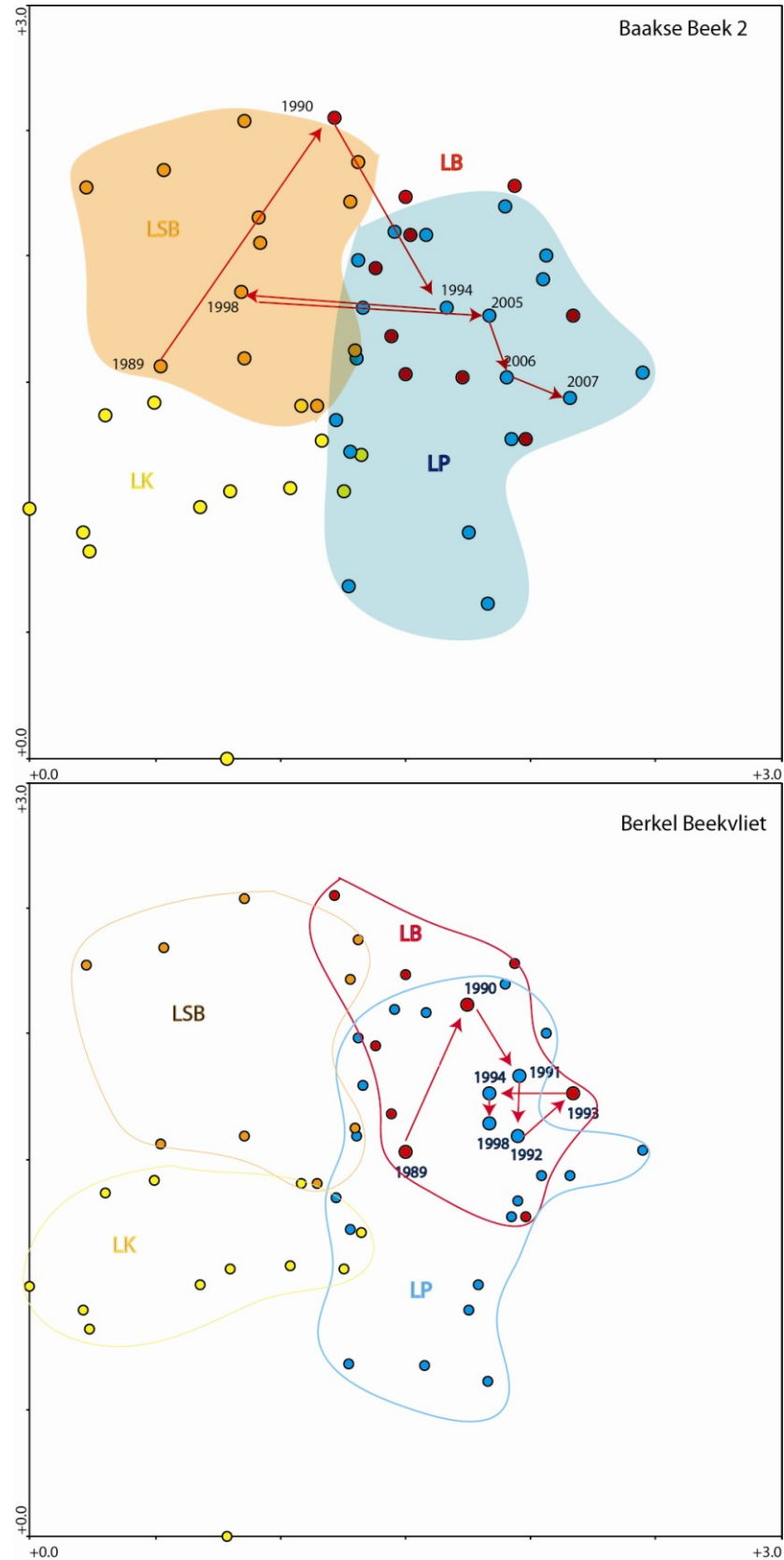
|                  |    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kroos            | 1  | 1     | -,056 | ,386  | ,459  | ,386  | ,164  | ,127  | -,098 | ,216  | -,026 | ,000  | ,135  | ,454  | -,118 | -,132 | ,026  | -,108 | -,102 | ,119  | ,144  |
| Algen            | 2  | -,056 | 1     | ,150  | ,005  | -,231 | -,189 | ,131  | ,029  | ,307  | -,039 | -,040 | ,239  | ,120  | -,113 | -,240 | ,144  | -,113 | ,089  | ,261  | ,226  |
| Submers          | 3  | ,386  | ,150  | 1     | ,640  | ,492  | ,294  | ,525  | -,230 | ,443  | -,250 | ,074  | ,328  | ,149  | -,455 | -,274 | ,097  | -,168 | ,160  | ,180  | ,442  |
| Drijvend         | 4  | ,459  | ,005  | ,640  | 1     | ,411  | ,327  | ,540  | -,332 | ,284  | -,158 | -,135 | ,188  | ,175  | -,386 | -,292 | -,010 | -,131 | ,004  | ,191  | ,341  |
| Emers            | 5  | ,386  | -,231 | ,492  | ,411  | 1     | ,375  | ,423  | -,431 | ,253  | -,381 | ,182  | ,108  | ,101  | -,509 | -,273 | ,202  | ,079  | -,033 | -,023 | ,363  |
| Oever            | 6  | ,164  | -,189 | ,294  | ,327  | ,375  | 1     | ,551  | -,461 | ,066  | -,515 | -,141 | ,213  | ,114  | -,499 | -,262 | ,121  | -,130 | ,130  | ,066  | ,238  |
| Planten totaal   | 7  | ,127  | ,131  | ,525  | ,540  | ,423  | ,551  | 1     | -,727 | ,377  | -,632 | -,244 | ,442  | ,006  | -,770 | -,574 | -,052 | -,117 | ,020  | ,296  | ,656  |
| Schaduw          | 8  | -,098 | ,029  | -,230 | -,332 | -,431 | -,461 | -,727 | 1     | -,222 | ,614  | ,169  | -,200 | ,127  | ,640  | ,383  | ,036  | ,083  | ,130  | -,259 | -,509 |
| Algen totaal     | 9  | ,216  | ,307  | ,443  | ,284  | ,253  | ,066  | ,377  | -,222 | 1     | -,168 | -,095 | ,592  | ,289  | -,433 | -,383 | ,199  | ,011  | ,134  | ,357  | ,641  |
| Blad             | 10 | -,026 | -,039 | -,250 | -,158 | -,381 | -,515 | -,632 | ,614  | -,168 | 1     | ,051  | -,038 | -,083 | ,541  | ,181  | -,121 | ,143  | ,281  | ,028  | -,259 |
| Detritus         | 11 | ,000  | -,040 | ,074  | -,135 | ,182  | -,141 | -,244 | ,169  | -,095 | ,051  | 1     | ,058  | -,105 | ,023  | ,114  | ,014  | -,147 | -,019 | -,116 | -,081 |
| Sapropelium      | 12 | ,135  | ,239  | ,328  | ,188  | ,108  | ,213  | ,442  | -,200 | ,592  | -,038 | ,058  | 1     | ,047  | -,500 | -,476 | ,094  | ,073  | ,295  | ,557  | ,800  |
| Houten bekleding | 13 | ,454  | ,120  | ,149  | ,175  | ,101  | ,114  | ,006  | ,127  | ,289  | -,083 | -,105 | ,047  | 1     | -,118 | -,077 | -,063 | -,063 | -,060 | -,156 | -,115 |
| Hout             | 14 | -,118 | -,113 | -,455 | -,386 | -,509 | -,499 | -,770 | ,640  | -,433 | ,541  | ,023  | -,500 | -,118 | 1     | ,382  | ,033  | ,047  | -,056 | -,318 | -,688 |
| Grind            | 15 | -,132 | -,240 | -,274 | -,292 | -,273 | -,262 | -,574 | ,383  | -,383 | ,181  | ,114  | -,476 | -,077 | ,382  | 1     | ,034  | -,113 | -,107 | -,311 | -,460 |
| Klei             | 16 | ,026  | ,144  | ,097  | -,010 | ,202  | ,121  | -,052 | ,036  | ,199  | -,121 | ,014  | ,094  | -,063 | ,033  | ,034  | 1     | -,091 | -,086 | -,132 | ,131  |
| IJzeroer         | 17 | -,108 | -,113 | -,168 | -,131 | ,079  | -,130 | -,117 | ,083  | ,011  | ,143  | -,147 | ,073  | -,063 | ,047  | -,113 | -,091 | 1     | -,087 | ,002  | ,112  |
| Rottingsslib     | 18 | -,102 | ,089  | ,160  | ,004  | -,033 | ,130  | ,020  | ,130  | ,134  | ,281  | -,019 | ,295  | -,060 | -,056 | -,107 | -,086 | -,087 | 1     | ,040  | ,150  |
| Percentage slib  | 19 | ,119  | ,261  | ,180  | ,191  | -,023 | ,066  | ,296  | -,259 | ,357  | ,028  | -,116 | ,557  | -,156 | -,318 | -,311 | -,132 | ,002  | ,040  | 1     | ,617  |
| Slibdikte        | 20 | ,144  | ,226  | ,442  | ,341  | ,363  | ,238  | ,656  | -,509 | ,641  | -,259 | -,081 | ,800  | -,115 | -,688 | -,460 | ,131  | ,112  | ,150  | ,617  | 1     |

