

De invloed van de inrichting van oevers op het voorkomen van macrofauna in rivieren en kanalen

- Het opstellen en evalueren van een beoordelingsmethode



Lelystad, maart 2005
Werkdocument nr. 2005.071x

RIZA: Bas de Bruijn
Marianne-Greijdanus Klaas

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Situatieschets	8
1.1 Inleiding	8
1.2. Kenmerkende elementen van de Kaderrichtlijn water	8
1.3. De ecologische normen en maatlatten	9
1.4. Het project stuurvariabelen	10
1.5. Stageopdracht binnen project stuurvariabelen	11
2. De totstandkoming van een (voorlopige) scoretabel	13
2.1. Inleiding	13
2.2. Bemonsteringsmethoden macrofauna	13
2.3. Wijze van gegevensverzameling met betrekking tot de inrichting van een oeverlocatie en verdere verwerking	14
2.4. Voorlopige scoretabel rivieren	14
3. Samenhang tussen voorlopige oeverscore en aantal (reofiele) taxa per lokatie	20
3.1. Inleiding	20
3.2. Beoordelen van beschreven oeverlocaties	21
3.3. Selecteren en ordenen van oudere bemonsteringsgegevens	21
3.4. Nagaan van samenhang tussen locatiegebonden taxa en de (voorlopige) oeverscore ..	23
3.5. T-toetsen op basis van bemonsteringsgegevens	23
4. Maas	25
4.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen	27
4.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index	28
4.3. Bespreking/ discussie	31
4.4. Opsplitsten van gegevens en bespreking	32
4.5. Aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI	36
4.6. Statistische toetsing op onderscheid tussen parameters	40
5. IJssel	47
5.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen	49
5.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index	49
5.3. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens	50
6. Waal	55
6.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen	56
6.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index	57
6.3. Aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI	58
6.4. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens	62
7. De Kanalen	65
7.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen	67
7.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index	69
7.3. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens	70
8. Conclusies en aanbevelingen	74
8.1. Maas	74
8.2. IJssel	75
8.3. Waal	76
8.4. Kanalen	78

8.5. Eindconclusies	80
8.6. Aanbevelingen	81
Geraadpleegde literatuur	82
Bijlage 1a: voorbeeld veldformulier	84
Bijlage 1b: voorbeeld foto's	85
Bijlage 1c: voorbeeld situatieschets	86
Bijlage 2a: voorbeeld (beschrijving locatie Drongelen)	87
Bijlage 2b: Factoren lokatie Drongelen	88
Bijlage 3: Mogelijk relevante factoren + beschrijving	89
Bijlage 4a: Correlatiecoëfficiënten (R^2) "optimale" score voor reofiele taxa	95
Bijlage 4b: Correlatiecoëfficiënten (R^2) "optimale" score voor alle voorkomende taxa	97
Bijlage 4c: Correlatiecoëfficiënten (R^2) aangepaste "optimale" score voor alle voorkomende taxa	99
Bijlage 5: TWINSPAN-analyse	101
Splitsingsboom (overzicht)	101
5a. Splitsingsboom inclusief bijbehorende locaties	102
5.b Betekenis afkortingen soorten volgens <i>Bayerisches Landesamt, 1996</i>	109
5c. Eigenschappen van onderscheidende soorten	111

Samenvatting

Op 22 december 2000 is door het Europees parlement de Kaderrichtlijn water vastgesteld. In de kaderrichtlijnwater staat het bereiken van de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) per waterlichaam centraal. Elk water moet voldoen aan deze GET of GEP, indien een water niet voldoet is de beheerder verplicht maatregelen te nemen ter verbetering van de ecologische toestand van het water.

Het project stuurvariabelen richt zich op macrofauna (ongewervelde dieren) in de rijkswateren en levert achtergrondinformatie voor de ontwikkeling van een beleidstool voor waterbeheerders. Deze worden hiermee beter in staat gesteld om op gestructureerde wijze maatregelen vast te stellen voor een optimaal beheer van de wateren in hun beheersgebied.

De stageopdracht binnen het project stuurvariabelen richt zich op de inrichtingmaatregelen van oevers voor rivieren en kanalen. Onderzocht wordt hoe de inrichting van een oever doorwerkt op het voorkomen van het aantal soorten (taxa) macrofauna. Hierbij is er vanuit gegaan dat de soortenrijkdom een goede weerspiegeling geeft van de kwaliteit van het systeem.

In grote lijnen bestond de stage uit de volgende stappen:

1. Veldwerk: tijdens bemonsteringen van Rijkswaterstaat op macrofauna zijn gegevens verzameld over oeverlocaties (m.b.v. camera, veldformulier, schets van locatie)
2. Beschrijven van oeverlocaties aan de hand van veldgegevens
3. Literatuuronderzoek/opstellen van een beoordelingsmethode voor oeverlocaties, ook wel Oeverinrichting Kwaliteit Index genoemd
4. Toetsen van de OKI: Reeds bestaande gegevens m.b.t. het voorkomen van macrofauna zijn in verband gebracht met macrofaunagegevens en er is nagegaan of er correlatie bestaat ($R^2 > 0,5$) tussen de OKI score en de macrofaunagegevens
5. Statistische toetsen: opsplitsen van monsters naar basisgegevens (locatie, bemonsterd substraattype, bemonsteringsdatum, bemonsteringsmethode) en vergelijken van gemiddelden van ontstane deelgroepen d.m.v. t-toets/Mann Whitney-toets

De Maas, IJssel en het Amsterdam-Rijnkanaal/ Twentekanaal/ Noordzeekanaal zijn apart van elkaar beoordeeld. Het verschil in rivieren en kanalen komt tot uiting in een iets afwijkende scoretabel voor oeverlocaties gelegen aan kanalen in vergelijking met de scoretabel voor rivieren. Dit komt doordat aanvankelijk besloten is om bij kanalen te letten op de samenhang tussen alle taxa en de OKI, terwijl bij rivieren gelet wordt op het verband tussen reofiele taxa en de OKI. Er is gebruikt gemaakt van monsterdata vanaf 1993. De OKI is toegepast per monster. Bij het ontbreken van samenhang kunnen gegevens worden uitgesplitst op substraattype, jaar van monsternamen etc. om te zien of er misschien geldige deelverbanden zichtbaar zijn te maken. Ook kunnen voorlopig gestelde parameterwaarden uit de OKI nader aangepast worden, omdat deze waarden een andere invloed hebben als aanvankelijk is vastgesteld. In deze samenvatting wordt verder verslag gedaan van de bevindingen per watersysteem

Maas

Tussen reofiele taxa en de OKI lijkt geen geldig verband te bestaan ($R^2=0,0039$). Hierbij maakt het niet uit of de bemonsteringsgegevens van kunstmatig substraat wel of niet in de berekening van de R^2 zijn betrokken. De R^2 van het verband tussen *alle* taxa en de OKI is

hiermee vergelijkbaar, evenals met groepen met andere stromingvoorkeuren als de reeds genoemde.

Opsplitsen van gegevens en het aanpassen van parameters heeft niet tot een geldige samenhang geleid. Wel duiden onderzoeksresultaten op een duidelijke invloed van o.a.:

- klimatologische/ milieuomstandigheden in een bepaald jaar
- seizoensinvloeden
- Aanpassingen op bepaalde riviertrajecten (verharde oevers, stuwen e.d.)

Uit de statistische toetsen blijkt het volgende m.b.t. bepaalde kenmerken (getoetst bij 95% betrouwbaarheid):

- Bemonstering met behulp van een werpkorf levert een hoger aantal taxa op dan met behulp van een handnet
- In de jaren 1999 tot en met 2001 worden gemiddeld afwijkende aantallen taxa aangetroffen (al dan niet allen in kunstmatig substraat) en monsters genomen tot 2000 wijken duidelijk af ten aanzien van monsters genomen vanaf 2000.
- Voorjaarsmonsters hebben een hoger aantal taxa dan najaarsmonsters.
- De gemiddelde aantallen taxa op de locaties Belfeld, Bergen, Borgharen, Eijsden, Elsloo, en Grave (stuw) wijken duidelijk af van het gemiddelde taxa van de overige locaties bij elkaar
- Ondanks het ontbreken van samenhang met de OKI zijn significante verschillen aangetoond in gemiddelde aantal taxa in de verschillende maastrajecten.

Uit zowel het nagaan van de samenhang met de OKI (inclusief alle bewerkingen) en de statistische toetsen blijkt een duidelijke invloed van het seizoen van monsternamen, het jaar van monsternamen en een verschil in aantal taxa en samenhang met de inrichting van de oever per traject. Verder blijkt uit de statistische toetsen een duidelijke invloed van de bemonsteringsmethode en het aantal taxa per locatie. Het ontbreken van samenhang met de OKI wil dus zeker niet zeggen dat er geen verschillen zijn tussen de monsterpunten/locaties met betrekking tot het aantal taxa. De invloedsfactoren zullen echter voor een groot deel buiten de parameters in de opgestelde scoretabel liggen. Een TWINSPAN-analyse kan extra informatie opleveren (zie bijlage 5a tot en met c). Een eerste voorbeeld hiervan is een mogelijk belangrijke invloed van water/bodemverontreiniging op sommige plaatsen.

IJssel

Conclusie is dat er voor de IJssel geen verband bestaat tussen de OKI en het aantal taxa. De R^2 was hierbij zo ongunstig dat opsplitsen van gegevens en aanpassen van parameterwaarden is nagelaten. Een oorzaak van de lage R^2 is de eenvormigheid van de oeverlocaties die in de beoordeling zijn betrokken en het sterk wisselende aantal taxa op deze locaties. Een manier om het probleem m.b.t. de eenvormige oevers te omzeilen is: monsterdata gebruiken afkomstig van rivierbegeleidende wateren als strangen, nevengeulen etc. Dit vergroot de variatie in oeverinrichting. Een sterk wisselend aantal taxa bij gelijke OKI-score (zoals het geval is in de IJssel) wijst op factoren buiten de OKI met een sterke invloed. Enkele mogelijke factoren kwamen naar voren uit de statistische toetsen:

- Seizoensinvloed: hoger aantal taxa in voorjaar/najaar
- Milieu/klimaat invloed (?): afwijkingen in aantallen taxa in monsters uit bepaalde jaren.

Waal

De grootte van de R^2 na aanpassen van parameterwaarden uit de OKI-scoretabel is 0,5026. Een geldige samenhang dus. Een grote invloed hierop is ongetwijfeld de grotere variatie aan

oeverinrichtingen en stromingsomstandigheden door het betrekken van de monstergegevens afkomstig van de nevengeulen bij het nagaan van de mogelijke samenhang met de OKI. Bij de Maas en de IJssel zijn alleen monsterdata met betrekking tot de hoofdstroom gebruikt. Voor zowel de Maas als de IJssel zijn parameterwaarden aangepast in de scoretabel. Hierbij vielen de volgende dingen op in vergelijking met de voorlopig opgestelde scoretabel:

- Andere invloed van stroming (zwak stromend water heeft een meer positieve invloed op het aantal taxa, sterk stromend water een meer negatieve invloed)
- Andere invloed van zand en sediment
- Afwezigheid van scheepvaart heeft een sterk positieve invloed op het aantal taxa

Extra factoren (niet in de scoretabel) die van invloed kunnen zijn volgens de statistische toetsen:

- Seizoensinvloed: hoger aantal taxa in voorjaar/najaar
- Milieu/klimaat invloed: afwijkingen in aantallen taxa in monsters uit jaren 1998 en 2002.