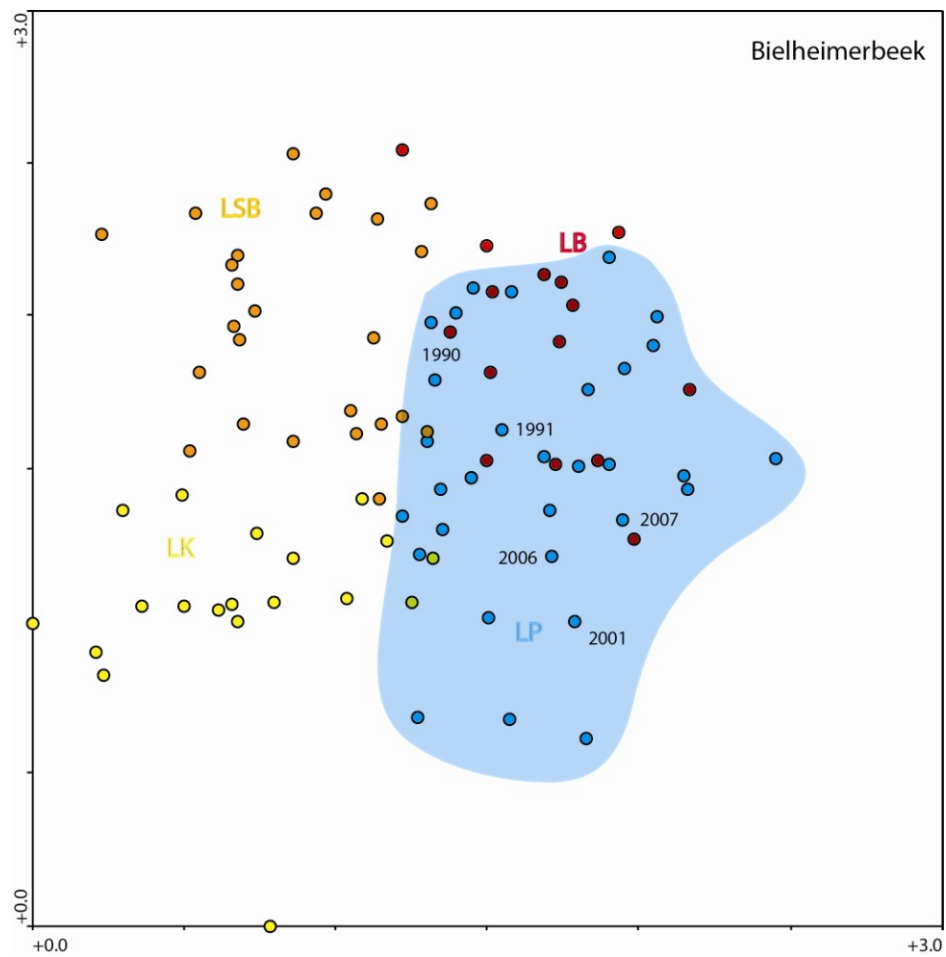
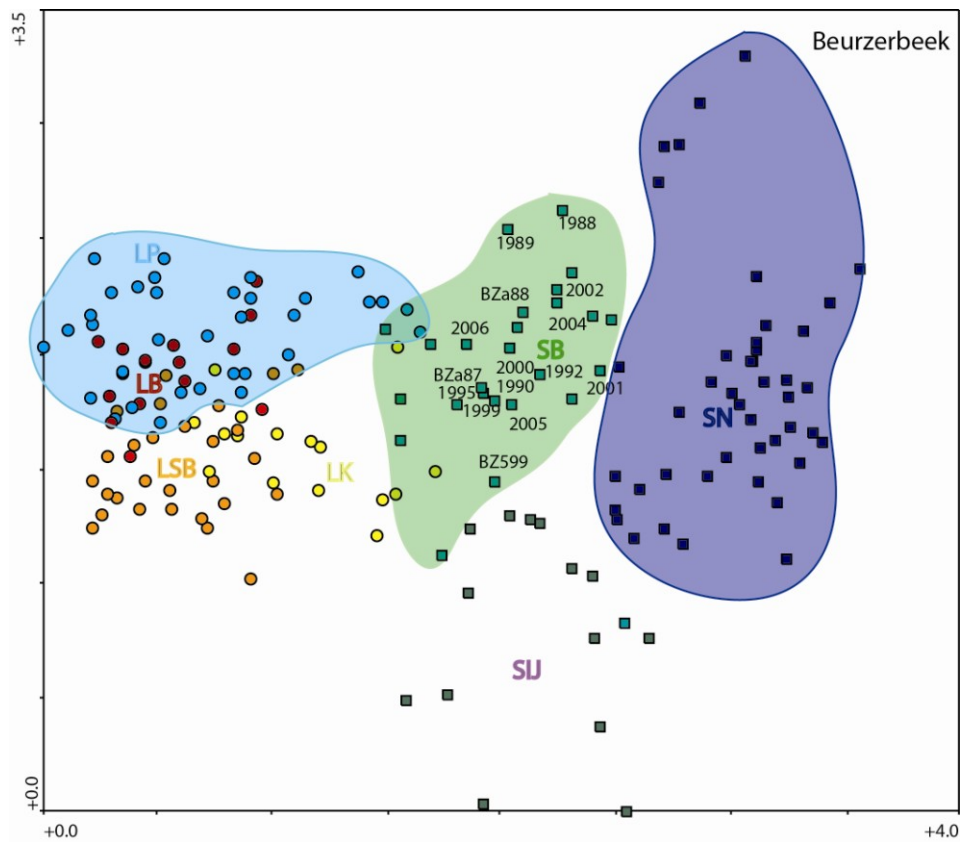
|                          |    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Steen                    | 21 | -,105 | -,394 | -,385 | -,351 | ,056  | -,050 | -,329 | -,047 | -,322 | -,092 | ,135  | -,446 | -,028 | ,189  | ,356  | -,040 | ,249  | -,250 | -,609 | -,455 |
| Wortels                  | 22 | -,045 | ,246  | -,336 | -,311 | -,501 | -,245 | -,504 | ,499  | -,244 | ,436  | ,191  | -,121 | -,079 | ,568  | ,135  | ,061  | -,115 | ,051  | -,053 | -,337 |
| Zand                     | 23 | -,110 | -,269 | -,392 | -,319 | -,234 | -,307 | -,586 | ,439  | -,538 | ,149  | -,018 | -,770 | ,064  | ,603  | ,349  | -,136 | ,000  | -,317 | -,543 | -,780 |
| Stroomsnelheid           | 24 | -,145 | -,209 | -,349 | -,284 | -,297 | -,494 | -,743 | ,629  | -,498 | ,582  | ,251  | -,501 | -,155 | ,769  | ,424  | -,046 | ,247  | -,058 | -,390 | -,604 |
| Zicht                    | 25 | ,141  | -,244 | ,129  | ,140  | ,147  | ,036  | -,103 | ,082  | -,451 | ,143  | ,113  | -,314 | -,211 | ,072  | ,232  | -,198 | -,241 | ,176  | -,053 | -,301 |
| Afvoerloosheid           | 26 | ,046  | -,029 | ,242  | ,261  | -,021 | -,140 | ,304  | -,151 | ,084  | -,038 | ,037  | ,163  | -,145 | -,174 | -,068 | -,210 | -,087 | -,126 | ,178  | ,289  |
| Str. sn. bij piekafvoer  | 27 | -,218 | ,024  | -,331 | -,231 | -,241 | -,094 | -,216 | ,113  | -,408 | -,048 | -,031 | -,530 | ,075  | ,215  | ,208  | -,255 | -,096 | -,270 | -,430 | -,556 |
| Str. sn. bij basisafvoer | 28 | ,028  | -,244 | -,276 | -,094 | ,018  | -,078 | -,301 | ,121  | -,310 | ,196  | ,080  | -,488 | -,188 | ,389  | ,268  | ,048  | ,024  | -,227 | -,141 | -,356 |
| Breedte water            | 29 | ,016  | ,103  | ,142  | ,152  | ,110  | ,396  | ,385  | -,416 | ,096  | -,476 | -,027 | ,011  | ,115  | -,356 | -,076 | -,056 | -,589 | ,083  | -,002 | ,059  |
| NH <sub>4</sub>          | 30 | -,058 | -,009 | -,171 | -,201 | ,313  | ,065  | -,038 | -,058 | -,135 | -,061 | ,109  | ,064  | -,049 | -,072 | -,142 | ,090  | ,598  | -,099 | ,060  | ,106  |
| Cl                       | 31 | ,012  | ,150  | -,088 | ,017  | ,018  | ,268  | ,220  | -,264 | -,025 | -,412 | -,155 | -,104 | ,324  | -,235 | ,005  | -,236 | -,191 | -,202 | ,067  | -,050 |
| P                        | 32 | ,137  | ,107  | -,175 | -,276 | ,100  | ,102  | -,235 | ,077  | -,075 | ,023  | ,070  | -,195 | ,279  | ,144  | ,031  | ,032  | ,074  | -,041 | -,083 | -,267 |
| EGV                      | 33 | -,028 | ,184  | ,171  | ,138  | -,018 | ,203  | ,312  | -,288 | ,052  | -,381 | -,081 | ,097  | ,116  | -,307 | ,017  | -,160 | -,385 | -,108 | ,248  | ,122  |
| NKj                      | 34 | -,014 | -,149 | -,463 | -,317 | ,120  | -,072 | -,332 | ,162  | -,137 | ,174  | ,050  | -,171 | ,122  | ,234  | ,003  | ,125  | ,523  | -,203 | -,238 | -,196 |
| NO <sub>3</sub>          | 35 | -,270 | -,084 | -,611 | -,444 | -,273 | -,220 | -,645 | ,329  | -,358 | ,385  | -,058 | -,382 | -,074 | ,551  | ,279  | ,214  | ,252  | -,049 | -,336 | -,462 |
| NO <sub>2</sub>          | 36 | -,133 | ,141  | -,277 | -,168 | -,061 | -,072 | -,239 | ,105  | -,189 | ,142  | ,022  | -,187 | -,042 | ,298  | ,019  | ,392  | ,115  | -,058 | -,101 | -,203 |
| o-PO <sub>4</sub>        | 37 | -,061 | ,291  | -,155 | -,258 | -,170 | -,188 | -,160 | ,096  | ,001  | -,012 | ,030  | -,285 | ,302  | ,146  | ,060  | -,098 | -,104 | -,090 | -,272 | -,344 |
| SO <sub>4</sub>          | 38 | -,140 | ,057  | -,022 | -,142 | ,048  | ,091  | ,048  | -,127 | ,055  | -,174 | -,079 | ,086  | ,062  | -,168 | ,158  | -,049 | ,054  | -,025 | ,105  | ,111  |
| pH                       | 39 | -,038 | ,142  | ,013  | ,140  | -,213 | ,036  | ,012  | ,083  | -,047 | ,054  | -,143 | -,005 | ,112  | -,068 | ,170  | -,006 | -,572 | ,104  | ,050  | -,103 |
| O <sub>2</sub>           | 40 | ,006  | -,275 | -,356 | -,266 | -,098 | ,068  | -,191 | ,024  | -,341 | ,018  | -,028 | -,516 | ,032  | ,338  | ,075  | -,092 | -,188 | -,054 | -,433 | -,509 |

|                  |    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kroos            | 1  | -,105 | -,045 | -,110 | -,145 | ,141  | ,046  | -,218 | ,028  | ,016  | -,058 | ,012  | ,137  | -,028 | -,014 | -,270 | -,133 | -,061 | -,140 | -,038 | ,006  |
| Algen            | 2  | -,394 | ,246  | -,269 | -,209 | -,244 | -,029 | ,024  | -,244 | ,103  | -,009 | ,150  | ,107  | ,184  | -,149 | -,084 | ,141  | ,291  | ,057  | ,142  | -,275 |
| Submers          | 3  | -,385 | -,336 | -,392 | -,349 | ,129  | ,242  | -,331 | -,276 | ,142  | -,171 | -,088 | -,175 | ,171  | -,463 | -,611 | -,277 | -,155 | -,022 | ,013  | -,356 |
| Drijvend         | 4  | -,351 | -,311 | -,319 | -,284 | ,140  | ,261  | -,231 | -,094 | ,152  | -,201 | ,017  | -,276 | ,138  | -,317 | -,444 | -,168 | -,258 | -,142 | ,140  | -,266 |
| Emers            | 5  | ,056  | -,501 | -,234 | -,297 | ,147  | -,021 | -,241 | ,018  | ,110  | ,313  | ,018  | ,100  | -,018 | ,120  | -,273 | -,061 | -,170 | ,048  | -,213 | -,098 |
| Oever            | 6  | -,050 | -,245 | -,307 | -,494 | ,036  | -,140 | -,094 | -,078 | ,396  | ,065  | ,268  | ,102  | ,203  | -,072 | -,220 | -,072 | -,188 | ,091  | ,036  | ,068  |
| Planten totaal   | 7  | -,329 | -,504 | -,586 | -,743 | -,103 | ,304  | -,216 | -,301 | ,385  | -,038 | ,220  | -,235 | ,312  | -,332 | -,645 | -,239 | -,160 | ,048  | ,012  | -,191 |
| Schaduw          | 8  | -,047 | ,499  | ,439  | ,629  | ,082  | -,151 | ,113  | ,121  | -,416 | -,058 | -,264 | ,077  | -,288 | ,162  | ,329  | ,105  | ,096  | -,127 | ,083  | ,024  |
| Algen totaal     | 9  | -,322 | -,244 | -,538 | -,498 | -,451 | ,084  | -,408 | -,310 | ,096  | -,135 | -,025 | -,075 | ,052  | -,137 | -,358 | -,189 | ,001  | ,055  | -,047 | -,341 |
| Blad             | 10 | -,092 | ,436  | ,149  | ,582  | ,143  | -,038 | -,048 | ,196  | -,476 | -,061 | -,412 | ,023  | -,381 | ,174  | ,385  | ,142  | -,012 | -,174 | ,054  | ,018  |
| Detritus         | 11 | ,135  | ,191  | -,018 | ,251  | ,113  | ,037  | -,031 | ,080  | -,027 | ,109  | -,155 | ,070  | -,081 | ,050  | -,058 | ,022  | ,030  | -,079 | -,143 | -,028 |
| Sapropelium      | 12 | -,446 | -,121 | -,770 | -,501 | -,314 | ,163  | -,530 | -,488 | ,011  | ,064  | -,104 | -,195 | ,097  | -,171 | -,382 | -,187 | -,285 | ,086  | -,005 | -,516 |
| Houten bekleding | 13 | -,028 | -,079 | ,064  | -,155 | -,211 | -,145 | ,075  | -,188 | ,115  | -,049 | ,324  | ,279  | ,116  | ,122  | -,074 | -,042 | ,302  | ,062  | ,112  | ,032  |
| Hout             | 14 | ,189  | ,568  | ,603  | ,769  | ,072  | -,174 | ,215  | ,389  | -,356 | -,072 | -,235 | ,144  | -,307 | ,234  | ,551  | ,298  | ,146  | -,168 | -,068 | ,338  |
| Grind            | 15 | ,356  | ,135  | ,349  | ,424  | ,232  | -,068 | ,208  | ,268  | -,076 | -,142 | ,005  | ,031  | ,017  | ,003  | ,279  | ,019  | ,060  | ,158  | ,170  | ,075  |
| Klei             | 16 | -,040 | ,061  | -,136 | -,046 | -,198 | -,210 | -,255 | ,048  | -,056 | ,090  | -,236 | ,032  | -,160 | ,125  | ,214  | ,392  | -,098 | -,049 | -,006 | -,092 |
| IJzeroer         | 17 | ,249  | -,115 | ,000  | ,247  | -,241 | -,087 | -,096 | ,024  | -,589 | ,598  | -,191 | ,074  | -,385 | ,523  | ,252  | ,115  | -,104 | ,054  | -,572 | -,188 |
| Rottingsslib     | 18 | -,250 | ,051  | -,317 | -,058 | ,176  | -,126 | -,270 | -,227 | ,083  | -,099 | -,202 | -,041 | -,108 | -,203 | -,049 | -,058 | -,090 | -,025 | ,104  | -,054 |
| Percentage slib  | 19 | -,609 | -,053 | -,543 | -,390 | -,053 | ,178  | -,430 | -,141 | -,002 | ,060  | ,067  | -,083 | ,248  | -,238 | -,336 | -,101 | -,272 | ,105  | ,050  | -,433 |
| Slibdikte        | 20 | -,455 | -,337 | -,780 | -,604 | -,301 | ,289  | -,556 | -,356 | ,059  | ,106  | -,050 | -,267 | ,122  | -,196 | -,462 | -,203 | -,344 | ,111  | -,103 | -,509 |
| Steen            | 21 | 1     | -,180 | ,396  | ,264  | -,056 | -,309 | ,465  | ,325  | ,038  | ,153  | ,092  | ,260  | -,187 | ,405  | ,369  | ,086  | ,299  | ,108  | -,345 | ,245  |
| Wortels          | 22 | -,180 | 1     | ,229  | ,487  | ,009  | -,120 | ,070  | ,200  | -,195 | -,073 | -,138 | ,238  | -,152 | ,125  | ,375  | ,284  | ,270  | -,279 | ,185  | ,177  |
| Zand             | 23 | ,396  | ,229  | 1     | ,559  | ,083  | -,123 | ,469  | ,387  | -,126 | -,146 | -,052 | ,100  | -,246 | ,149  | ,384  | -,078 | ,230  | -,248 | ,059  | ,459  |
| Stroomsnelheid   | 24 | ,264  | ,487  | ,559  | 1     | ,157  | -,078 | ,151  | ,297  | -,499 | ,118  | -,359 | ,172  | -,307 | ,239  | ,508  | ,274  | ,140  | -,081 | -,204 | ,249  |

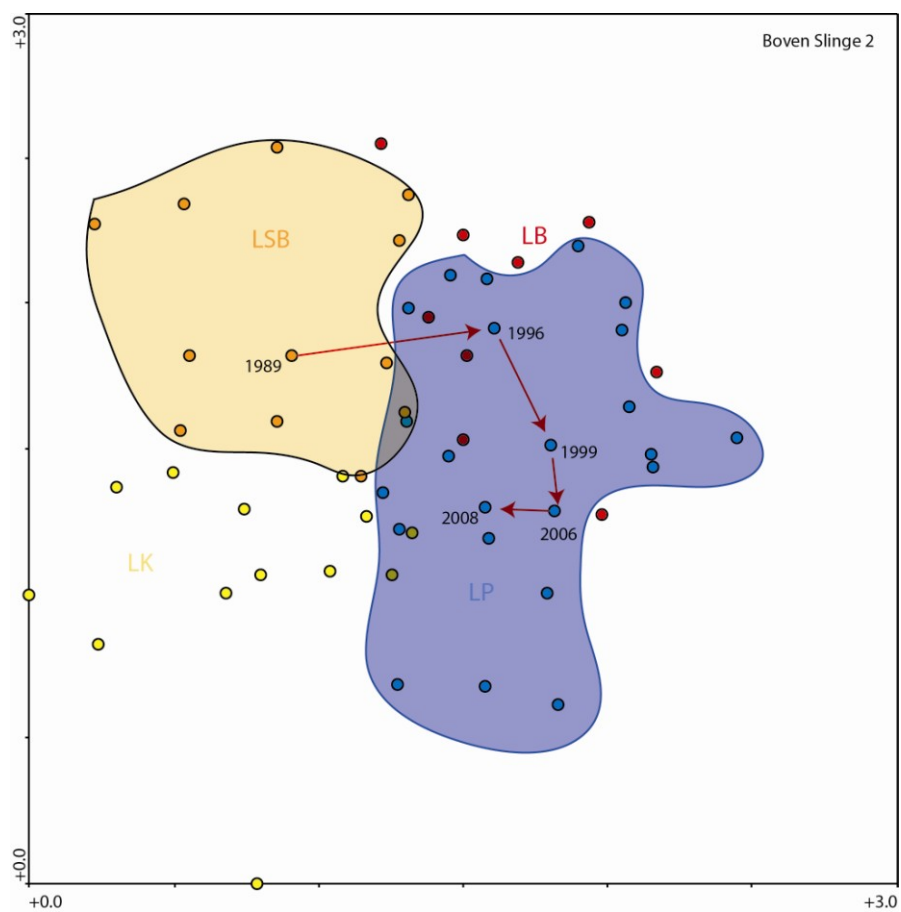
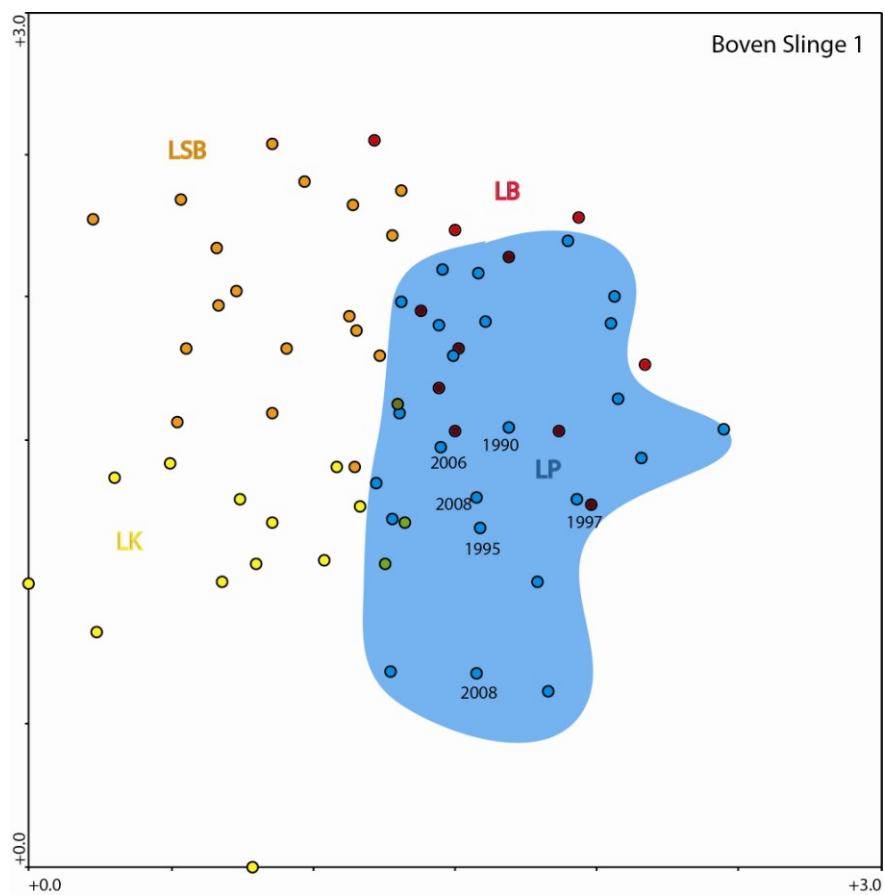
|                          |    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    |
|--------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Zicht                    | 25 | -,056 | ,009  | ,083  | ,157  | 1     | -,117 | ,005  | ,008  | ,095  | ,005  | -,137 | -,073 | ,081  | -,183 | -,131 | -,056 | -,250 | -,030 | ,303  | ,221  |
| Afvoerloosheid           | 26 | -,309 | -,120 | -,123 | -,078 | -,117 | 1     | -,224 | -,142 | -,064 | -,123 | -,196 | -,279 | -,086 | -,195 | -,447 | -,319 | -,105 | -,269 | ,124  | -,104 |
| Str. sn. bij piekafvoer  | 27 | ,465  | ,070  | ,469  | ,151  | ,005  | -,224 | 1     | ,306  | ,301  | -,036 | ,515  | ,295  | ,248  | ,107  | ,306  | ,115  | ,568  | ,152  | ,057  | ,349  |
| Str. sn. bij basisafvoer | 28 | ,325  | ,200  | ,387  | ,297  | ,008  | -,142 | ,306  | 1     | -,062 | -,023 | ,028  | ,213  | -,161 | ,199  | ,255  | ,193  | ,125  | -,217 | -,087 | ,213  |
| Breedte water            | 29 | ,038  | -,195 | -,126 | -,499 | ,095  | -,064 | ,301  | -,062 | 1     | -,302 | ,474  | ,076  | ,465  | -,377 | -,236 | -,233 | ,254  | ,086  | ,402  | ,031  |
| NH <sub>4</sub>          | 30 | ,153  | -,073 | -,146 | ,118  | ,005  | -,123 | -,036 | -,023 | -,302 | 1     | ,097  | ,503  | -,090 | ,643  | ,258  | ,508  | -,029 | ,328  | -,474 | -,034 |
| Cl                       | 31 | ,092  | -,138 | -,052 | -,359 | -,137 | -,196 | ,515  | ,028  | ,474  | ,097  | 1     | ,363  | ,739  | -,006 | -,025 | ,053  | ,316  | ,469  | ,205  | ,046  |
| P                        | 32 | ,260  | ,238  | ,100  | ,172  | -,073 | -,279 | ,295  | ,213  | ,076  | ,503  | ,363  | 1     | ,030  | ,525  | ,280  | ,423  | ,621  | ,115  | -,200 | ,224  |
| EGV                      | 33 | -,187 | -,152 | -,246 | -,307 | ,081  | -,086 | ,248  | -,161 | ,465  | -,090 | ,739  | ,030  | 1     | -,501 | -,233 | -,023 | ,037  | ,626  | ,340  | -,107 |
| NKj                      | 34 | ,405  | ,125  | ,149  | ,239  | -,183 | -,195 | ,107  | ,199  | -,377 | ,643  | -,006 | ,525  | -,501 | 1     | ,500  | ,452  | ,166  | -,103 | -,365 | ,174  |
| NO <sub>3</sub>          | 35 | ,369  | ,375  | ,384  | ,508  | -,131 | -,447 | ,306  | ,255  | -,236 | ,258  | -,025 | ,280  | -,233 | ,500  | 1     | ,597  | ,179  | ,167  | -,143 | ,332  |
| NO <sub>2</sub>          | 36 | ,086  | ,284  | -,078 | ,274  | -,056 | -,319 | ,115  | ,193  | -,233 | ,508  | ,053  | ,423  | -,023 | ,452  | ,597  | 1     | ,146  | ,237  | -,296 | ,111  |
| o-PO <sub>4</sub>        | 37 | ,299  | ,270  | ,230  | ,140  | -,250 | -,105 | ,568  | ,125  | ,254  | -,029 | ,316  | ,621  | ,037  | ,166  | ,179  | ,146  | 1     | -,041 | -,081 | ,275  |
| SO <sub>4</sub>          | 38 | ,108  | -,279 | -,248 | -,081 | -,030 | -,269 | ,152  | -,217 | ,086  | ,328  | ,469  | ,115  | ,626  | -,103 | ,167  | ,237  | -,041 | 1     | -,203 | -,022 |
| pH                       | 39 | -,345 | ,185  | ,059  | -,204 | ,303  | ,124  | ,057  | -,087 | ,402  | -,474 | ,205  | -,200 | ,340  | -,365 | -,143 | -,296 | -,081 | -,203 | 1     | ,015  |
| O <sub>2</sub>           | 40 | ,245  | ,177  | ,459  | ,249  | ,221  | -,104 | ,349  | ,213  | ,031  | -,034 | ,046  | ,224  | -,107 | ,174  | ,332  | ,111  | ,275  | -,022 | ,015  | 1     |