Verder blijkt uit de statistische toetsen dat een hogere gemiddelde OKI-score per deelsysteem overeen komt met een hoger gemiddeld aantal taxa per deelsysteem (deelsysteem = nevengeul)

De kanalen (Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Twentekanaal)

De grootte van de R^2 bij het nagaan van samenhang met de oeverinrichting in alle kanalen is 0,7786. Een geldig verband dus. Het vermoeden dat monsterdata van locaties met een onderling sterk variërende oeverinrichting mogelijk wel een geldig verband met de OKI hebben wordt hier nog eens extra bevestigd. De situatie verschilt echter wel sterk van de situatie in de Waal. De kanalen verschillen namelijk onderling sterk in aantal soorten en invloedssfeer. Niet alleen het aantal soorten maar ook de soorten zelf verschillen sterk per kanaal. Verschillende soorten in de drie kanalen wijzen op verschillende omstandigheden die niet zomaar met elkaar vergeleken mogen worden.

Uit statistische toetsen blijkt dat bemonstering met behulp van een akkermanboor (alleen in ARK) een lagere soortenrijkdom oplevert. Onterecht wordt het lage aantal soorten in het ARK zo dus nog eens extra benadrukt.

Uit de statistische toetsen blijkt verder een dat locaties per kanaal verschillen in aantal taxa. OKI-scores zijn echter niet bekend van deze locaties, hoewel van de locatie Enschede in het Twentekanaal bekend is dat deze niet hoog zal scoren volgens de OKI-tabel. Dit wijst weer op factoren buiten de scoretabel die van invloed kunnen zijn op het aantal taxa.

Het verdient daarom aanbeveling om recente bemonsteringsgegevens (die nog niet bekend waren toen dit document werd opgesteld, zie paragraaf 7.1) aan de gebruikte OKI-waarden te koppelen.

Eindconclusies

- Als alleen monsterdata m.b.t. de hoofdstroom gebruikt worden is er geen geldig verband aantoonbaar tussen OKI en aantal (reofiele) taxa. Statistische toetsen wijzen echter wel op duidelijke verschillen tussen locaties en trajecten. Blijkbaar ontbreken in de OKI essentiële parameters.
- Betrekken van gegevens uit begeleidende wateren als nevengeulen, strangen etc. kan tot geldige samenhang leiden met de OKI (nevengeulen Waal). Een grotere variatie

aan oeverinrichtingen maakt een eventueel verband met het aantal taxa sneller zichtbaar

- Er lijkt samenhang te bestaan tussen de inrichting van oevers van kanalen en het aantal taxa. Weinig overeenkomsten tussen soorten in de kanalen en hoge aantallen taxa die worden aangetroffen op locaties met waarschijnlijk een lage OKI-score duiden erop dat dit nog nader onderzocht moet worden.

Aanbevelingen

1. Betrek de monsters afkomstig uit zowel de Waal als de IJssel (inclusief rivierbegeleidende wateren) in het toetsen van de samenhang met de OKI.
2. Toets monsters uit de Pripjat (een natuurlijke rivier met nevengeulen, strangen etc.) op samenhang met de OKI als toetsing van de eindconclusie m.b.t. nevengeulen.
3. Maak de tabel locatiegericht in plaats van habitatgericht. Het aantal habitats op een locatie komt in de huidige tabel niet tot uitdrukking in een score.
4. Een TWINSPAN analyse kan extra informatie opleveren met betrekking tot parameters/factoren die niet in de OKI staan, maar wel van invloed zijn. Zie bijlagen 5a tot en met c.
5. Koppel de meest recente bemonsteringsgegevens met betrekking tot kanalen aan de OKI score. Tijdens het schrijven van dit rapport waren deze gegevens nog niet bekend.

1.Situatieschets

Paragraaf 1 t/m 3 van dit hoofdstuk zijn grotendeels ontleend aan *Van der Wal, 2004, Gevolgen KRW voor het waterbeheer*

1.1 Inleiding

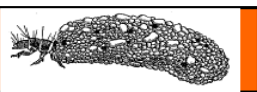
Op 22 december 2000 is door het Europees parlement de Kaderrichtlijn water vastgesteld. Deze Europese richtlijn is mede tot stand gekomen op initiatief van Nederland. Nederland heeft als land in het deltagebied van een aantal grote rivieren grote behoefte aan waterregelgeving op een grotere schaal. De jarenlange juridische strijd van de Nederlandse overheid en een aantal andere organisaties tegen de grote zoutlozingen door de Franse kalimijnen benadrukken deze behoefte.

De richtlijn die nu van kracht is geworden zal voor Nederland een aantal vergaande consequenties hebben. Nederland heeft een traditie op het gebied van het waterbeheer. De Nederlandse waterbeheerders hebben de afgelopen jaren dan ook veel aandacht gehad voor de ecologische kwaliteit van watersystemen. De Kaderrichtlijn dwingt de Nederlandse waterbeheerders echter om daar nog een schepje bovenop te leggen. De indruk bestaat dat dit gevolgen heeft voor andere sectoren dan die van het waterbeheer alleen.

1.2. Kenmerkende elementen van de Kaderrichtlijn water

In de kaderrichtlijnwater staat het bereiken van de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) per waterlichaam centraal (zie paragraaf 1.3.). De GET/GEP bestaat uit kwaliteitsdoelstellingen voor de ecologie, hydrologie, morfologie en (macro)chemie, waarbij kwaliteitselementen (zoals bijvoorbeeld macrofauna) sterk bepalend zijn.

Kwaliteitselementen zijn (groepen van) parameters die van belang zijn voor het functioneren van het watersysteem. Welke biologische componenten moeten worden beschouwd bij de beoordeling en beschrijving van de watertypen is afhankelijk van de categorie die beschouwd wordt: rivieren, meren, overgangswateren of kustwateren. In onderstaande figuur is een overzicht opgenomen van de kwaliteitselementen per categorie.

Rivieren	Meren	Overgangs- wateren	Kust- wateren
Fytoplankton			
Fytobenth		Macroalgen	
Macrofyten		Angio- spermen	
Macrofauna			
Vissen			

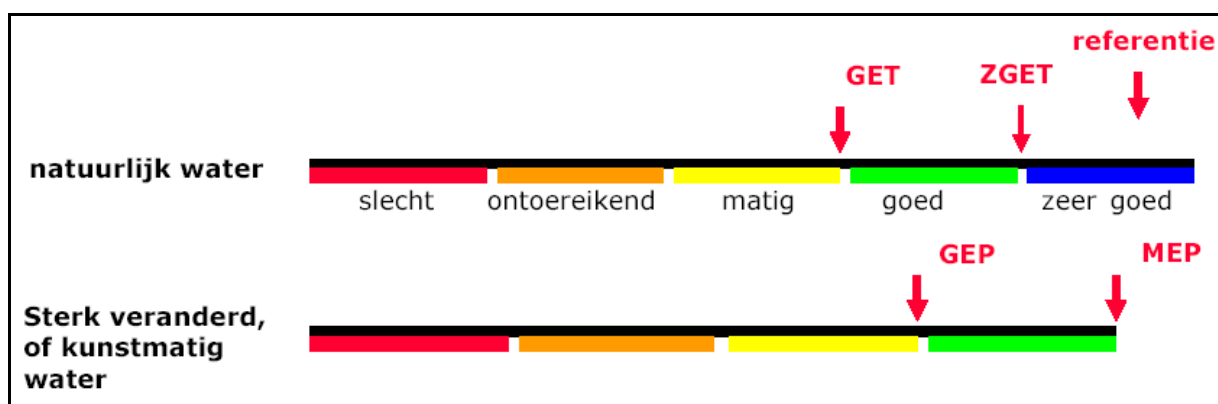
Figuur 1.1: biologische kwaliteitselementen

Binnen de categorieën Rivieren(R), Meren(M) en Overgangswateren (O) zijn verschillende watertypen onderscheiden op basis van hydromorfologische eigenschappen als stroomsnelheid, diepte en bodemsamenstelling. Zo worden in totaal voor Nederland 42 natuurlijke typen water beschreven zoals “langzaam stromende rivieren op zand”, “kleine ondiepe kalkrijke plassen”, of “open zee met zoetwaterinvloed”. De indeling in typen heeft plaatsgevonden op basis van door de EU voorgeschreven criteria. In sommige gevallen leidt de toedeling van typen aan categorieën tot vreemde situaties. Zo zouden sloten en kanalen bijvoorbeeld gerekend kunnen worden tot de “meren”, want stroming ontbreekt. Naast de natuurlijke wateren zijn ook sterk veranderde en kunstmatige wateren aanwezig, de toedeling van de Nederlandse wateren aan een van deze watertypen was tijdens het schrijven van dit verslag nog gaande.

Uitgangspunt is dat een water “natuurlijk” is en dat de daarbij horende doelstelling van de “goede ecologische toestand” haalbaar is. In Nederland is de afgelopen eeuwen echter flink gesleuteld aan onze wateren. Veel wateren zijn aangepast, of zelfs geheel nieuw gegraven om bewoning en economische benutting van Nederland mogelijk te maken. Als aannemelijk gemaakt kan worden dat de goede (natuurlijke) toestand niet gehaald kan worden, kan indeling in een andere categorie plaatsvinden, waarbij dan ook andere (minder ambitieuze) doelstellingen gelden. Hierbij geldt een belangrijke spelregel: de indeling in een andere categorie dan “natuurlijk” mag alleen plaatsvinden op basis van onomkeerbare hydrologische of morfologische veranderingen (stuwen in de Rijn, Deltawerken, inpolderingen, etc.) en dus niet op basis van een huidige onvoldoende waterkwaliteit (voedingsstoffen, zoals stikstof en fosfaat, chemische verbindingen etc.)