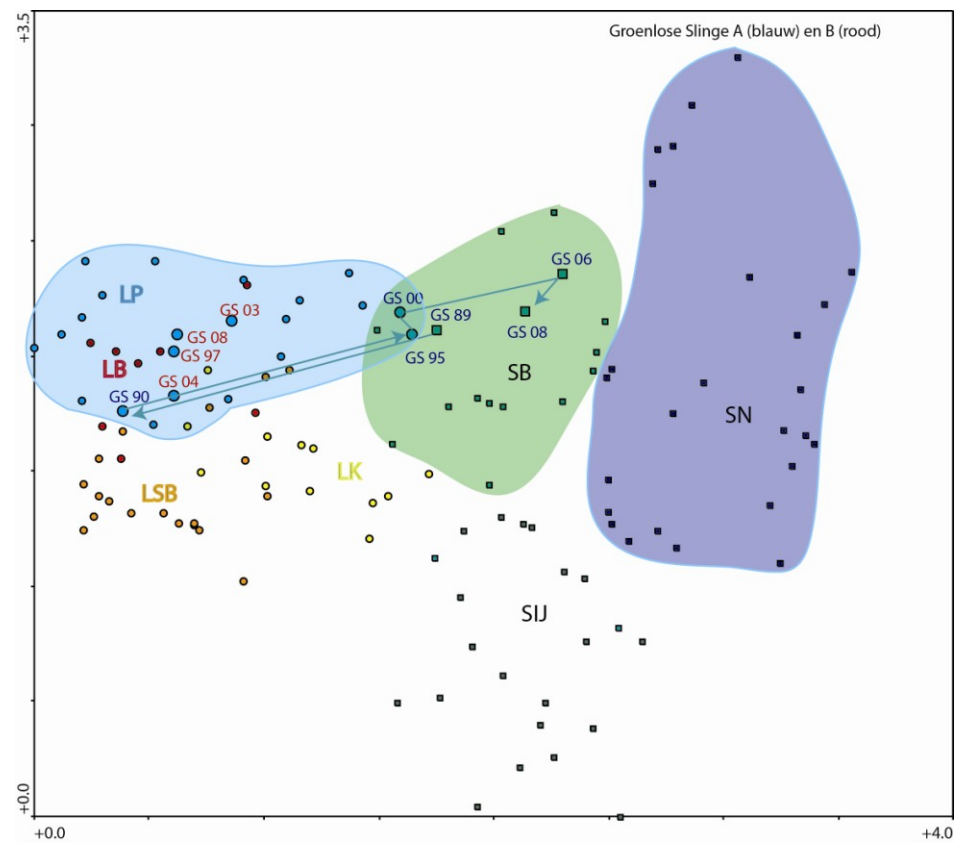
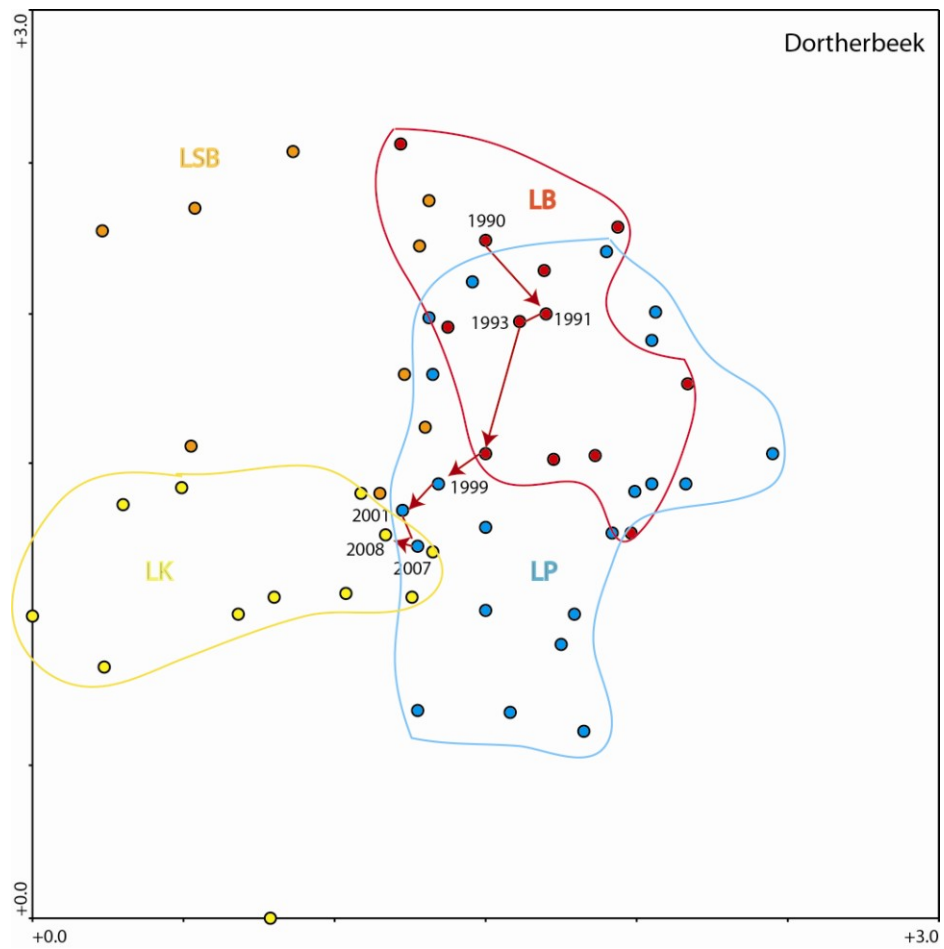
**Bijlage 6    Verschuivingen van meetpunten over  
macrofaunagemeenschappen in de tijd  
(vervolg van fig. 3.11 en 3.12)**

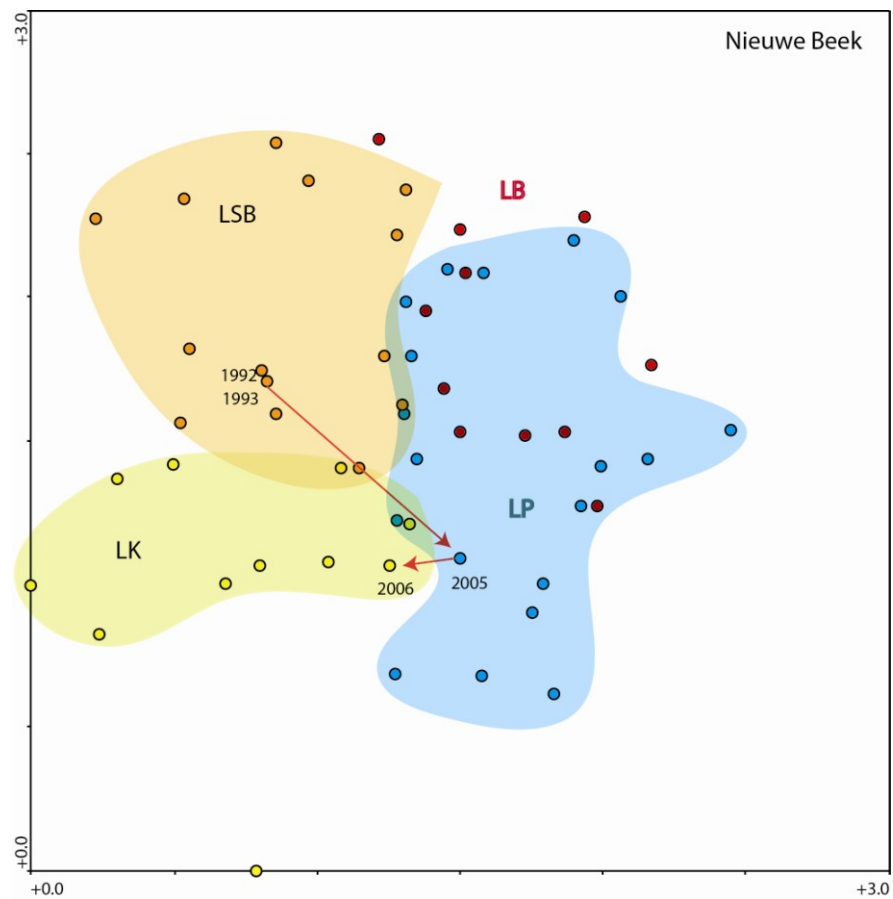
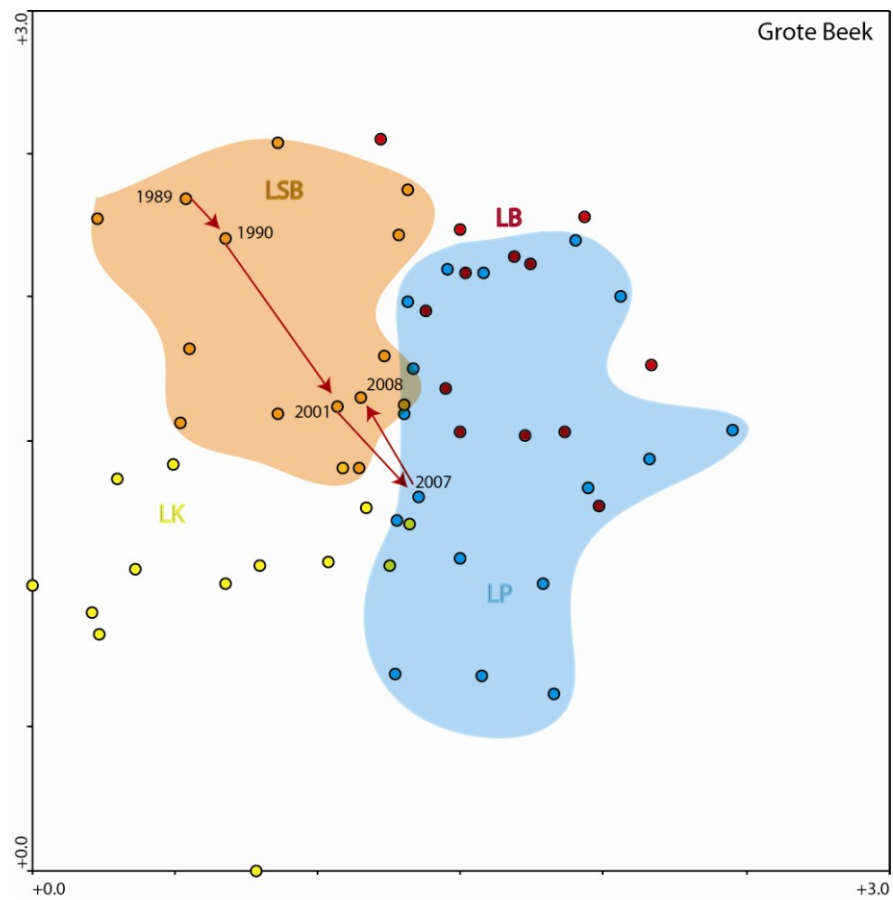


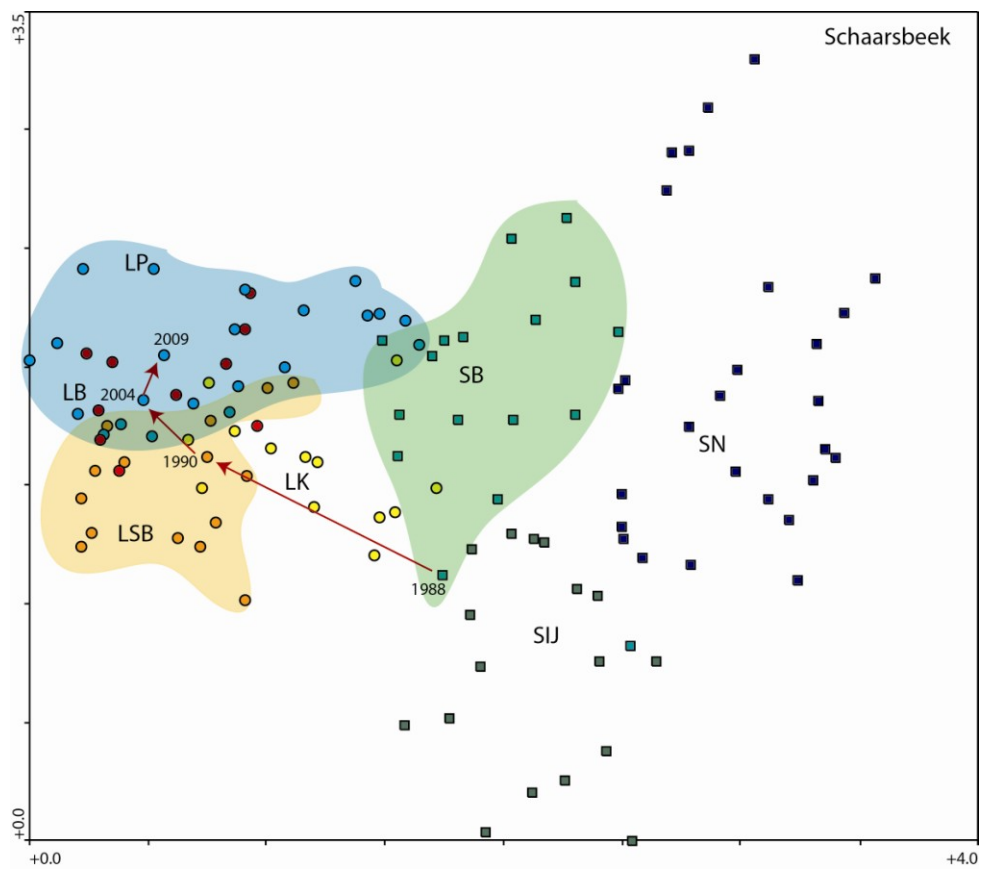
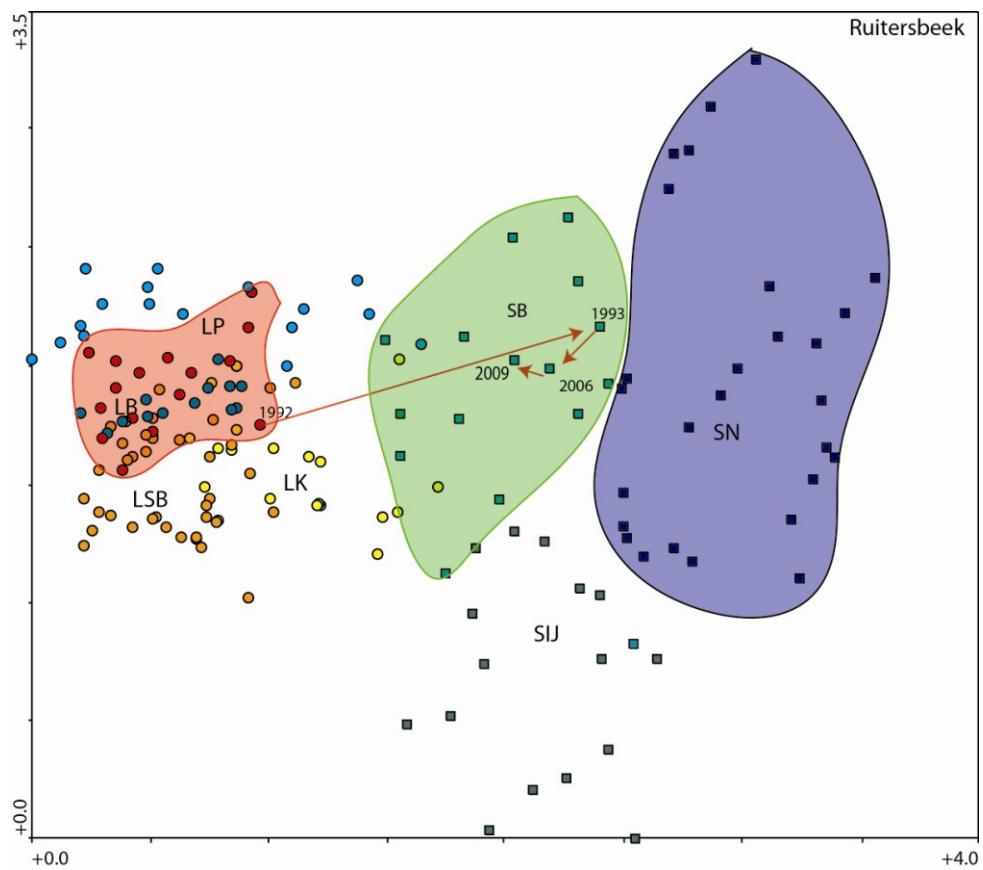


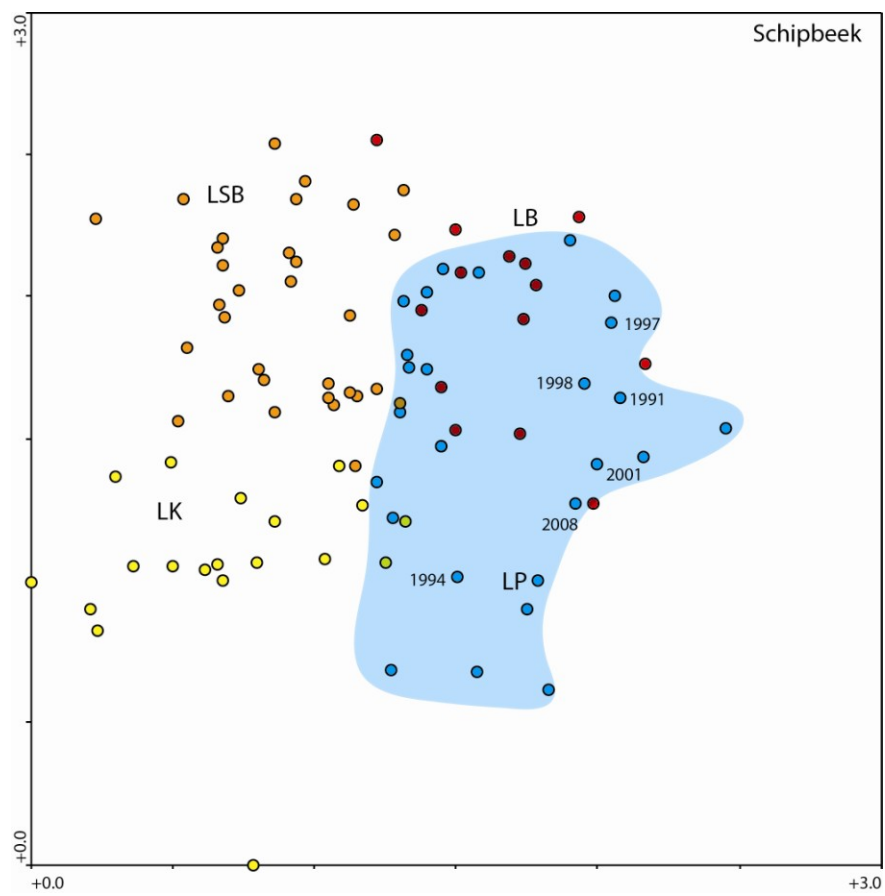












## Bijlage 7 Gemiddelde waarden van de milieuparameters per TWINSPAN-groep

Gemiddelde waarden van milieuparameters voor de onderscheiden TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelde waarden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ).

s. f. = standaardfout.

N.B. Groep 1 omvat *niet* de Weijnenborgse beek

| Groep |      | Kroos            | Algen            | Submers           | Drijvend          | Emers             | Oever              | Breedte           | Sapropelium       | Dikte sliblaag    |
|-------|------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|       |      | %                | %                | %                 | %                 | %                 | %                  | m                 | cm                | cm                |
| 1     | gem. | 0,1              | 8,4 <sup>a</sup> | 1,1 <sup>a</sup>  | 1,1 <sup>a</sup>  | 1,7 <sup>a</sup>  | 46,7 <sup>a</sup>  | 3,3 <sup>a</sup>  | 3,9 <sup>a</sup>  | 0,1 <sup>a</sup>  |
| 1     | s.f. | 0,1              | 8,3              | 0,4               | 0,5               | 0,6               | 13,7               | 0,7               | 2,1               | 0,6               |
| 2a    | gem. | 0,0 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 7,2 <sup>a</sup>  | 5,6 <sup>ab</sup> | 6,0 <sup>ab</sup> | 100,0 <sup>b</sup> | 15,2 <sup>b</sup> | 0,6 <sup>a</sup>  | 0,1 <sup>a</sup>  |
| 2a    | s.f. | 0,0              | 0,0              | 3,2               | 2,0               | 1,0               | 0,0                | 3,1               | 0,4               | 0,1               |
| 2b1   | gem. | 0,8 <sup>a</sup> | 5,1 <sup>a</sup> | 26,5 <sup>b</sup> | 6,6 <sup>b</sup>  | 6,2               | 95,5 <sup>b</sup>  | 10,7 <sup>b</sup> | 10,9 <sup>b</sup> | 11,0 <sup>b</sup> |
| 2b1   | s.f. | 0,5              | 1,0              | 5,3               | 1,2               | 0,8 <sup>b</sup>  | 3,3                | 1,1               | 1,3               | 1,3               |
| 2b2   | gem. | 0,0 <sup>a</sup> | 2,0 <sup>a</sup> | 18,5 <sup>b</sup> | 5,3 <sup>ab</sup> | 5,5 <sup>ab</sup> | 67,5 <sup>b</sup>  | 8,0 <sup>ab</sup> | 10,3 <sup>b</sup> | 10,3 <sup>b</sup> |
| 2b2   | s.f. | 0,0              | 1,1              | 7,9               | 1,7               | 1,6               | 19,7               | 3,4               | 3,9               | 3,9               |

| Groep |      | RWZI   | Schaduw           | Stroomsnelheid    | Algen totaal     | Blad              | Fijne detritus | Grove detritus | Detritus tot.     |
|-------|------|--------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|
|       |      |        | %                 | cm/s              | %                | %                 | %              | %              | %                 |
| 1     | gem. | n.v.t. | 52,8 <sup>a</sup> | 18,3 <sup>a</sup> | 0,9 <sup>a</sup> | 13,9 <sup>a</sup> | 5,0            | 10,9           | 15,9 <sup>a</sup> |
| 1     | s.f. |        | 3,0               | 0,6               | 3,8              | 1,4               | 0,6            | 1,6            | 3,0               |
| 2a    | gem. | n.v.t. | 4,0 <sup>b</sup>  | 5,6 <sup>b</sup>  | 0,6 <sup>a</sup> | 1,8 <sup>a</sup>  | 4,6            | 6,0            | 10,6 <sup>a</sup> |
| 2a    | s.f. |        | 1,0               | 1,1               | 0,4              | 1,1               | 1,6            | 0,6            | 1,2               |
| 2b1   | gem. | n.v.t. | 8,8 <sup>b</sup>  | 1,6 <sup>b</sup>  | 6,4 <sup>a</sup> | 2,3 <sup>a</sup>  | 6,5            | 7,3            | 13,8 <sup>a</sup> |
| 2b1   | s.f. |        | 2,1               | 0,3               | 1,0              | 0,5               | 0,8            | 0,8            | 1,2               |
| 2b2   | gem. | n.v.t. | 9,3 <sup>b</sup>  | 3,3 <sup>b</sup>  | 3,8 <sup>a</sup> | 2,5 <sup>a</sup>  | 6,3            | 8,8            | 15,0 <sup>a</sup> |
| 2b2   | s.f. |        | 3,9               | 0,9               | 1,3              | 1,4               | 2,4            | 3,1            | 2,0               |

| Groep |      | Houten bekleding | Hout             | Grind            | Klei             | Ijzeroer         | Planten           | Rottingsslib     | Slib              | Steen             |
|-------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|       |      | %                | %                | %                | %                | %                | %                 | %                | %                 | %                 |
| 1     | gem. | 0,0              | 8,3 <sup>a</sup> | 3,9 <sup>a</sup> | 0,6 <sup>a</sup> | 1,7 <sup>a</sup> | 5,7 <sup>a</sup>  | 0,6 <sup>a</sup> | 5,2 <sup>a</sup>  | 6,2 <sup>a</sup>  |
| 1     | s.f. | 0,0              | 1,2              | 1,8              | 0,6              | 1,7              | 2,6               | 0,6              | 0,6               | 2,7               |
| 2a    | gem. | 0,0              | 3,0 <sup>b</sup> | 1,0 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 29,0 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 4,0 <sup>a</sup>  | 13,0 <sup>a</sup> |
| 2a    | s.f. | 0,0              | 1,2              | 1,0              | 0,0              | 0,0              | 5,6               | 0,0              | 1,9               | 3,4               |
| 2b1   | gem. | 0,5              | 0,0 <sup>c</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 0,9 <sup>a</sup> | 0,4 <sup>a</sup> | 46,8 <sup>c</sup> | 1,1 <sup>a</sup> | 13,9 <sup>b</sup> | 2,7 <sup>a</sup>  |
| 2b1   | s.f. | 0,4              | 0,0              | 0,0              | 0,5              | 0,4              | 2,0               | 0,7              | 1,6               | 1,0               |
| 2b2   | gem. | 0,0              | 0,0 <sup>c</sup> | 2,5 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 2,5 <sup>a</sup> | 45,0 <sup>c</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 7,5 <sup>a</sup>  | 10,0 <sup>a</sup> |
| 2b2   | s.f. | 0,0              | 0,0              | 2,5              | 0,0              | 2,5              | 6,5               | 0,0              | 2,5               | 6,8               |



## Bijlage 7 Gemiddelde waarden van de milieuparameters per TWINSPAN-groep

Gemiddelde waarden van milieuparameters voor de onderscheiden TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelde waarden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ).

s. f. = standaardfout.