1.3. De ecologische normen en maatlatten

Voor elk watertype moet een “referentiesituatie” beschreven worden: een toestand die zou bestaan in de “onverstoorde staat”. Afhankelijk van het type moet voor het beschrijven van de referentiesituatie vaak ver terug in de tijd gegaan worden, moeten vergelijkbare wateren in het buitenland bekeken worden (bijv. Polen en Wit Rusland), of moeten modelberekeningen of “expertkennis” uitkomst bieden. De referentiesituatie beschrijft dus een ideaalbeeld, dat in bijna alle gevallen onhaalbaar zal zijn. Er worden daarom, afgeleid van de referentie, ook lagere doelstellingen beschreven. Gekoppeld aan de doelstellingen worden maatlatten ontwikkeld waarmee natuurlijke wateren kunnen worden ingedeeld in 5 klassen.



figuur 1.2: indeling in kwaliteitsklassen

Belangrijk is de grens tussen “matig” en “goed”. Deze grens beschrijft de ondergrens van wat in de “goede ecologische toestand” haalbaar is en is daarmee dé norm voor het waterbeheer. Immers als deze grens niet gehaald wordt moeten er maatregelen genomen worden. Niet natuurlijke wateren (zie boven) kennen een ander classificatiesysteem. De referentietoestand “zeer goed” is niet bereikbaar door onomkeerbare veranderingen in het van oorsprong natuurlijke water of door het kunstmatige karakter van het water. De hoogst bereikbare toestand moet worden afgeleid van het meest vergelijkbare natuurlijke water, waarbij de reden dat een water niet natuurlijk is mee in beschouwing wordt genomen. De hoogst haalbare toestand is dan het “maximum ecologisch potentieel” (MEP). Afgeleid daarvan wordt het “goed ecologisch potentieel”, de GEP. De GEP geldt als de minimumdoelstelling voor “sterk veranderde” en “kunstmatige” wateren. MEP’s en GEP’s kunnen in principe voor ieder waterlichaam apart worden gedefinieerd. Omdat dat niet praktisch is zal bij de beschrijving van de doelstellingen voor niet-natuurlijke wateren hoogstwaarschijnlijk ook clustering in typen plaatsvinden. De lidstaten zijn zelf verantwoordelijk voor de precieze definitie van de klassengrenzen, ook voor die van de GET en de GEP. Dat zou de indruk kunnen wekken dat de “normstellingslat” zo hoog, of zo laag gelegd kan worden als het best uitkomt. Dat is echter niet het geval. Voor het vaststellen van de klassengrenzen gelden, naast de tekst van de Kaderrichtlijn, diverse internationale afspraken, die zijn vastgelegd in “guidance documents”. Daarnaast zal er nog vergelijking van normen plaatsvinden tussen de lidstaten, om verschillen in ambitie zoveel mogelijk tegen te gaan (de zogenaamde intercalibratie)

1.4. Het project stuurvariabelen

De voorbereiding op de kaderrichtlijn water is een belangrijk thema op de afdeling ecologie van het RIZA. Voor alle biologische kwaliteitselementen (waterplanten, vissen, macrofauna, plankton) moeten maatlatten bedacht worden die aangeven in hoeverre een water ecologisch goede kwaliteit heeft. De maatlatten voor natuurlijke wateren zijn inmiddels gemaakt maar omdat er geen natuurlijke zoete rijkswateren zijn moeten er maatlatten voor sterk veranderde en kunstmatige wateren gemaakt worden.

Indien voorzien wordt dat de GET/GEP bij het tot nu toe gevoerde beheer en beleid niet valt te bereiken, dienen kosteneffectieve maatregelen te worden getroffen om deze toestand in 2015 te halen. Naast emissiebeperkende maatregelen betreft het ook maatregelen op het gebied van de inrichting van de rijkswateren. Uit diverse studies is gebleken dat dit type maatregelen grote invloed kan hebben op de ecologische toestand van een waterlichaam. De vraag is nu hoe potentiële maatregelen gaan doorwerken op het waterkwaliteitselement “macrofauna” en in hoeverre de kwaliteitsdoelstellingen (GET, GEP) in 2015 kunnen worden bereikt na doorvoering van deze maatregelen

Het project stuurvariabelen richt zich op macrofauna (ongewervelde dieren) in de rijkswateren en levert achtergrondinformatie voor de ontwikkeling van een beleidstool. Met behulp van een beleidstool kunnen de waterbeheerders in staat worden gesteld om op een gestructureerde wijze maatregelen vast te stellen voor een optimaal beheer van de wateren in hun beheersgebied. De scenario’s voor mogelijke maatregelen worden overgenomen uit het lopende traject “Beleidstool voor prioritering maatregelen op basis van effecten en kosten”. De maatregelen dienen een essentieel onderdeel te vormen van de stroomgebiedbeheersplannen die in 2009 moeten zijn opgesteld.

Nagegaan zal worden wat de te verwachten invloed is van maatregelen ter verbetering van de ecologische kwaliteit van de rijkswateren op soorten zoals aangegeven in de maatlatten voor de beoordeling van de ecologische kwaliteit.

Mogelijke maatregelen zijn:

1. Rivieren:

- a. Aanleg nevengeulen
- b. Aanleg natuurvriendelijke oevers
- c. Aanpassing oeververdedigingen
- d. Uiterwaardverlaging (incl. natuurontwikkeling uiterwaarden)
- e. Reductie nutriëntenaanvoer
- f. Reductie verontreinigende stoffen (incl. warmte) + zout
- g. Uitdempen onnatuurlijke afvoerfluctuaties (Grensmaas)
- h. Sanering waterbodems
- i. Zoet/zout overgangen
- j. Getijdenbewegingen
- k. Zorgen voor gradiënt en geschikt sediment

2. Meren:

- a. Verdieping en verondieping
- b. Aanpassing oeververdedigingen
- c. Natuurlijker peilfluctuaties
- d. Ontwikkeling oeverzones
- e. Reductie nutriëntenaanvoer
- f. Sanering waterbodems

3. Kanalen

- a. Aanpassing oeververdedigingen
- b. Aanleg natuurvriendelijke oevers
- c. Reductie nutriëntenaanvoer
- d. Reductie verontreinigende stoffen
- e. Sanering waterbodems

1.5. Stageopdracht binnen project stuurvariabelen

De stageopdracht richt zich op de inrichtingmaatregelen van oevers voor rivieren en kanalen. Onderzocht wordt hoe de inrichting van een oever (in dit geval biotische, a-biotische en hydrologische omstandigheden tezamen) doorwerkt op het voorkomen van het aantal soorten (taxa) macrofauna. Hierbij is er vanuit gegaan dat de soortenrijkdom een goede weerspiegeling geeft van de kwaliteit van het systeem. Aangezien de maatlatten voor deze wateren nog niet gereed waren kon hier nog niet mee gewerkt worden.

In grote lijnen bestond de stage uit de volgende stappen:

- 1. veldwerk
- 2. beschrijven van oeverlocaties
- 3. literatuuronderzoek/opstellen van een beoordelingsmethode voor oeverlocaties
- 4. toetsen van de beoordelingsmethode voor oeverlocaties
- 5. statistische toetsen

Ad 1. Het veldwerk bestond uit het ‘meeliften’ met macrofaunabemonsteringen door Rijkswaterstaat. Hierbij was het zaak om gegevens vast te leggen m.b.t. de oevers behorende bij bemonsterde locaties door middel van:

- een veldformulier
- foto’s
- een schets van de locatie

Ad 2. Een volgende stap was het verwerken van de veldgegevens tot een gedetailleerde omschrijving per bemonsterde oeverlocatie

Ad 3. Na enige literatuurstudie is in samenwerking met Marianne Greijdanus, Johan Oosterbaan en Bram bij de Vaate een beoordelingsmethode opgesteld voor oevers van rivieren en kanalen

Ad 4. Deze beoordelingsmethode is vervolgens getoetst aan oudere monsterdata, behorende bij de onder stap 1 bezochte locaties. Voordeel hierbij is dat macrofaunabemonsteringen door Rijkswaterstaat meestal plaatsvinden op vaste punten.

Ad 5. In deze stap werden monstergegevens opgesplitst naar hun basisgegevens (buiten het aantal taxa om zijn bemonsteringsdatum, locatie, substraat en bemonsteringsmethode van ieder monster bekend). Vervolgens zijn statistische toetsen (vooral de t-toets) losgelaten op de gemiddelden (betreffende aantal taxa) van deze opgesplitste groepen. Deze stap is een extra stap, voor het verkrijgen van wat aanvullende informatie op de resultaten volgend uit stap 4.

Oorspronkelijk behoorde ook het ontwerpen van een veldformulier (gebruikt in stap 1 bij het veldwerk) tot de stage. In dit veldformulier staan alle belangrijk geachte parameters genoemd zoals o.a. stroomsnelheid, helling van het talud, aangrenzend grondgebruik etc., etc. Bij aanvang van de stage was dit veldformulier echter al door de stagebegeleider Marianne Greijdanus opgesteld.

2. De totstandkoming van een (voorlopige) scoretabel.

2.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe gegevens over bemonsterde locaties zijn verwerkt tot een voorlopige scoretabel. In deze inleiding wordt een opsomming van de gehanteerde werkwijze gegeven. Verderop in dit hoofdstuk zal meer gedetailleerd verslag worden gedaan van de gehanteerde werkwijze.

- Er is 'meegelift' met macrofauna-bemonsteringen door Rijkswaterstaat op een aantal rijkswateren. Tijdens bemonsteringen zijn gegevens verzameld over oeverlocaties. Deze gegevens hebben betrekking op de volgende wateren:
 - o Amsterdam-Rijnkanaal
 - o Noordzeekanaal
 - o Twentekanaal
 - o IJssel
 - o Gouwe/ Markermeer
 - o IJsselmeer
 - o (Bergsche) Maas
- Op basis van deze gegevens zijn achteraf (na bemonstering) tekstuele beschrijvingen gemaakt.
- Op basis van deze beschrijvingen is een voorlopige meetschaal opgesteld die een uitspraak tracht te doen over omstandigheden die positief dan wel negatief zijn voor het voorkomen van (het aantal soorten) macrofauna.
- Deze meetschaal is toegepast op de beschreven en bemonsterde locaties. Dit resulteerde in een score per locatie (de Oeverinrichting Kwaliteit Index (OKI)). Voor rivieren en kanalen zijn aparte meetschalen opgesteld
- Reeds bestaande gegevens m.b.t. het voorkomen van macrofauna zijn in verband gebracht met deze OKI score en er is nagegaan of er een correlatie bestaat ($R^2 > 0,5$) tussen de OKI score en de macrofaunagegevens. Dit staat uitgebreid beschreven in hoofdstuk 3.

2.2. Bemonsteringsmethoden macrofauna

Bemonsteringen op macrofauna zijn met name uitgevoerd door de verschillende meetdiensten van Rijkswaterstaat (afhankelijk van het gebied in Nederland dat bemonsterd is). Er bestaan een aantal vaste bemonsteringpunten waar in ieder geval 1 maal per 4 jaar bemonsterd wordt. Per locatie is rekening gehouden met het aantal mogelijke biotooptypen op deze locatie.

Biotooptypen kunnen bestaan uit:

- zand
- grind
- slib
- stenen
- kunstmatig substraat
- water- en/of oeverplanten

Bij bemonstering wordt, afhankelijk van de bemonsterde diepte en het substraat, gebruik gemaakt van:

- Macrofauna handnet. Deze wordt gebruikt voor vegetatiemonsters en ondiepe (litorale) zand- en slibmonsters. Ook kan hiermee een kick monster genomen worden van een ondiepe grindbodem. Dat betekent dat er een net stroomafwaarts van een plek gezet wordt. Vervolgens wordt de plek met de voet omgewoeld. De zo losgekomen beesten drijven het net binnen (zie ook paragraaf 4.6. onder "bemonsteringsmethode").
- Van Veenhapper. Deze wordt vooral gebruikt voor het bemonsteren van de dieper gelegen zand en/of slibbodems (profundaal, diepere gedeelte in het midden van de rivier)
- Werpkorf. Deze wordt gebruikt voor het bemonsteren van diepere grindbodems.
- Boxcorer. Deze wordt gebruikt voor het bemonsteren van zand- en kleibodems

* Bemonstering volgens de "kick"methode staat beschreven in paragraaf 4.6. onder "bemonsteringsmethode"

2.3. Wijze van gegevensverzameling met betrekking tot de inrichting van een oeverlocatie en verdere verwerking.

Tijdens de bemonsteringen zijn op de volgende wijzen gegevens verzameld met betrekking tot de inrichting van de nabijgelegen rivieroever ter plaatse:

- Veldformulieren (zie bijlage 1a: voorbeeld ingevuld veldformulier)
- Foto's (zie bijlage 1b: voorbeeld foto's locatie) van de oever grenzend aan de bemonsterde locatie
- Situatieschetsen met betrekking tot inrichting van oevers en globale ligging van monsterpunten (zie bijlage 1c: voorbeeld situatieschets). Van iedere locatie is getracht een bovenaanzicht en een dwarsprofiel vast te leggen.

Op basis van deze gegevens zijn achteraf (na bemonstering) tekstuele omschrijvingen gemaakt (zie bijlage 2a) waarin getracht is alle gegevens met betrekking tot een locatie zo goed mogelijk te combineren.

Deze beschrijvingen zijn later puntsgewijs gerangschikt in gegevens waarin uitspraak wordt gedaan over aangrenzend grondgebruik op de oever, diepte van het water ter plaatse, sediment, hellingshoek van het talud, stroomsnelheid etc. (zie bijlage 2b).

Deze puntsgewijze beschrijvingen zijn hierna opnieuw gecombineerd tot een omvangrijke lijst van kenmerken, onderverdeeld in "relevant", "minder relevant" en "niet direct te plaatsen". Na enige literatuurstudie zijn op basis van deze lijst voorlopige parameters opgesteld die gebruikt kunnen worden voor het toekennen van een score aan een bemonsterde locatie. Een weergave van de eerste gedachten over mogelijke parameters en hun (mogelijke) invloed is te vinden in bijlage 3. Na overleg met betrokkenen (expert judgement) is een (voorlopige) scorelijst opgesteld. Een weergave en bijbehorende toelichting op deze scorelijst is te vinden in de volgende paragraaf.

2.4. Voorlopige scoretabel rivieren

In de tabel op de volgende bladzijde zijn de verschillende parameters en bijbehorend puntensysteem af te lezen waar een bemonsterde locatie op kan worden beoordeeld. Hierna volgt een toelichting op de verschillende parameters.

Beoordelingsfactoren		Rivier	Kanaal
Factor	Optie	Waarde	Waarde
Diepte (monster)	>2 m	-1	-1
	<2m	1	1
Stroomsnelheid	stilstaand (< 0,05 m/s)	-2	1
	zwak stromend 0,05- 0,1 m/s)	-1	2
	stromend 0,1-0,5 m/s	1	-1
	sterk stromend (>0,5 m/s)	2	
Taludhelling onder water	< 10 graden	3	3
	10-20 graden	2	2
	20-60 graden	1	1
	>60 graden	0	0
Grondgebruik tot 50 m uit oever	Bebouwing	-2	-2
	Gras	-1	-1
	Ruigte	1	1
	Ooibos	2	2
Voorkomen waterplanten (% bedekking)	Geen	0	0
	weinig (<20%)	1	1
	>20%	2	2
Voorkomen oeervegetatie	Geen	-1	-1
	Sporadisch	1	1
	Gordel	2	2
Scheepvaart	Afwezig	1	1
	Aanwezig	-1	-1
Substraat			
hard substraat	stenen >3 dm	0	0
	stenen <3 dm	1	1
	Grind	2	2
	Kleibank	1	1
Sediment	Zand	1	-1
	slibbig zand/ zandig slib	2	2
	Slib	-2	1
organische stof	< 2%	1	1
	> 2 %	3	3
Kribben	Niet aanwezig	0	
	wel aanwezig	-1	
OKI	Totaaltelling punten	-9 tot +18	-7 tot +18

Tabel 2.1.: voorlopige scoretabel beoordeling oevers rivieren en kanalen

Toelichting op scoretabel:

Diepte

De grens tot waar water- en oeverplanten kunnen voorkomen in de Nederlandse grote rivieren en kanalen is gesteld op ongeveer 2 meter diepte. Tot deze diepte kan nog juist (sterk afhankelijk van de locale situatie) voldoende licht doordringen om het voorkomen van water- en oevervegetatie mogelijk te maken. Water- en oevervegetatie kan een belangrijke variatie aan extra mogelijke habitats bieden waar macrofauna zich kan vestigen. In de praktijk is dit te zien aan het doorgaans hogere aantal taxa macrofauna voorkomend in vegetatiemonsters ten opzichte van monsters genomen van steen, zand, grind of slib. Ook andere van licht afhankelijke organismen zoals algen (als voedselbron), sponzen en mossen (als schuilplaats) kunnen door hun mate van voorkomen op geringere diepte een belangrijke factor zijn voor het al dan niet voorkomen van bepaalde soorten macrofauna.

Een andere factor die aan de diepte is gerelateerd, is het zuurstofgehalte. Vooral door de zuurstofconsumptie van organismen in ondiepere delen van het water zijn de dieper gelegen lagen zuurstofarmer. Bij een zuurstofverzadiging lager dan 50% ontwikkelen zich vaak meer soortenarme gemeenschappen. In zeer diep gelegen water (dieper dan 10 m bijvoorbeeld) is het water vaak zuurstofloos en is primaire produktie alleen nog mogelijk in de vorm van chemo-autotrofische processen. Uiteraard heeft dit een negatief effect op het voorkomen van het aantal taxa (*Bayerisches Landesamt, 1996*) Dit geldt alleen voor de stilstaande wateren. Stroming en turbulentie zorgen voor menging van het (zuurstofrijkere) ondiepe met het (zuurstofarmere) diepere water. In rivieren is daarom geen sprake van belangrijke verschillen in zuurstofgehalte over de diepte. Voor kanalen is het de vraag of deze factor van invloed is, gezien de drukke scheepvaart met bijbehorende menging van dieper en ondieper water.

Naast stroming en turbulentie heeft ook de golfslag tegen de oevers een invloed op het zuurstofgehalte in het ondiepere water. Soorten met een hoge zuurstofbehoefte, voorkomend in de ondiepe oeverzone, profiteren van de aanwezigheid van golfslag.

De grens tussen 'diep' en 'ondiep' is voorlopig gesteld op 2 m vanwege de maximale doordringing van licht tot op een diepte van ongeveer 2 m in de bemonsterde wateren. Aanwezigheid van waterplanten, algen, sponzen en mossen en het hogere zuurstofgehalte in de bovenste 2 m hebben een gunstige invloed op de soortenrijkdom aan macrofauna. Zodoende wordt een monster genomen op een diepte kleiner dan 2 m beoordeeld als gunstig ten aanzien van een monster genomen op een diepte groter dan 2 m.

Monsters genomen op een diepte groter dan 2 m zijn in (bijna) alle te beoordelen situaties genomen in het profundale deel van de rivier, vaak in het midden van de rivier. Voor het beoordelen van 'diepe' monsters worden de parameters aangaande de oeverinrichting **niet** meegerekend. Voor het beoordelen van 'diepe' monsters gelden slechts de parameters:

- diepte
- stroomsnelheid
- aan/ afwezigheid van scheepvaart
- sediment

Stroomsnelheid

De eisen die een soort aan de stroomsnelheid stelt is een belangrijk kenmerk van riviermacrofauna. In een meer natuurlijke rivier wordt verwacht dat meer stromingsminnende soorten zullen voorkomen ten aanzien van (bijvoorbeeld) gestuwde riviertrajecten. Besloten is daarom dat in eerste instantie vooral gekeken zal worden naar het voorkomen van het aantal stromingsminnende (reofiele) soorten in een rivier. In kanalen daarentegen zal worden gelet op het voorkomen van alle taxa.

Soorten kunnen reofoon zijn om verschillende redenen. De meeste van deze soorten kunnen in stilstaand water niet voldoende zuurstof opnemen en hebben stromend water nodig voor hun zuurstofbehoefte. Andere soorten zijn van stroming afhankelijk voor de toevoer van voedsel. Ook het ontbreken van een niet met slib bedekte bodem (vooral voorkomend in stilstaand water) kan voor bepaalde soorten gunstig zijn (*Moller-Pillot, 2003*).

N.B. Het onderscheid wat in de scoretabel gemaakt wordt heeft natuurlijk betrekking op de Nederlandse situatie voor de grote rivieren. Een stroomsnelheid van (bijvoorbeeld) 0,7 m/s kan worden beschouwd als gering in bergachtige gebieden, terwijl deze hier als sterk zou worden beoordeeld.

Taludhelling onder water

Een flauw oplopend talud geeft een geleidelijkere overgang in omstandigheden van ondiep naar diep en biedt meer variatie in leefruimte (habitats) voor soorten dan een steil(er) oplopend talud. Daarom wordt een flauw oplopend talud positiever beoordeeld ten opzichte van een steil oplopend talud.

In eerste instantie was het de bedoeling dat ook de taludhelling boven water in de scoretabel zou meetellen. Aangezien de taludhelling boven water echter niet direct leefruimte biedt aan riviermacrofauna (hoogstens als paaiplaats voor bepaalde libelle- of muggesoorten) en de taludhelling boven water meestal gelijk is aan de taludhelling onder water, is besloten deze factor niet mee te tellen.

Grondgebruik tot 50 m uit oever

Het voorkomen van vegetatie in de zone grenzend aan de rivieroever kan van belang zijn als paaiplaats of foerageergebied voor insectensoorten die hun broedsel in het water afzetten. Zodoende wordt bebouwing (waaronder ook: een bestende dijk) beschouwd als de meest ongunstige situatie ten aanzien van een situatie waarin (agrarisch) grasland, ruigte of ooibos in deze zone voorkomen (*CUR, 1999*).

Een grotere variatie aan structuren (boomlaag-struiklaag-kruidlaag) biedt meer mogelijke habitats voor verschillende insectensoorten dan een situatie waarin slechts grasland voorkomt. Zodoende wordt het voorkomen van grasland als negatief beschouwd ten opzichte van een situatie waarin ruigte of ooibos in deze zone te vinden zou zijn. Bovendien kan agrarisch grasland een negatief effect hebben op de waterkwaliteit door het uitspoelen van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

Voorkomen waterplanten (% bedekking)

Het voorkomen van waterplanten zorgt voor een belangrijke toename van het aantal mogelijke habitats voor macrofauna.

Hiernaast heeft het voorkomen van waterplanten voor macrofauna een functie als:

- bescherming tegen predatie door vis/ vogels

- bescherming tegen hydraulische stress (wegspoelen van individuen door sterke stroming/ golfslag)
- beschikbaarheid van voedsel (met name beschadigde/ half verteerde plantenresten)
- zuurstofhuishouding
- vergroting van oppervlak voor vestiging en graas

Des te groter de bedekkingsgraad aan waterplanten, des te sterker het effect op het voorkomen van het aantal taxa. Bovendien is ook de trefkans voor meer zeldzame soorten groter bij hogere bedekkingspercentages (*CUR, 1999/ Scheffer, 2001*).

Voorkomen oevervegetatie

Voor de aanwezigheid van oevervegetatie geldt in feite hetzelfde als de aanwezigheid van waterplanten.

Scheepvaart

Scheepvaart zorgt vaak voor extra dynamiek door het opwoelen van bodemmateriaal in de stroomgeul en heeft een negatieve invloed op de meer natuurlijke rivieroeveren door de extra golfslag (afkalven van oevers, minder glooiende oevers). Het maakt het vestigen van de meer kwetsbare soorten moeilijker.

Substraat

Het substraat bepaalt in belangrijke mate het voorkomen van het totale aantal taxa en kent vaak een karakteristiek, aan het substraat gebonden, voorkomen van macrofauna.