N.B. Groep 1 omvat *niet* de Weijenburgse beek

| Groep |      | Wortels | Zand              | Zicht           | Afvoerloosheid    | Stroomsnelheid bij piekafvoer | Stroomsnelheid bij basisafvoer |
|-------|------|---------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|       |      | %       | %                 | cm              | d/jr              | m/s                           | m/s                            |
| 1     | gem. | 3,3     | 33,3 <sup>a</sup> | 82 <sup>a</sup> | 16,7 <sup>a</sup> | 0,7                           | 0,1                            |
| 1     | s.f. | 1,2     | 3,9               | 7,8             | 11,3              | 0,2                           | 0,0                            |
| 2a    | gem. | 0,0     | 37,0 <sup>a</sup> | 86 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup>  | 1,17                          | 0,05                           |
| 2a    | s.f. | 0,0     | 3,0               | 2               | 0,0               | 0,07                          | 0,02                           |
| 2b1   | gem. | 0,2     | 10,9 <sup>b</sup> | 76 <sup>a</sup> | 22,7 <sup>a</sup> | 0,52                          | 0,04                           |
| 2b1   | s.f. | 0,2     | 1,6               | 4               | 8,0               | 0,05                          | 0,01                           |
| 2b2   | gem. | 0,0     | 11,3 <sup>b</sup> | 75 <sup>a</sup> | 47,5 <sup>a</sup> | 0,55                          | 0,04                           |
| 2b2   | s.f. | 0,0     | 1,3               | 12              | 34,7              | 0,23                          | 0,01                           |

| Groep |      | NH <sub>4</sub>    | Cl              | P                  | EGV             | NKj               | NO <sub>3</sub>    | NO <sub>2</sub>    | PO <sub>4</sub>    | SO <sub>4</sub> | pH                | O <sub>2</sub>     |
|-------|------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
|       |      | mg/L               | mg/L            | mg/L               | mS/m            | mg/L              | mg/L               | mg/L               | mg/L               | mg/L            |                   | mg/L               |
| 1     | gem. | 0,227 <sup>a</sup> | 34 <sup>a</sup> | 0,125 <sup>a</sup> | 53 <sup>a</sup> | 1,82 <sup>a</sup> | 7,70 <sup>a</sup>  | 0,067 <sup>a</sup> | 0,052 <sup>a</sup> | 62 <sup>a</sup> | 7,68 <sup>a</sup> | 10,1 <sup>ab</sup> |
| 1     | s.f. | 0,035              | 5               | 0,015              | 4               | 0,11              | 0,90               | 0,003              | 0,008              | 7               | 0,12              | 0,5                |
| 2a    | gem. | 0,214 <sup>a</sup> | 52 <sup>a</sup> | 0,150 <sup>a</sup> | 66 <sup>a</sup> | 1,66 <sup>a</sup> | 5,62 <sup>ab</sup> | 0,060 <sup>a</sup> | 0,063 <sup>a</sup> | 64 <sup>a</sup> | 7,71 <sup>a</sup> | 10,6 <sup>ab</sup> |
| 2a    | s.f. | 0,035              | 3               | 0,020              | 1               | 0,08              | 0,26               | 0,011              | 0,012              | 2               | 0,02              | 0,1                |
| 2b1   | gem. | 0,256 <sup>a</sup> | 47 <sup>a</sup> | 0,112 <sup>a</sup> | 66 <sup>a</sup> | 1,44 <sup>a</sup> | 3,43 <sup>bc</sup> | 0,052 <sup>a</sup> | 0,045 <sup>a</sup> | 70 <sup>a</sup> | 7,74 <sup>a</sup> | 9,0 <sup>bc</sup>  |
| 2b1   | s.f. | 0,028              | 4               | 0,006              | 2               | 0,08              | 0,35               | 0,005              | 0,003              | 2               | 0,02              | 0,2                |
| 2b2   | gem. | 0,190 <sup>a</sup> | 42 <sup>a</sup> | 0,080 <sup>a</sup> | 65 <sup>a</sup> | 1,53 <sup>a</sup> | 1,82 <sup>c</sup>  | 0,027 <sup>a</sup> | 0,039 <sup>a</sup> | 64 <sup>a</sup> | 7,71 <sup>a</sup> | 7,3 <sup>c</sup>   |
| 2b2   | s.f. | 0,025              | 12              | 0,008              | 12              | 0,31              | 0,74               | 0,006              | 0,005              | 19              | 0,05              | 0,6                |

## Bijlage 8 Resultaten forward selection uit de CCA-analyse

### Marginal effects

In de eerste tabel zijn de milieuvariabelen gerangschikt op basis van de variantie die elk afzonderlijk verklaart, d.w.z. in het geval de variabele als enige omgevingsvariabele wordt gebruikt.

| Variable                       | Verklaarde variantie |
|--------------------------------|----------------------|
| Hout                           | 0,45                 |
| Planten                        | 0,45                 |
| Stroomsnelheid                 | 0,43                 |
| Slibdikte                      | 0,38                 |
| Schaduw                        | 0,34                 |
| Sapropelium                    | 0,32                 |
| Zand                           | 0,31                 |
| Breedte                        | 0,30                 |
| Grind                          | 0,29                 |
| Blad                           | 0,28                 |
| NO <sub>3</sub>                | 0,26                 |
| Wortels                        | 0,24                 |
| EGV                            | 0,24                 |
| IJzeroer                       | 0,23                 |
| NH <sub>4</sub>                | 0,23                 |
| Stroomsnelheid bij piekafvoer  | 0,21                 |
| NKj                            | 0,21                 |
| O <sub>2</sub>                 | 0,21                 |
| Steen                          | 0,19                 |
| Stroomsnelheid bij basisafvoer | 0,18                 |
| o-PO <sub>4</sub>              | 0,16                 |
| NO <sub>2</sub>                | 0,14                 |
| Afvoerloosheid                 | 0,14                 |
| Zicht                          | 0,14                 |
| Detritus                       | 0,13                 |
| Algen                          | 0,13                 |
| Klei                           | 0,12                 |
| Rottingsverschijnselen         | 0,11                 |
| Houten bekleding               | 0,10                 |
| Kroos                          | 0,10                 |

## Bijlage 8 Resultaten forward selection uit de CCA-analyse

### Conditional effects

In de tweede tabel zijn de milieuvariabelen gerangschikt op basis van de volgorde waarin ze in het model zijn opgenomen, tezamen met de extra variantie die elke variabele verklaart op het moment dat die in het model werd opgenomen. Van elke variabele is de significantie vermeld (P-waarde) samen met de F-waarde. De met oranje aangegeven variabelen dragen significant bij aan het model.

| Variabele                      | Toegevoegde verklaarde variantie | P     | F    |
|--------------------------------|----------------------------------|-------|------|
| Hout                           | 0,45                             | 0,005 | 3,43 |
| Breedte                        | 0,24                             | 0,005 | 1,84 |
| NH <sub>4</sub>                | 0,22                             | 0,005 | 1,75 |
| Slibdikte                      | 0,18                             | 0,005 | 1,47 |
| IJzervlokken                   | 0,18                             | 0,015 | 1,43 |
| EGV                            | 0,17                             | 0,005 | 1,43 |
| Planten                        | 0,16                             | 0,030 | 1,31 |
| O <sub>2</sub>                 | 0,16                             | 0,045 | 1,27 |
| Stroomsnelheid                 | 0,14                             | 0,050 | 1,22 |
| o-PO <sub>4</sub>              | 0,15                             | 0,080 | 1,21 |
| Grind                          | 0,14                             | 0,110 | 1,21 |
| Schaduw                        | 0,14                             | 0,115 | 1,20 |
| NO <sub>3</sub>                | 0,13                             | 0,375 | 1,08 |
| Wortels                        | 0,13                             | 0,195 | 1,12 |
| NKj                            | 0,13                             | 0,370 | 1,07 |
| Stroomsnelheid bij basisafvoer | 0,12                             | 0,290 | 1,09 |
| Detritus                       | 0,13                             | 0,415 | 1,05 |
| Steen                          | 0,12                             | 0,300 | 1,10 |
| Stroomsnelheid bij piekafvoer  | 0,13                             | 0,440 | 1,05 |
| Klei                           | 0,12                             | 0,320 | 1,09 |
| NO <sub>2</sub>                | 0,12                             | 0,485 | 1,02 |
| Afvoerloosheid                 | 0,12                             | 0,410 | 1,05 |
| Algen                          | 0,11                             | 0,450 | 1,00 |
| Zicht                          | 0,12                             | 0,540 | 0,97 |
| Sapropelium                    | 0,10                             | 0,645 | 0,90 |
| Zand                           | 0,11                             | 0,590 | 0,92 |
| Rottingsverschijnselen         | 0,12                             | 0,400 | 1,04 |
| Blad                           | 0,11                             | 0,600 | 0,97 |
| Houten bekleding               | 0,09                             | 0,780 | 0,79 |
| Kroos                          | 0,11                             | 0,570 | 0,94 |