- hard substraat

Hieronder vallen, steen, hout, grind en kleibanken. In de oeverzone van de bemonsterde rivieren/kanalen komt met name het substraattypen "steen" veelvuldig voor. Van nature komt dit substraattypen niet of nauwelijks voor in Nederland. Exoten (met een brede tolerantie voor diverse omgevingsfactoren) als de driehoeksmossel en de Kaspische slijkgarnaal domineren vaak op dit substraattypen (*CUR, 1999*). Dominantie van exoten heeft vaak een negatieve invloed op het voorkomen van overige soorten. De Kaspische Slijkgarnaal bijvoorbeeld vestigt zich in slibkokertjes op de stenen en maakt daarmee de vestiging van andere, aan hard substraat gebonden, soorten moeilijker.

Een ander nadeel van met steen bestorte oevers is het feit dat vestiging van oeverplanten op (met name) aaneengesloten bestening niet mogelijk is. Dit komt echter reeds tot uitdrukking onder de factor "voorkomen oevervegetatie". Het voorkomen van hard substraat kan echter ook een gunstige invloed hebben op het voorkomen van het aantal soorten. Stenen en houten of stalen damwanden bieden vaak een vestigingsplaats voor sponzen, algen en wieren. Dit biedt een extra variatie aan mogelijke habitats voor diverse taxa. In de praktijk blijkt dan ook dat monsters van harde substraten als steen en kunstmatig substraat (grove kiezels/knikkers) vaak relatief soortenrijk zijn ten aanzien van zand- of slibmonsters.

Bij het opstellen van de scoretabel is er van uitgegaan dat stenen met afmetingen < 3dm (langste zijde) een gunstige invloed hebben op het aantal soorten ten aanzien van stenen met afmetingen >3dm. Dit heeft te maken met het beschikbare oppervlak voor macrofauna en de hoeveelheid interstitiële ruimten (lege ruimte) tussen de losse* stenen. Bij stenen met afmetingen < 3dm is het beschikbare oppervlak voor vestiging van macrofauna en de beschikbare interstitiële ruimte (schuilmogelijkheid en vestigingsplaats voor macrofauna) gunstiger. Ook is hiermee de trefkans op zeldzamere soorten tijdens bemonstering gunstiger.

* Bij aaneengesloten bestening geldt dit (natuurlijk) niet.

- ***Sediment***

Hier valt onder: zand, slibbig zand/zandig slib en slib. Het gaat hier om substraattypen die van nature in Nederland voorkomen. Slib is een voedselrijker substraat dan zand. Hierdoor zijn slibmonsters over het algemeen soortenrijker dan zandmonsters. Er is echter besloten om in rivieren in de eerste plaats te letten op het voorkomen van reofiele soorten. Slib is met name gebonden aan plaatsen waar een lagere stroomsnelheid heerst. Slib kan namelijk pas bezinken bij zeer geringe of afwezige stroming. Hierdoor komen reofiele soorten in rivieren vooral voor op zandbodems. Dit is tevens de reden dat slibmonsters in rivieren negatief worden beoordeeld ten aanzien van zandmonsters. In kanalen (waar in eerste instantie vooral gelet wordt op het voorkomen van alle soorten) worden slibmonsters gunstig beoordeeld ten aanzien van zandmonsters.

- ***Organische stof***

Een hoger gehalte aan organische stof leidt tot een verbetering in omstandigheden voor macrofauna m.b.t. tot o.a voedselbeschikbaarheid. De toename in voedselbeschikbaarheid wordt vooral veroorzaakt door de afbraak van organische stof door bacteriën en andere micro-organismen (*Moller-Pillot, 2003*).

Bij beoordeling van vegetatiemonsters zijn deze monsters beoordeeld als organische stof >2%. De gegevens van de bodemanalyse waren nog niet beschikbaar ten tijde van het uitwerken van dit rapport.

Kribben

Kribben veranderen de dynamiek van stromende systemen, doordat de stroming voornamelijk beperkt wordt tot de hoofdgeul. In de ondiepe delen tussen de stenen wordt de stroomsnelheid verlaagd en verandert van richting en vindt bezinking van slib plaats. Dit kan de van nature aanwezige verscheidenheid in ondiep-watermilieus in stromende wateren negatief beïnvloeden doordat een deel van de ondiepe habitats tussen de kribben met een laag slib worden overdekt (*Bouwhuis et al, 2004*). Hierdoor neemt de ruimtelijke variatie aan mogelijke habitats voor macrofauna af. Kribben zorgen nabij de oever/ wateroppervlak echter voor een vergroting van de dynamiek. Als wordt gekeken naar het voorkomen van stromingsminnende riviermacrofauna (aanvankelijke aanname) zou het voorkomen van kribben dus ook een gunstig effect kunnen hebben. Voorlopig is echter uitgegaan van een negatieve invloed op het voorkomen van het aantal taxa.

3. Samenhang tussen voorlopige oeverscore en aantal (reofiele) taxa per lokatie.

3.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe gezocht is naar een mogelijke samenhang tussen het voorkomen van aantallen (reofiele) taxa macrofauna per ecotoop/habitatstype en de score van de lokatie volgens de scoretabel uit hoofdstuk 2.5.

N.B. Reofiele staat tussen haakjes, omdat ook in rivieren wordt gekeken naar het voorkomen van *alle* macrofauna (uitgezonderd mijten).

De volgende globale stappen waren hierbij te onderscheiden:

- Het beoordelen van beschreven oeverlocaties
- Het selecteren en op orde brengen van gegevens van bemonsteringen in voorgaande jaren en het toekennen van de stromingvoorkeur aan alle voorkomende taxa per (deel)systeem
- Het koppelen van de score per lokatie/substraat aan het aantal aangetroffen soorten (reofiele) macrofauna per lokatie/substraat in voorgaande jaren.
- Het koppelen van de score per lokatie/substraat aan het aantal aangetroffen soorten (reofiele) macrofauna in *recentelijk* bemonsterd substraat.

Een nadere toelichting op deze stappen is te lezen in de volgende paragrafen. De volgende water(deel)systemen zijn apart van elkaar beoordeeld:

- Bergsche Maas en Maas
- Rijntakken/ IJssel
- Amsterdam-Rijnkanaal/ Twentekanaal/ Noordzeekanaal

N.B. Bemonsterde locaties aan Markermeer, IJsselmeer en Gouwzee zijn wel beschreven, maar niet beoordeeld aangezien het om meren gaat. Hiervoor worden andere omstandigheden maatgevend geacht en zal een andere scoretabel voor ontworpen moeten worden..

Verwacht wordt namelijk dat de (natuurlijke) soortensamenstelling en het voorkomende aantal taxa macrofauna (voortkomend uit o.a. de oorsprong van het systeem) betreffende de Rijn, Maas en de kanalen dermate verschillen dat deze los van elkaar beoordeeld dienen te worden.

Het verschil in rivieren en kanalen komt tot uiting in een iets afwijkende scoretabel voor oeverlocaties gelegen aan kanalen in vergelijking met de scoretabel voor rivieren (zie hoofdstuk 2 paragraaf 5). Stroming komt over het algemeen niet of nauwelijks voor in kanalen. Dit heeft invloed op sedimentatie van zand of slib. Sedimentatie van slib zal sneller plaatsvinden in kanalen. Ook zullen reofiele soorten niet snel worden aangetroffen in kanalen.

De kanalen worden niet los van elkaar beoordeeld, hoewel het Noordzeekanaal een aparte plaats inneemt ten aanzien van beide overige kanalen. Het Twentekanaal (uitkomend op de IJssel) en het Amsterdam-Rijnkanaal staan namelijk allebei in verbinding met (een van) de Rijn (takken), terwijl het Noordzeekanaal een brakwater kanaal is, dat in verbinding staat met zowel Amsterdam-Rijnkanaal als de Noordzee.

Gedurende verslaglegging werd duidelijk dat koppeling van de 'oeverscores' aan de meest recente bemonsteringsgegevens niet meer mogelijk was gedurende de stageperiode gezien de benodigde tijd voor verwerking (analyse/determinatie) van de monsters.

3.2. Beoordelen van beschreven oeverlocaties

Per locatie komen over het algemeen meerdere substraattypen voor. De beschreven oeverlocaties zijn beoordeeld per substraattype. Onderscheid wordt gemaakt in ‘diepe’ en ‘ondiepe’ monsters. In eerste instantie zijn alleen recentelijk bemonsterde (september-oktober 2004) substraattypen per oeverlocatie beoordeeld. Bij selectie van de analysegegevens bleek dat in voorgaande jaren niet altijd dezelfde habitats bemonsterd zijn als in 2004. Dit kan te maken hebben met veranderingen in het stromings- en sedimentatiepatroon ter plaatse of een andere beoordeling van hetzelfde substraattype. Slibbig zand/ zandig slib kan bijvoorbeeld door verschillende personen beoordeeld worden als slib of als zand.

De substraattypen die recentelijk niet zijn aangetroffen (of in het verleden als een ander substraat zijn ingeschat) zijn beoordeeld op basis van recentelijk bemonsterde/ beoordeelde substraattypen. Een aparte plaats wordt hierbij ingenomen door kunstmatig substraat, omdat deze niet van nature voorkomt op een locatie. Bovendien wordt kunstmatig substraat geplaatst op diepere bodem enige meters uit de oever, waar de invloed van de oeverinrichting minder is. Uiteindelijk is besloten om kunstmatig substraat hetzelfde te beoordelen als het substraattype ‘stenen’. Hierbij is er vanuit gegaan dat de plaatsen waar dit substraat is geplaatst zich over het algemeen nog binnen de invloedssfeer van de oever bevinden. Het enige verschil met de beoordeling van het substraattype “stenen” is dat kunstmatig substraat zijn beoordeeld als “diepe” (>2m) monsters.

3.3. Selecteren en ordenen van oudere bemonsteringsgegevens

Omdat de analyseresultaten van de meest recent genomen monsters ten tijde van verslaglegging nog niet beschikbaar waren, is gebruik gemaakt van gegevens van de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) uit voorgaande jaren. Toepassing van oudere gegevens is mogelijk vanwege het feit dat de macrofauna-bemonsteringen in het kader van MWTL (vanaf 1992) over het algemeen plaatsvinden op vaste punten. Wel is het belangrijk er op te letten dat deze gegevens niet te oud zijn. Enige redenen hiervoor kunnen zijn:

- Inrichtingsmaatregelen in de afgelopen jaren.
- Slechtere waterkwaliteit in voorgaande decennia
- Tot halverwege jaren 80 nog nauwelijks invloed van recentelijk vaak dominant aanwezige exoten als *Corophium* (slijkgarnaal).

I.v.m. deze zaken is gebruik gemaakt van gegevens:

- Maas: vanaf 1996
- IJssel: vanaf 1995
- Kanalen: vanaf 1993

Bij het beoordelen van de situatie in de Waal bij Gameren is gebruik gemaakt van gegevens vanaf 1998, omdat voor deze datum nog geen gegevens ter beschikking waren. Na het selecteren van de gegevens (vastgelegd in 1 groot Excel bestand) per te beoordelen water(deel)systeem)) is een draaitabel gemaakt met de aangetroffen taxa (incl. individuele tellingen) per locatie, onderverdeeld naar substraattype, bemonsteringsdatum en bemonsteringsmethode.

Vervolgens is aan iedere aangetroffen soort binnen een (deel)systeem een stromingsvoorkeur toegekend (volgens *Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft, 1996*). Hierbij is de volgende indeling gebruikt:

- LB: limnobiont:aan stilstaand water gebonden
- LP: limnofiel:stilstaand water, zelden zwakstromend
- LR: limnoreofiel: stilstaand water, echter ook wel rustige delen van stromend water
- RL: reolimnofiel, stromend water, wel de rustige delen
- RP: reofiel, stromingslievend
- RB: reobiont, aan stromend water voor leven en voortplanting gebonden
- IN: indifferent, geen voorkeur
- ONB: onbekend, stromingsvoorkeur onbekend

Uit de MWTL gegevens vanaf 1996 zijn vervolgens de locaties geselecteerd die overeenkomen met recentelijk bemonsterde locaties (zelfde code en x,y-coordinaten). Hierna is het aantal getelde taxa per monster gecorrigeerd voor ‘dubbeltellingen’.

Toelichting:

Determinatie van voorkomende macrofauna kan plaatsvinden tot op verschillende niveaus. Hieronder is een fragment te zien van de tabel met voorkomende taxa per locatie. Hier is determinatie te zien tot op het niveau van:

- familie (*Gammaridae*)
- geslacht (*Gammarus*)
- soort (*Gammarus tigrinus*)

			BELFBVN	BELFBVN
			Grind (>40% deeltjes >2mm)	Grind (>40% deeltjes >2mm)
			08-09-98	17-08-00
Taxonnaam		Stromingsvoorkeur	WERPKF	WERPKF
Gammaridae	1743200000	ONB		552
Gammarus	1743203000	ONB	152	120
Gammarus fossarum	1743203020	RP		
Gammarus pulex	1743203040	RP		
Gammarus roeselii	1743203050	RL		
Gammarus tigrinus	1743203060	RL	4	128

Figuur 3.1: toelichting op “correctie voor dubbeltellingen

Indien binnen een bepaald geslacht/familie determinatie tot op soortniveau heeft plaatsgevonden, is afgesproken dat de determinaties tot op geslacht en/of familieniveau niet als taxa meegerekend worden voor de desbetreffende locatie (roodgemarkeerd in bovenstaand fragment).

3.4. Nagaan van samenhang tussen locatiegebonden taxa en de (voorlopige) oeverscore

Een volgende stap is het nagaan van mogelijke verbanden tussen de oeverscore en het voorkomen van het aantal (reofiele) taxa ter plaatse. Hierbij is niet alleen gelet op het voorkomen van het totale aantal taxa. Er is ook nagegaan of er een verband bestaat tussen het voorkomen van soorten met een bepaalde stromingsvoorkeur in relatie tot de oeverscore. Een eerste uitgangspunt hierbij is dat voor kanalen gelet wordt op het verband met het totale aantal taxa, terwijl voor de beoordeling van rivieren vooral gelet zal worden op het verband met stromingsminnende (reofiele) macrofauna. De volgende stromingsgroepen zijn hierbij onderscheiden en uitgezet in spreidingsdiagrammen:

- o Totaal IN (geen voorkeur)
- o Totaal LB + LP (niet stromingsminnend zonder tolerantie voor stroming)
- o Totaal LB + LP + LR (niet stromingsminnend, enige tolerantie voor stroming)
- o Totaal RB + RP (stromingsminnend, stromende delen van een water)
- o Totaal RB + RP + RL (stromingsminnend, ook de rustiger delen van een water)
- o Totaal LR + RL + RB + RP (totaal stromingsminnend, overlap met rustiger en stilstaande delen van een stromend water)
- o Totaal aantal taxa onafhankelijk van stromingsvoorkeur

Het verband tussen het aantal taxa per stromingsgroep met de score voor de inrichting is feite voor alle waterlichamen nagegaan (zowel rivieren als kanalen). De beslissende factor die bepaald of er een geldige samenhang bestaat of niet is de correlatiecoëfficiënt (R^2). Als $R^2 > 0,50$ bestaat er samenhang.

In eerste instantie is gekeken of er een geldig verband bestaat tussen *alle* bemonsteringsgegevens (vanaf genoemde datum) van het aantal (reofiele) taxa en de oeverscore. Daarna zijn de gegevens uitgesplitst op:

- substraattypen
- jaar van monsternamen
- seizoen (monsters genomen in mei, monsters genomen eind aug.-begin september etc.)
- riviertraject (alleen Maas)

Dit om te zien of er meer specifieke samenhang is tussen het aantal soorten aangetroffen in monsters van bijvoorbeeld de zandbodem of uit een bepaald bemonsteringsjaar.

Bij het ontbreken van een geldig verband ($R^2 < 0,50$) wordt nagegaan of de factoren in de scoretabel kloppen en voldoende zwaar meegerekend zijn. Eventueel kan de scoretabel hierop aangepast worden.

3.5. T-toetsen op basis van bemonsteringsgegevens

Van bemonsteringsgegevens zijn naast het aantal taxa in ieder geval de volgende zaken bekend:

- locatie
- bemonsterd substraattypen
- bemonsteringsdatum
- bemonsteringsmethode

Door middel van T-toetsen is het mogelijk om gemiddelden (van aantal taxa per monster) van bepaalde deelgroepen (bijvoorbeeld zandmonsters, monsters uit 1997 etc.) te vergelijken met

gemiddelden van de rest van de monsters (monsters genomen van overige substraattypen, in overige jaartallen etc.) of andere deelgroepen (slibmonsters, monsters uit 2000).

Op deze manier kan onafhankelijk van de opgestelde scoretabel worden bekeken of er significante verschillen optreden tussen het voorkomen van het aantal soorten als gevolg van:

- Verschillen in locatie, al dan niet verschillend t.o.v. elkaar beoordeeld volgens de scoretabel
- Verschillen in bemonsterd substraat (verschillend beoordeeld volgens de scoretabel)
- Verschillen in periode van bemonstering: voorjaar of nazomer/najaar
- Verschillen in bemonsteringsmethode
- Verschillen in riviertraject (alleen Maas)

De T-toetsen zijn uitgevoerd met behulp van het programma SPSS bij 95% betrouwbaarheid.

De verschillende stappen worden in volgende hoofdstukken beschreven m.b.t.:

- De Maas
- IJssel en Waal (Rijntakken)
- De Kanalen

4. Maas



Drongelen



Drongelen



Grave



Keizersveer



Gewande

4.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen

De bemonsterde locaties gelegen aan de Maas (incl. Bergsche Maas) zijn beoordeeld per bemonsterd substraattype volgens de opgestelde scoretabel. Alle locaties exclusief de locaties gelegen aan de Grensmaas zijn door mijzelf beoordeeld. Locaties gelegen aan de Grensmaas zijn beoordeeld door Bram bij de Vaate (conform de scoretabel). In onderstaande tabel zijn de gevonden scores af te lezen.

Lokatie	substraat	Score/ OKI	Aantal taxa
Belfeld (km 101)	Grind (diep)	-1	24,49,42
Belfeld (km 101)	kunstmatig substraat	0	43,47,54
Belfeld (km 101)	Steen	2	31,23,32
Belfeld (km 101)	zand (ondiep)	2	33,32,37
Berg (km 39)	grind (diep)	4	27,38,43
Berg (km 39)	grind (ondiep)	6	39
Berg (km 39)	steen	4	33,26
Bergen (km 140)	kunstmatig substraat	-1	28,27
Bergen (km 140)	Steen	1	22,34,21
Bergen (km 140)	zand (diep)	-2	8,16,20
Drongelen	kunstmatig substraat	2	25,32
Drongelen	steen	4	28,39,25
Drongelen	Zand (diep)	0	25,8,29
Eijsden (km5)	grind (diep)	3	35,44,32
Eijsden (km5)	kunstmatig substraat	0	37,45,65,49
Eijsden (km5)	steen	2	32,34,45
Eijsden (km5)	Zand (ondiep)	3	32,43,44
Elsloo (km 28,3)	grind (diep)	4	18,25,33
Elsloo (km 28,3)	grind (ondiep)	6	21
Elsloo (km 28,3)	steen	4	15,25
Geulle (km 25,5)	grind (diep)	4	35
Geulle (km 25,5)	grind (ondiep)	7	20
Geulle (km 25,5)	kunstmatig substraat	4	51
Gewande	kunstmatig substraat	0	34,51
Gewande	steen	2	30,35,23
Gewande	Zand (diep)	0	43,21,17
Grave	steen	0	14,26
Grave	Zand (diep)	0	14,18
Grave, achter stuw (?)	kunstmatig substraat	-2	34,29,39,27,23,37,27,17,32,16,7,13,31,19,14,33,17,23,29,28,13,18,17,21,17,24,33,16,21,24,34,22,42,18,23,18,26,17,27,30,35,29,28,33,30,31,32,25,21,33,38,29

(vervolg tabel)

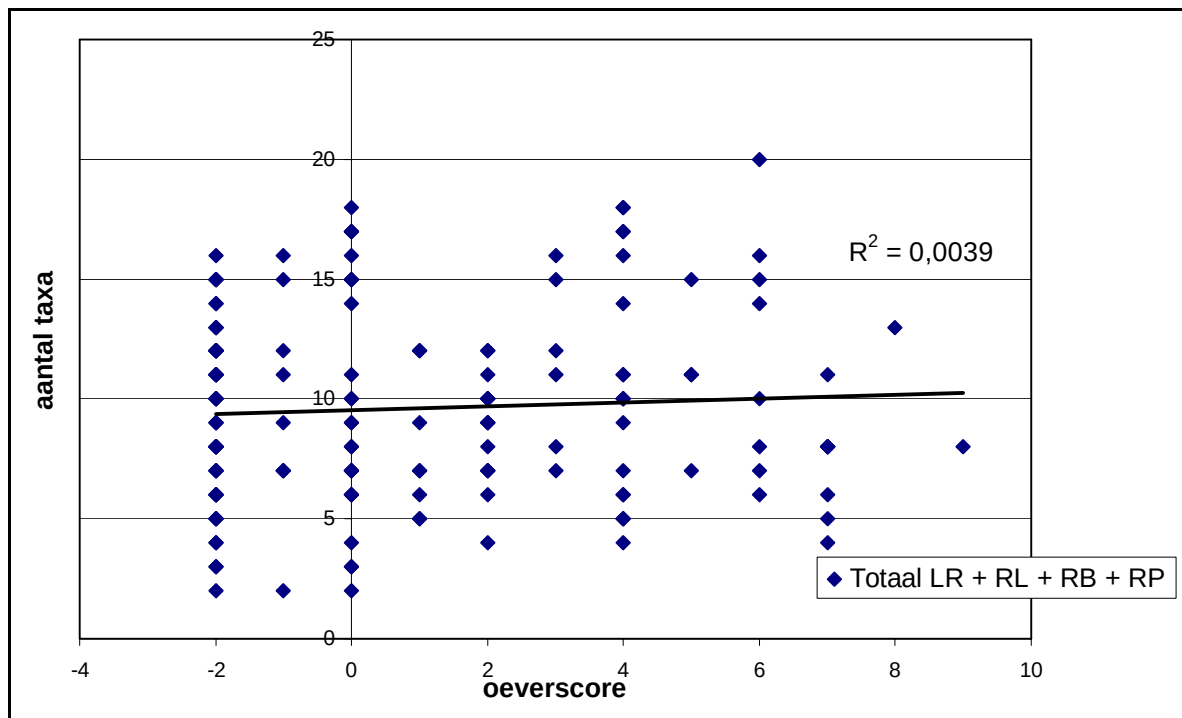
Lokatie	substraat	Score/ OKI	Aantal taxa
Grave, achter stuw (?)	steen	0	33
Grave, achter stuw (?)	Zand (diep)	0	25
Grevenbicht (km 44)	grind (diep)	4	50
Grevenbicht (km 44)	grind (ondiep)	9	20
Grevenbicht (km 44)	kunstmatig substraat	6	44,53
Grevenbicht (km 44)	Zand (ondiep)	8	40
Keizersveer	kunstmatig substraat	5	31,30,35,54
Keizersveer	slib (diep)	-1	35,21,13
Keizersveer	slib (ondiep)	2	24,44
Keizersveer	steen	7	25,32,28
Keizersveer	Zand (diep)	0	16,9
Keizersveer km 246	kunstmatig substraat	-1	27
Keizersveer km 246	slib (ondiep)	-2	26
Keizersveer km 246	steen	1	21,25
Maasband (km 34)	grind (ondiep)	7	29,28,18
Maasband (km 34)	kunstmatig substraat	6	42,36
Ohé & Laak (km 58)	Grind (diep)	4	37,38,25
Ohé & Laak (km 58)	Grind (ondiep)	7	26
Ohé & Laak (km 58)	Steen	6	36,31
Ool (km 76,5)	Grind (diep)	1	38,32,23
Ool (km 76,5)	kunstmatig substraat	-2	41,46
Ool (km 76,5)	Steen	0	31,27,28
Ool (km 76,5)	zand (diep)	0	19