## Bijlage 9 EKR, KRW-klasse en aantal zeldzame soorten (grenswateren)

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal zeldzame soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------|
| R4       | OBB00             | 2002 | 0.720 | 4          | 5                       |
| R4       | OBB00             | 1989 | 0.430 | 3          | 4                       |
| R4       | OBB00             | 1993 | 0.383 | 2          | 2                       |
| R4       | OBB00             | 1997 | 0.474 | 3          | 8                       |
| R4       | OBB00             | 1998 | 0.491 | 3          | 4                       |
| R4       | OBB00             | 2005 | 0.562 | 3          | 11                      |
| R4       | OBB00             | 1988 | 0.342 | 2          | 1                       |
| R4       | OBB00             | 1989 | 0.314 | 2          | 3                       |
| R5       | BOS00             | 2006 | 0.821 | 5          | 6                       |
| R5       | BOS00             | 2000 | 0.845 | 5          | 6                       |
| R5       | BOS00             | 2002 | 0.781 | 4          | 9                       |
| R5       | BOS00             | 2003 | 0.862 | 5          | 13                      |
| R5       | BOS00             | 2004 | 0.611 | 4          | 5                       |
| R5       | BOS00             | 2007 | 0.716 | 4          | 8                       |
| R5       | BOS00             | 2008 | 0.867 | 5          | 10                      |
| R5       | BOS00             | 2009 | 0.730 | 4          | 14                      |
| R5       | BOS00             | 1989 | 0.449 | 3          | 2                       |
| R5       | BOS00             | 1990 | 0.366 | 2          | 2                       |
| R5       | BOS00             | 1993 | 0.462 | 3          | 2                       |
| R5       | BOS00             | 1995 | 0.709 | 4          | 8                       |
| R5       | BOS00             | 1997 | 0.688 | 4          | 5                       |
| R5       | BOS00             | 1998 | 0.726 | 4          | 4                       |
| R5       | BOS00             | 1999 | 0.857 | 5          | 12                      |
| R5       | BOS00             | 2001 | 0.822 | 5          | 13                      |
| R5       | BOS00             | 2005 | 0.573 | 3          | 3                       |
| R5       | BOS00             | 1991 | 0.428 | 3          | 8                       |
| R5       | BOS00             | 1992 | 0.469 | 3          | 2                       |
| R5       | BOS00             | 1994 | 0.643 | 4          | 6                       |
| R5       | BOS00             | 2005 | 0.611 | 4          | 7                       |
| R5       | BOS00             | 1988 | 0.569 | 3          | 0                       |
| R5       | BOS00             | 2005 | 0.519 | 3          | 2                       |
| R5       | BOS00             | 1996 | 0.552 | 3          | 3                       |
| R5       | BUB01             | 1997 | 0.672 | 4          | 9                       |
| R5       | BUB01             | 2000 | 0.733 | 4          | 18                      |
| R5       | BUB01             | 2001 | 0.719 | 4          | 7                       |
| R5       | BUB01             | 2004 | 0.877 | 5          | 17                      |
| R5       | BUB01             | 2007 | 0.747 | 4          | 12                      |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R5       | BUB01             | 2009 | 0.737 | 4          | 12                            |
| R5       | BUB01             | 1998 | 0.665 | 4          | 6                             |
| R5       | BUB01             | 2005 | 0.900 | 5          | 17                            |
| R5       | GRK11             | 2004 | 0.328 | 2          | 3                             |
| R5       | GRK11             | 1988 | 0.283 | 2          | 2                             |
| R5       | GRK11             | 1995 | 0.306 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 1998 | 0.331 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 2000 | 0.309 | 2          | 0                             |
| R5       | GRK11             | 2001 | 0.331 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 2002 | 0.364 | 2          | 2                             |
| R5       | GRK11             | 2006 | 0.253 | 2          | 0                             |
| R5       | GRK11             | 2007 | 0.306 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 2008 | 0.284 | 2          | 3                             |
| R5       | GRK11             | 1994 | 0.297 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 1997 | 0.319 | 2          | 2                             |
| R5       | GRK11             | 1999 | 0.302 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 2005 | 0.325 | 2          | 1                             |
| R5       | GRK11             | 1987 | 0.231 | 2          | 1                             |
| R5       | RMB00             | 2006 | 0.374 | 2          | 3                             |
| R5       | RMB00             | 2008 | 0.423 | 3          | 1                             |
| R5       | RMB00             | 1990 | 0.368 | 2          | 2                             |
| R5       | RMB00             | 1991 | 0.362 | 2          | 0                             |
| R5       | RMB00             | 1992 | 0.440 | 3          | 9                             |
| R5       | RMB00             | 1999 | 0.466 | 3          | 1                             |
| R6       | AAS00             | 1990 | 0.553 | 3          | 3                             |
| R6       | AAS00             | 1991 | 0.595 | 3          | 5                             |
| R6       | AAS00             | 2004 | 0.679 | 4          | 7                             |
| R6       | AAS00             | 2006 | 0.596 | 3          | 7                             |
| R6       | AAS00             | 2009 | 0.749 | 4          | 10                            |
| R6       | AAS00             | 1992 | 0.551 | 3          | 3                             |
| R6       | AAS00             | 1994 | 0.564 | 3          | 4                             |
| R6       | AAS00             | 1995 | 0.592 | 3          | 7                             |
| R6       | AAS00             | 2003 | 0.735 | 4          | 13                            |
| R6       | AAS00             | 2005 | 0.653 | 4          | 6                             |
| R6       | AAS00             | 1993 | 0.548 | 3          | 6                             |
| R6       | AAS00             | 1996 | 0.527 | 3          | 9                             |
| R6       | BER00             | 2000 | 0.801 | 5          | 17                            |
| R6       | BER00             | 2001 | 0.872 | 5          | 18                            |
| R6       | BER00             | 2002 | 0.778 | 4          | 15                            |
| R6       | BER00             | 2003 | 0.858 | 5          | 18                            |
| R6       | BER00             | 2004 | 0.835 | 5          | 10                            |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R6       | BER00             | 2006 | 0.801 | 5          | 18                            |
| R6       | BER00             | 2008 | 0.837 | 5          | 17                            |
| R6       | BER00             | 2009 | 0.720 | 4          | 13                            |
| R6       | BER00             | 1989 | 0.610 | 4          | 8                             |
| R6       | BER00             | 1990 | 0.735 | 4          | 9                             |
| R6       | BER00             | 1992 | 0.701 | 4          | 8                             |
| R6       | BER00             | 1994 | 0.705 | 4          | 8                             |
| R6       | BER00             | 1995 | 0.678 | 4          | 7                             |
| R6       | BER00             | 1997 | 0.749 | 4          | 8                             |
| R6       | BER00             | 1998 | 0.769 | 4          | 12                            |
| R6       | BER00             | 1999 | 0.787 | 4          | 13                            |
| R6       | BER00             | 2005 | 0.731 | 4          | 9                             |
| R6       | BER00             | 1991 | 0.643 | 4          | 4                             |
| R6       | BER00             | 1993 | 0.590 | 3          | 9                             |
| R6       | ODR00             | 2004 | 0.332 | 2          | 2                             |
| R6       | ODR00             | 1988 | 0.273 | 2          | 3                             |
| R6       | ODR00             | 1991 | 0.328 | 2          | 0                             |
| R6       | ODR00             | 2003 | 0.362 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR00             | 2006 | 0.352 | 2          | 2                             |
| R6       | ODR00             | 2008 | 0.342 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR00             | 1992 | 0.302 | 2          | 0                             |
| R6       | ODR00             | 1993 | 0.449 | 3          | 2                             |
| R6       | ODR00             | 1994 | 0.333 | 2          | 3                             |
| R6       | ODR00             | 1995 | 0.345 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR00             | 2005 | 0.376 | 2          | 1                             |
| R6       | OIJ00             | 1989 | 0.701 | 4          | 6                             |
| R6       | OIJ00             | 2000 | 0.574 | 3          | 5                             |
| R6       | OIJ00             | 2004 | 0.500 | 3          | 3                             |
| R6       | OIJ00             | 2006 | 0.582 | 3          | 5                             |
| R6       | OIJ00             | 1990 | 0.444 | 3          | 3                             |
| R6       | OIJ00             | 1991 | 0.402 | 3          | 2                             |
| R6       | OIJ00             | 1992 | 0.477 | 3          | 5                             |
| R6       | OIJ00             | 1994 | 0.627 | 4          | 3                             |
| R6       | OIJ00             | 1995 | 0.576 | 3          | 4                             |
| R6       | OIJ00             | 2001 | 0.688 | 4          | 4                             |
| R6       | OIJ00             | 2002 | 0.687 | 4          | 5                             |
| R6       | OIJ00             | 2003 | 0.593 | 3          | 6                             |
| R6       | OIJ00             | 2005 | 0.533 | 3          | 1                             |
| R6       | OIJ00             | 1993 | 0.482 | 3          | 1                             |



## Bijlage 10 EKR, KRW-klasse en aantal zeldzame soorten (overige wateren)

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R3       | DAM01             | 2002 | 0.521 | 3          | 5                             |
| R3       | DAM01             | 2004 | 0.470 | 3          | 4                             |
| R3       | DAM01             | 2008 | 0.489 | 3          | 9                             |
| R3       | DAM01             | 1995 | 0.515 | 3          | 6                             |
| R4       | BZB00             | 2001 | 0.436 | 3          | 6                             |
| R4       | BZB00             | 2002 | 0.352 | 2          | 4                             |
| R4       | BZB00             | 2004 | 0.440 | 3          | 4                             |
| R4       | BZB00             | 2006 | 0.310 | 2          | 3                             |
| R4       | BZB00             | 2007 | 0.333 | 2          | 4                             |
| R4       | BZB00             | 1989 | 0.536 | 3          | 5                             |
| R4       | BZB00             | 2000 | 0.335 | 2          | 0                             |
| R4       | BZB00             | 2005 | 0.347 | 2          | 0                             |
| R4       | BZB00             | 1988 | 0.586 | 3          | 2                             |
| R4       | BZB00             | 1990 | 0.484 | 3          | 2                             |
| R4       | BZB00             | 1992 | 0.409 | 3          | 5                             |
| R4       | BZB00             | 1999 | 0.416 | 3          | 0                             |
| R4       | BZB00             | 1995 | 0.365 | 2          | 1                             |
| R4       | BZB00             | 1999 | 0.325 | 2          | 0                             |
| R4       | LIM01             | 2002 | 0.845 | 5          | 20                            |
| R4       | LIM01             | 2005 | 0.897 | 5          | 10                            |
| R4       | LIM01             | 2008 | 0.787 | 4          | 9                             |
| R4       | LIM01             | 2009 | 0.708 | 4          | 15                            |
| R4       | LIM01             | 1995 | 0.725 | 4          | 12                            |
| R4       | LVD01             | 1993 | 0.522 | 3          | 1                             |
| R4       | LVD01             | 1998 | 0.383 | 2          | 0                             |
| R4       | LVD01             | 2000 | 0.391 | 2          | 1                             |
| R4       | LVD01             | 1995 | 0.428 | 3          | 1                             |
| R4       | RDB01             | 1998 | 0.307 | 2          | 1                             |
| R4       | RDB01             | 2001 | 0.325 | 2          | 1                             |
| R4       | RDB01             | 2002 | 0.362 | 2          | 4                             |
| R4       | RDB01             | 2003 | 0.395 | 2          | 3                             |
| R4       | RDB01             | 2004 | 0.342 | 2          | 1                             |
| R4       | RDB02             | 2001 | 0.380 | 2          | 0                             |
| R4       | RDB02             | 2002 | 0.393 | 2          | 3                             |
| R4       | RDB02             | 2003 | 0.343 | 2          | 0                             |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R4       | RDB02             | 2007 | 0.278 | 2          | 0                             |
| R4       | ROB06             | 1997 | 0.624 | 4          | 7                             |
| R4       | ROB06             | 2000 | 0.624 | 4          | 8                             |
| R4       | ROB06             | 2009 | 0.536 | 3          | 5                             |
| R4       | ROB06             | 1996 | 0.580 | 3          | 7                             |
| R4       | ROB06             | 2005 | 0.597 | 3          | 6                             |
| R4       | RUB01             | 2002 | 0.600 | 4          | 0                             |
| R4       | RUB01             | 2006 | 0.520 | 3          | 3                             |
| R4       | RUB01             | 1993 | 0.532 | 3          | 9                             |
| R4       | RUB01             | 2009 | 0.404 | 3          | 1                             |
| R4       | RUB01             | 1992 | 0.318 | 2          | 2                             |
| R4       | SIP01             | 2002 | 0.630 | 4          | 8                             |
| R4       | SIP01             | 2005 | 0.446 | 3          | 3                             |
| R4       | SIP01             | 2008 | 0.637 | 4          | 10                            |
| R4       | SIP01             | 1994 | 0.589 | 3          | 10                            |
| R4       | STB02             | 2009 | 0.693 | 4          | 11                            |
| R4       | STB02             | 1990 | 0.472 | 3          | 4                             |
| R4       | STB02             | 2006 | 0.435 | 3          | 7                             |
| R4       | STB01             | 1990 | 0.470 | 3          | 4                             |
| R4       | STB01             | 1991 | 0.397 | 2          | 2                             |
| R4       | STB01             | 1993 | 0.444 | 3          | 4                             |
| R4       | STB01             | 1995 | 0.493 | 3          | 6                             |
| R4       | STB01             | 1997 | 0.364 | 2          | 5                             |
| R4       | STB01             | 1999 | 0.566 | 3          | 6                             |
| R4       | STB01             | 2001 | 0.426 | 3          | 7                             |
| R4       | STB01             | 1992 | 0.579 | 3          | 4                             |
| R4       | SVB05             | 2008 | 0.672 | 4          | 8                             |
| R4       | SVB05             | 1996 | 0.702 | 4          | 5                             |
| R4       | SVB05             | 2002 | 0.678 | 4          | 6                             |
| R4       | SVB05             | 1988 | 0.913 | 5          | 2                             |
| R4       | SVB05             | 1988 | 0.900 | 5          | 2                             |
| R4       | VRB03             | 1999 | 0.396 | 2          | 2                             |
| R4       | VRB03             | 2006 | 0.407 | 3          | 0                             |
| R4       | VRB01             | 2009 | 0.587 | 3          | 7                             |
| R4       | VRB01             | 1989 | 0.458 | 3          | 4                             |
| R4       | VRB01             | 1990 | 0.390 | 2          | 2                             |
| R4       | VSV01             | 2002 | 0.692 | 4          | 11                            |
| R4       | VSV01             | 2004 | 0.795 | 4          | 13                            |
| R4       | VSV01             | 2009 | 0.728 | 4          | 14                            |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R4       | VSV01             | 1994 | 0.662 | 4          | 11                            |
| R4       | VVB00             | 2002 | 0.743 | 4          | 15                            |
| R4       | VVB00             | 2008 | 0.789 | 4          | 15                            |
| R4       | VVB00             | 2009 | 0.721 | 4          | 15                            |
| R4       | VVB00             | 1993 | 0.748 | 4          | 7                             |
| R4       | VVB00             | 1991 | 0.635 | 4          | 6                             |
| R4       | WEY00             | 1999 | 0.349 | 2          | 0                             |
| R4       | WEY00             | 2000 | 0.447 | 3          | 3                             |
| R4       | WEY00             | 2006 | 0.385 | 2          | 0                             |
| R4       | WEY00             | 2008 | 0.408 | 3          | 2                             |
| R4       | WEY00             | 1998 | 0.361 | 2          | 2                             |
| R5       | BAB01             | 1988 | 0.398 | 2          | 1                             |
| R5       | BAB01             | 1990 | 0.290 | 2          | 0                             |
| R5       | BAB01             | 1995 | 0.241 | 2          | 0                             |
| R5       | BAB01             | 2005 | 0.290 | 2          | 1                             |
| R5       | BAB01             | 2006 | 0.338 | 2          | 1                             |
| R5       | BAB01             | 1992 | 0.272 | 2          | 0                             |
| R5       | BAB03             | 2007 | 0.383 | 2          | 1                             |
| R5       | BAB03             | 1990 | 0.293 | 2          | 4                             |
| R5       | BAB03             | 1994 | 0.372 | 2          | 4                             |
| R5       | BAB02             | 1989 | 0.372 | 2          | 1                             |
| R5       | BAB02             | 1998 | 0.228 | 2          | 0                             |
| R5       | BHB01             | 2001 | 0.509 | 3          | 4                             |
| R5       | BHB01             | 2006 | 0.521 | 3          | 6                             |
| R5       | BHB01             | 1990 | 0.361 | 2          | 1                             |
| R5       | BHB01             | 1991 | 0.380 | 2          | 6                             |
| R5       | BHB12             | 2007 | 0.427 | 3          | 3                             |
| R5       | BOS01             | 1989 | 0.568 | 3          | 4                             |
| R5       | BOS01             | 1990 | 0.382 | 2          | 4                             |
| R5       | BOS01             | 2008 | 0.542 | 3          | 5                             |
| R5       | BOS01             | 2006 | 0.363 | 2          | 1                             |
| R5       | BOS0A             | 1995 | 0.458 | 3          | 8                             |
| R5       | BOS0A             | 1997 | 0.452 | 3          | 4                             |
| R5       | BOS02             | 1989 | 0.237 | 2          | 3                             |
| R5       | BOS02             | 2006 | 0.392 | 2          | 4                             |
| R5       | BOS02             | 1996 | 0.239 | 2          | 0                             |
| R5       | BOS02             | 2008 | 0.344 | 2          | 2                             |
| R5       | BOS02             | 1999 | 0.302 | 2          | 1                             |
| R5       | BAV01             | 1990 | 0.276 | 2          | 3                             |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R5       | BAV01             | 1991 | 0.334 | 2          | 2                             |
| R5       | BAV01             | 1994 | 0.284 | 2          | 0                             |
| R5       | BAVAZ             | 2009 | 0.343 | 2          | 3                             |
| R5       | BZB01             | 2007 | 0.463 | 3          | 3                             |
| R5       | BZB01             | 1993 | 0.420 | 3          | 0                             |
| R5       | BZBAX3            | 1988 | 0.705 | 4          | 2                             |
| R5       | BZBAX3            | 1987 | 0.522 | 3          | 1                             |
| R5       | DOB10             | 2007 | 0.360 | 2          | 2                             |
| R5       | DOB10             | 2008 | 0.391 | 2          | 1                             |
| R5       | DOB10             | 1999 | 0.350 | 2          | 1                             |
| R5       | DOB01             | 1990 | 0.340 | 2          | 8                             |
| R5       | DOB01             | 1991 | 0.367 | 2          | 4                             |
| R5       | DOB01             | 1993 | 0.291 | 2          | 1                             |
| R5       | DOB00             | 2001 | 0.448 | 3          | 3                             |
| R5       | GRB1A             | 2008 | 0.280 | 2          | 0                             |
| R5       | GRB01             | 2001 | 0.314 | 2          | 0                             |
| R5       | GRB01             | 1989 | 0.261 | 2          | 4                             |
| R5       | GRB01             | 1990 | 0.207 | 2          | 2                             |
| R5       | GRB22             | 2007 | 0.413 | 3          | 3                             |
| R5       | GRS11             | 2008 | 0.635 | 4          | 12                            |
| R5       | GRS11             | 1989 | 0.633 | 4          | 2                             |
| R5       | GRS11             | 2000 | 0.484 | 3          | 4                             |
| R5       | GRS11             | 2006 | 0.667 | 4          | 7                             |
| R5       | GRS11             | 1990 | 0.357 | 2          | 3                             |
| R5       | GRS11             | 1995 | 0.571 | 3          | 8                             |
| R5       | GRS12             | 2003 | 0.360 | 2          | 0                             |
| R5       | GRS12             | 2004 | 0.265 | 2          | 1                             |
| R5       | GRS12             | 2008 | 0.298 | 2          | 2                             |
| R5       | GRS12             | 1997 | 0.348 | 2          | 4                             |
| R5       | KEB01             | 1990 | 0.338 | 2          | 1                             |
| R5       | KEB01             | 1991 | 0.268 | 2          | 4                             |
| R5       | KEB01             | 2006 | 0.374 | 2          | 3                             |
| R5       | KEB01             | 1997 | 0.290 | 2          | 4                             |
| R5       | KEB01             | 2005 | 0.336 | 2          | 2                             |
| R5       | KEB02             | 1989 | 0.326 | 2          | 2                             |
| R5       | KEB02             | 1990 | 0.300 | 2          | 0                             |
| R5       | KEB02             | 2000 | 0.439 | 3          | 3                             |
| R5       | NIB01             | 1993 | 0.341 | 2          | 1                             |
| R5       | NIB01             | 2005 | 0.356 | 2          | 0                             |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R5       | NIB01             | 2006 | 0.391 | 2          | 1                             |
| R5       | NIB01             | 1992 | 0.331 | 2          | 0                             |
| R5       | OBB01             | 1993 | 0.702 | 4          | 3                             |
| R5       | OBB01             | 2008 | 0.898 | 5          | 15                            |
| R5       | OBB01             | 1994 | 0.800 | 5          | 9                             |
| R5       | OBB01             | 2005 | 0.700 | 4          | 5                             |
| R5       | OBB01             | 1987 | 0.548 | 3          | 0                             |
| R5       | OBB01             | 1988 | 0.704 | 4          | 1                             |
| R5       | OWV01             | 2007 | 0.311 | 2          | 2                             |
| R5       | OWV01             | 1989 | 0.286 | 2          | 2                             |
| R5       | OWV01             | 1990 | 0.299 | 2          | 3                             |
| R5       | OWV01             | 1999 | 0.348 | 2          | 1                             |
| R5       | RTB01             | 2000 | 0.871 | 5          | 22                            |
| R5       | RTB01             | 1993 | 0.907 | 5          | 12                            |
| R5       | RTB01             | 1995 | 0.894 | 5          | 19                            |
| R5       | RTB01             | 1990 | 0.749 | 4          | 9                             |
| R5       | RTBB1             | 2003 | 0.893 | 5          | 11                            |
| R5       | RTBB1             | 2004 | 0.907 | 5          | 16                            |
| R5       | RTBB1             | 2005 | 0.905 | 5          | 21                            |
| R5       | RTBB1             | 2008 | 0.930 | 5          | 20                            |
| R5       | SAB01             | 1990 | 0.260 | 2          | 1                             |
| R5       | SAB05             | 2009 | 0.266 | 2          | 2                             |
| R5       | SAB10             | 2004 | 0.327 | 2          | 2                             |
| R5       | SABAV5            | 1988 | 0.433 | 3          | 0                             |
| R5       | VEG02             | 2007 | 0.334 | 2          | 0                             |
| R5       | VEG02             | 1989 | 0.382 | 2          | 5                             |
| R5       | VEG02             | 1990 | 0.319 | 2          | 4                             |
| R5       | VEG13             | 1998 | 0.368 | 2          | 1                             |
| R5       | VEG13             | 1996 | 0.341 | 2          | 0                             |
| R5       | VEG15             | 2007 | 0.280 | 2          | 2                             |
| R5       | VOB01             | 2007 | 0.346 | 2          | 2                             |
| R5       | VOB01             | 1990 | 0.321 | 2          | 3                             |
| R5       | VOB01             | 1991 | 0.353 | 2          | 4                             |
| R5       | VOB01             | 1998 | 0.355 | 2          | 4                             |
| R5       | VOB11             | 2001 | 0.343 | 2          | 2                             |
| R5       | WEB01             | 1997 | 0.386 | 2          | 3                             |
| R5       | WEB01             | 2009 | 0.434 | 3          | 3                             |
| R5       | WEB01             | 1990 | 0.466 | 3          | 7                             |
| R5       | WEB01             | 2002 | 0.373 | 2          | 2                             |

| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R5       | WEB02             | 2000 | 0.364 | 2          | 0                             |
| R5       | WEB02             | 2006 | 0.339 | 2          | 0                             |
| R5       | WEB02             | 2009 | 0.357 | 2          | 1                             |
| R5       | WEB02             | 1990 | 0.295 | 2          | 1                             |
| R5       | WEB02             | 1995 | 0.280 | 2          | 0                             |
| R5       | WEB02             | 2002 | 0.353 | 2          | 1                             |
| R5       | WEB02             | 1991 | 0.339 | 2          | 2                             |
| R5       | WLB12             | 2008 | 0.929 | 5          | 19                            |
| R5       | WLB01             | 2000 | 0.883 | 5          | 18                            |
| R5       | WLB01             | 1993 | 0.910 | 5          | 14                            |
| R5       | WLB01             | 1988 | 0.898 | 5          | 7                             |
| R5       | ZOB96             | 2003 | 0.391 | 2          | 1                             |
| R5       | ZOB96             | 2007 | 0.366 | 2          | 1                             |
| R5       | ZOB47             | 1999 | 0.489 | 3          | 1                             |
| R5       | ZOB10             | 2003 | 0.570 | 3          | 2                             |
| R6       | AAS01             | 1990 | 0.466 | 3          | 4                             |
| R6       | AAS01             | 1998 | 0.458 | 3          | 4                             |
| R6       | AAS10             | 2006 | 0.423 | 3          | 6                             |
| R6       | AAS10             | 2009 | 0.616 | 4          | 11                            |
| R6       | BER02             | 1989 | 0.438 | 3          | 5                             |
| R6       | BER02             | 1990 | 0.385 | 2          | 5                             |
| R6       | BER02             | 1998 | 0.336 | 2          | 1                             |
| R6       | BER03             | 1991 | 0.381 | 2          | 4                             |
| R6       | BER03             | 1992 | 0.424 | 3          | 2                             |
| R6       | BER03             | 1994 | 0.341 | 2          | 1                             |
| R6       | BER03             | 1993 | 0.391 | 2          | 0                             |
| R6       | BERA3             | 2009 | 0.419 | 3          | 2                             |
| R6       | BERA3             | 2001 | 0.399 | 2          | 1                             |
| R6       | BERA3             | 2008 | 0.405 | 3          | 0                             |
| R6       | ODR01             | 1988 | 0.309 | 2          | 2                             |
| R6       | ODR01             | 1994 | 0.370 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR11             | 1993 | 0.339 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR11             | 1992 | 0.342 | 2          | 1                             |
| R6       | ODR11             | 1995 | 0.347 | 2          | 0                             |
| R6       | OIJ03             | 2007 | 0.479 | 3          | 4                             |
| R6       | OIJ03             | 1991 | 0.422 | 3          | 2                             |
| R6       | OIJ03             | 1992 | 0.291 | 2          | 4                             |
| R6       | OIJ03             | 1994 | 0.344 | 2          | 2                             |
| R6       | OIJ03             | 1993 | 0.299 | 2          | 2                             |



| KRW-type | meetpuntcode WRIJ | jaar | EKR   | KRW-klasse | aantal<br>zeldzame<br>soorten |
|----------|-------------------|------|-------|------------|-------------------------------|
| R6       | OIJ02             | 1990 | 0.327 | 2          | 4                             |
| R6       | OIJ02             | 1989 | 0.280 | 2          | 2                             |
| R6       | SBK60             | 2008 | 0.421 | 3          | 3                             |
| R6       | SBK60             | 2001 | 0.385 | 2          | 0                             |
| R6       | SBK61             | 1994 | 0.424 | 3          | 1                             |
| R6       | SBK61             | 1995 | 0.371 | 2          | 1                             |
| R6       | SBK61             | 1997 | 0.368 | 2          | 0                             |
| R6       | SBK68             | 1998 | 0.336 | 2          | 1                             |
| R13      | HAW01             | 2002 | 0.403 | 3          | 8                             |
| R13      | HAW01             | 2007 | 0.340 | 2          | 2                             |
| R13      | HAW01             | 1993 | 0.414 | 3          | 2                             |
| R13      | HAW01             | 1988 | 0.466 | 3          | 3                             |
| M1a      | DUW00             | 2002 | 0.313 | 2          | 0                             |
| M3       | DUW01             | 1988 | 0.284 | 2          | 0                             |
| M3       | DUW01             | 1990 | 0.550 | 3          | 2                             |
| M3       | DUW01             | 1997 | 0.534 | 3          | 2                             |
| M3       | WIW22             | 1988 | 0.318 | 2          | 1                             |
| M3       | WIW22             | 2009 | 0.438 | 3          | 4                             |
| M3       | WIW11             | 2002 | 0.498 | 3          | 1                             |
| M3       | WIW01             | 1988 | 0.335 | 2          | 1                             |
| M3       | WIW01             | 1997 | 0.637 | 4          | 2                             |
| M3       | ZEW01             | 1988 | 0.333 | 2          | 0                             |
| M3       | ZEW01             | 1990 | 0.533 | 3          | 1                             |
| M3       | ZEW01             | 2002 | 0.459 | 3          | 2                             |
| M3       | ZEW01             | 2009 | 0.372 | 2          | 1                             |
| M3       | ZEW01             | 1997 | 0.523 | 3          | 0                             |
| M3       | ZEWAD             | 1988 | 0.279 | 2          | 0                             |