Tabel 4.1.: puntenscore per substraattipe op locatie

4.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index

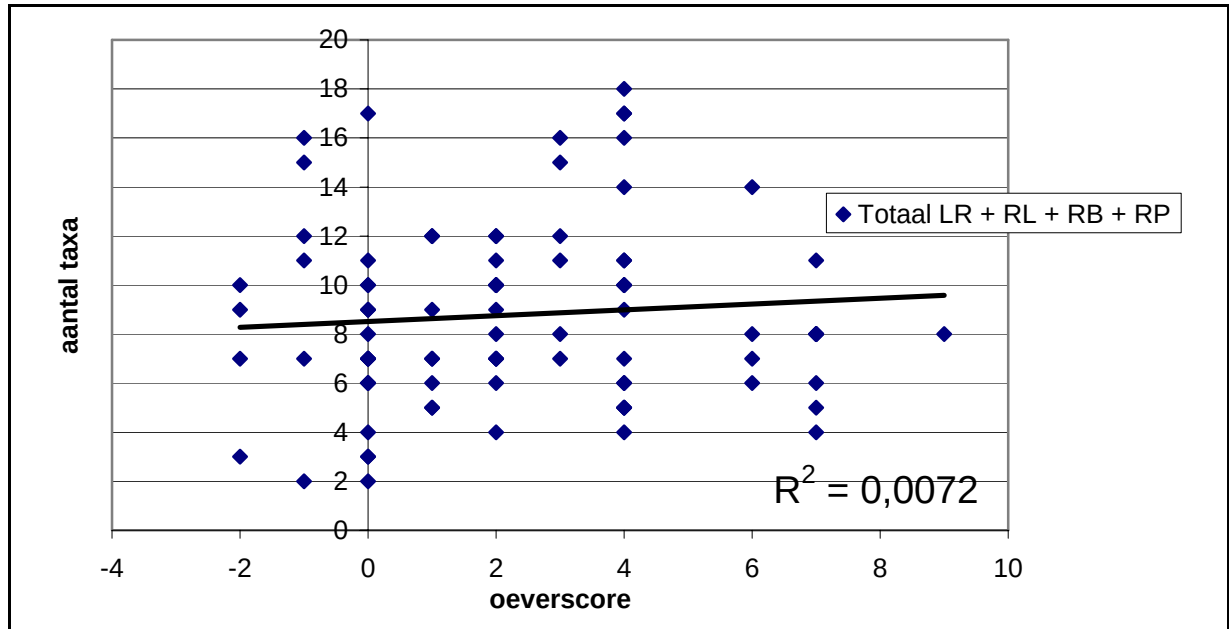
Er is gebruik gemaakt van bemonsteringsgegevens vanaf 1996. Van de meeste locaties met bijbehorende biotopen zijn bemonsteringsgegevens over meerdere jaren beschikbaar. In Excel is het aantal aangetroffen (reofiele) taxa per monster uitgezet tegen de OKI (zie tabellen 2.1 en 4.1).

Het begrip “reofiel” is met opzet ruim genomen, met zowel de sterker reofiele soorten (RB (reobiont), RP(reofiel)) als de zwak reofiele soorten (LR(limnoreofiel), RL(reolimnofiel)) inbegrepen. De zwak reofiele soorten zijn soorten die van nature in stilstaand water voorkomen en daarbij enige tolerantie voor stroming hebben (LR) of de reofiele soorten die (vooral) in de rustige delen van stromend water voorkomen (RL). Deze soorten zijn in de beoordeling betrokken met oog op het feit dat er niet veel *sterk* reofiele soorten zijn aangetroffen. Als alleen naar het voorkomen van sterk reofiele soorten gekeken zou worden is het moeilijker om een eventueel verband zichtbaar te maken. Bovendien bevindt een oever zich vaak in de rustiger stromende delen van een rivier, zodat het aannemelijk is dat zich daar met name ook de zwak reofiele soorten bevinden.



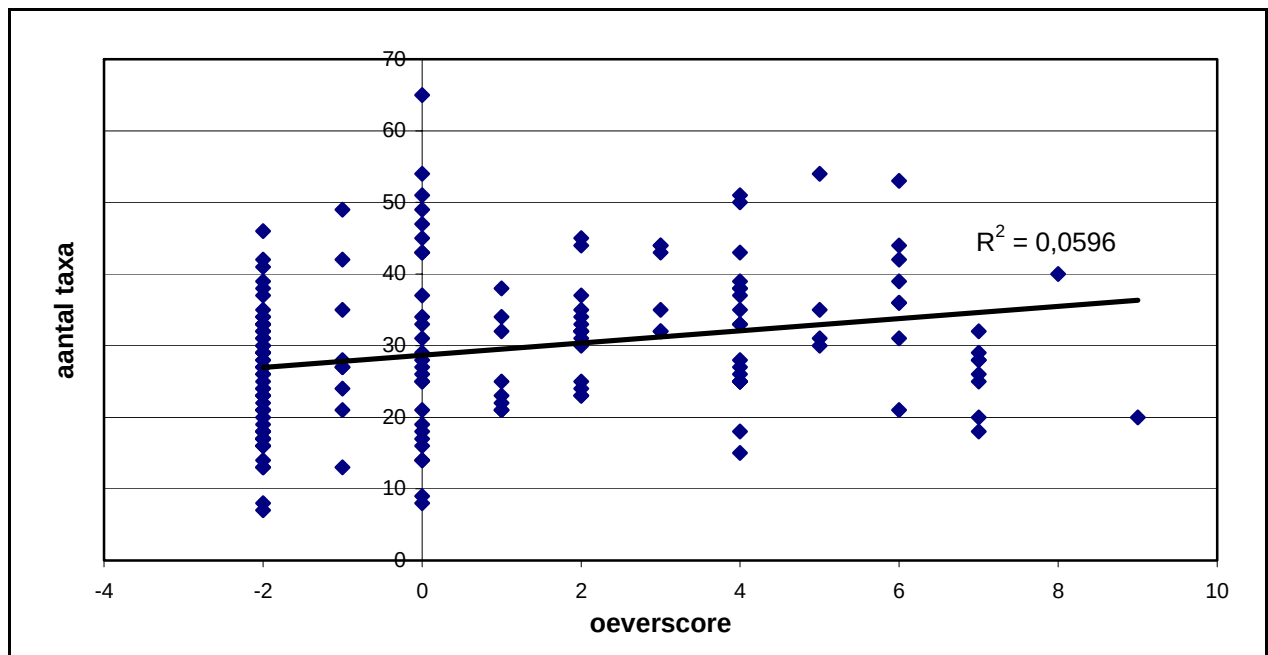
Grafiek 4.1.: aangetroffen reofiele taxa (LR + RB + RP + RL) uitgezet tegen de oeverscore

Gezien de aparte plaats die kunstmatig substraat inneemt als habitatstype (het maakt geen onderdeel uit van de oorspronkelijke locatie), is tevens een grafiek gemaakt zonder de gegevens met betrekking tot kunstmatig substraat.

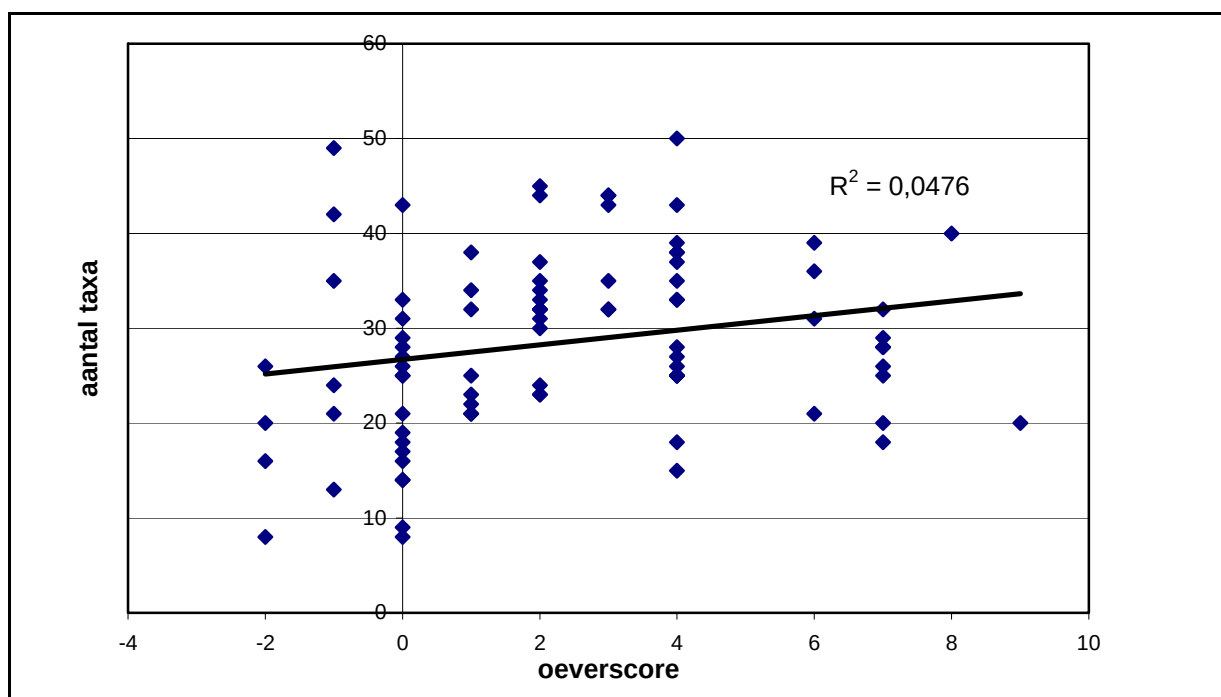


Grafiek 4.2: aangetroffen reofiele taxa (LR + RB + RP + RL) uitgezet tegen de oeverscore (exclusief kunstmatig substraat)

Tevens is het verband nagegaan van de OKI met alle voorkomende taxa. Met alle voorkomende taxa wordt bedoeld: soorten met alle mogelijke stromingsvoorkeuren. Zie volgende bladzijde voor grafieken.



Grafiek 4.3.: aantal taxa uitgezet tegen de oeverscore.



Grafiek 4.4. : totaal aantal taxa excl. kunstmatig substraat

Ook is het verband nagegaan van de OKI met het voorkomen van taxa met een andere stromingsvoorkeur als reeds besproken. Het gaat hierbij om de volgende groepen (zie ook hoofdstuk 4 voor verklaring van afkortingen):

- IN: indifferent, geen voorkeur
- LB + LP: limnofiele soorten met weinig tot geen tolerantie voor stroming
- LB + LP + LR: limnofiele soorten met enige tolerantie voor stroming
- RB + RP: sterker reofiele soorten
- RB + RP + RL: alle reofiele soorten

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van (verzamelingen van) soorten met verschillende stromingvoorkeuren. In de tabel staat de grootte van de samenhang (R^2) vermeld.

	R^2	R^2 exclusief kunstmatig substraat
IN	0,0372	0,0504
LB + LP	0,1154	0,018
LB + LP + LR	0,0301	0,0215
RB + RP	<0,0001	0,0766
RB + RP + RL	0,0049	0,0009

Tabel 4.2: overzicht samenhang tussen groepen met verschillende stromingvoorkeuren en OKI

Voorwaarde voor een geldig verband is een $R^2 > 0,5$

4.3. Bespreking/ discussie

Tussen reofiele taxa en de OKI lijkt geen geldig verband te bestaan. De R^2 ligt steeds ver onder 0,5 (zie grafiek 4.1 en 4.2). Waarden onder $R^2=0,1$ lijken er op te wijzen dat de samenhang nagenoeg nihil is. Hierbij maakt het weinig uit of de bemonsteringsgegevens van kunstmatig substraat wel of niet in de berekening van de correlatiecoëfficiënt zijn betrokken (vergelijk R^2 uit grafiek 4.1. met R^2 in grafiek 4.2.).

De R^2 van het verband tussen *alle* taxa en de OKI is vergelijkbaar met bovenstaande, zie hiervoor grafiek 4.3 en 4.4. Ook hier maakt het weinig uit of de bemonsteringsgegevens van kunstmatig substraat wel of niet in de berekening van de correlatiecoëfficiënt zijn betrokken.

Verder geeft tabel 4.2. te zien dat samenhang tussen groepen met andere stromingvoorkeuren als de reeds genoemde en de OKI ontbreekt.

Redenen voor het ontbreken van samenhang:

1. De scoretabel/ OKI zelf en interpretatie van gegevens door de onderzoeker:
 - Toegepaste waarden per parameter (stroomsnelheid, diepte, voorkomen waterplanten etc.) zijn gebaseerd op voorlopige aannamen. Bepaalde parameters kunnen bij nadere beschouwing een grotere of kleinere invloed op het voorkomen van het aantal taxa hebben als aanvankelijk is aangenomen.
 - Locale invloeden die niet in de scoretabel verwerkt zijn, maar wel van invloed kunnen zijn zoals bijvoorbeeld instroom van gebiedsvreemde taxa op de locatie vanuit een nabij gelegen uitmondend beekje.
 - De wijze waarop het voorkomen van een soort wordt meegerekend. Binnen de gehanteerde werkwijze maakt het niet uit of er slechts 1 of 10000 exemplaren in 1 monster worden aangetroffen, slechts de aanwezigheid van een soort telt. Ook de zeldzaamheid van een soort komt niet tot uitdrukking.
 - Bij het beoordelen van locaties kunnen gegevens verkeerd geïnterpreteerd zijn door de onderzoeker. Wanneer meer dan 1 persoon de betreffende locaties heeft beoordeeld speelt ook het verschil in interpretatie van gegevens door verschillende personen een rol. Het gaat dan vooral om gegevens die niet direct gemeten zijn, maar geschat.
2. Fouten tijdens bemonsteringen/inklaring/analyse/invoeren van gegevens
 - bij het werken met de analysedata bleken regelmatig dingen niet te kloppen, bemonsterd substraat kwam niet overeen met monstermethode, er was niet bemonsterd wat ingepland was, veldgegevens ontbraken of waren verkeerd geïnterpreteerd etc etc.

Inmiddels is er een grootschalige update van de gegevens gestart waardoor dit soort fouten verminderd worden.

3. Milieuvloeden:

- Een variërende waterkwaliteit per jaar of seizoensperiode. Er is echter vanuit gegaan dat de waterkwaliteit in de gebruikte gegevens (vanaf 1996) geen rol meer zou moeten spelen.
- Sterke wisselingen in klimaatomstandigheden over langere perioden. In bepaalde jaren bijvoorbeeld:
 - o Hete zomers. Hierdoor kunnen in oeverzones lage zuurstofgehalten voorkomen door hogere watertemperaturen. Ongunstig voor soorten met hoge zuurstofbehoefte. Extra uitvliegen van insectensoorten die bij warmer water een extra generatie per jaar kunnen hebben.
 - o Hogere afvoer in voorjaar: wegspoelen van macrofauna door hoge stroomsnelheden.
- Seizoensinvloeden: larven van insecten die hun broedsel in (de oeverzone van het) water afzetten vliegen vaak uit in juni/ juli

4. Veranderingen in en aan de rivier door de mens die niet in de scoretabel zijn verwerkt. Hieronder vallen o.a. peilbeheer (stuwen in de rivier), connectiviteit (mate van verbondenheid met andere wateren) en maaibeheer (hoewel deze factor enigszins in de scoretabel tot uitdrukking komt in de parameter "aangrenzend grondgebruik"). Deze aanpassingen kunnen op de volgende manieren van invloed zijn (CUR, 1999):

- Peilbeheer: macrofaunasoorten zijn vaak gebonden aan specifieke habitats. Voor het voortbestaan van de meeste soorten is het van belang dat de waterhuishouding een natuurlijk verloop heeft.
- Mate van connectiviteit: de trefkans op soorten afkomstig van een nabijgelegen water met specifieke soorten (niet voorkomend in de hoofdstroom) wordt verhoogd.
- Maaibeheer: van invloed op bijvoorbeeld libellensoorten. Oevervegetatie wordt door adulte mannetjes gebruikt als uitvalsbasis voor het vinden van een vrouwtje. Maaien in reproductieperiode is (vooral in juni) ongunstig. Daarmee ook voor voorkomen libellenlarven in waterbodem.

Verwacht wordt dat vooral de invloed van exoten door het veelvuldig voorkomen van kunstmatig verharde oevers veel gewicht in de schaal legt.

Alles bij elkaar genomen kunnen deze invloeden het zicht op daadwerkelijke samenhang tussen de oeverinrichting en het voorkomen van het aantal taxa behoorlijk verstoren. Een eenvoudige manier om een aantal mogelijk verstorende invloeden te achterhalen is de gegevens op te splitsen in gegevens per jaar, substraattipe, seizoen etc. en het verband na te gaan tussen opgesplitste deelgegevens en de OKI. Dit wordt behandeld in de volgende paragraaf.

4.4. Opsplitsten van gegevens en bespreking

Om een eventueel geldig verband tussen verscheidene deelgegevens na te gaan, is gekeken naar de samenhang tussen:

1. Gegevens per jaartal: bestaat er verschil in grootte van samenhang tussen monsters uit bepaalde jaren en de OKI?
2. Gegevens per substraat
3. Gegevens per seizoen
4. Gegevens per traject

Ad. 1. Door het opsplitsen in gegevens per jaar kan eventueel een verstorende invloed (op de samenhang) door bijvoorbeeld hoge temperaturen in de zomer of een lokale calamiteit in een bepaald jaar worden opgemerkt. Deze kan worden afgeleid uit een duidelijk afwijkende R^2 t.a.v. andere jaren.

De oprukkende exoten in de Maas in de genoemde periode kunnen echter ook van invloed zijn in dit geval. Exoten vinden met name via het Main-Donaukanaal en vervolgens de Rijn hun weg naar ons land. Vooral in de Rijn spelen de exoten een belangrijke rol. De diertjes bereiken echter ook de Maas via het Maas-Waalkanaal. Op meetlocatie Grave is bijvoorbeeld een duidelijke toename van het aandeel exoten in de levensgemeenschap waar te nemen.

Alleen in Borgharen (vlakbij de grens met België) spelen exoten nog geen rol van betekenis. (uit: <http://www.trendsinnwater.nl/>)

De invloed van exoten op het aantal voorkomende soorten heeft te maken met interspecifieke concurrentie. Bij een hoge dichtheid van een bepaalde (exotische) soort staat een groot deel van het beschikbare voedsel, habitatruimte etc. ter beschikking aan deze soort. Vooral soorten met een lage dichtheid komen hierdoor in een nog ongunstigere concurrentiepositie te zitten, waardoor de trefkans op deze soorten tijdens bemonsteringen minder wordt. Door een teruglopend gemiddeld aantal soorten over de jaren is de invloed van de oprukkende exoten wellicht zichtbaar.

Ad 2. Naast de invloed per substraattype wordt hier nagegaan of bijvoorbeeld onvoldoende samenhang tussen steen/kunstmatig substraatmonsters en de OKI het zicht op een geldige samenhang tussen grind/zand/slibmonsters en de OKI niet verstoort.

Ad. 3. Hetzelfde als bovenstaande geldt voor de seizoensperiode waarin het monster genomen is. Verschil in maand van monsternamen per jaar kan ook tot verstoringen leiden. In bepaalde jaren kan alleen in mei bemonsterd zijn of alleen in augustus/september.

Ad 4. Het ontbreken van samenhang in de gehele Maas hoeft niet te betekenen dat er geen samenhang is tussen de OKI en het aantal soorten in bepaalde trajecten van de Maas.

De samenhang tussen verschillende deelverzamelingen van gegevens en de OKI staat weergegeven in volgende tabellen. Geldige verbanden zijn **groen gemarkeerd**

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,0267	0,2287	0,2748	0,0007	0,0925
IN	0,0085	0,2726	0,1173	0,0549	0,1285
LB + LP	0,1692	0,0417	0,2994	0,0159	0,1505
LB + LP + LR	0,0295	0,0136	0,2555	0,0220	0,0255
RB + RP	0,0181	0,2631	- 0,1135*	0,0489	- 0,0313
RB + RP + RL	0,0309	0,2237	- 0,0046	<0,0000	0,0008
LR + RB + RP + RL	0,0161	0,1383	0,0246	0,0054	0,0037

Tabel 4.3a. : samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI

* “(-)” betekent: dalende lijn met oplopende score

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,0694	0,3110	0,5917	<0,0000	0,0001
IN	0,2225	0,2862	0,3533	- 0,0296	0,0152
LB + LP	0,1221	0,0398	0,2232	0,0022	0,0008
LB + LP + LR	0,1121	0,0900	0,2053	0,0153	0,0054
RB + RP	0,2147	0,2261	0,0000	0,0004	0,0283
RB + RP + RL	- 0,0497	0,1613	- 0,1200	0,0022	0,1011
LR + RB + RP + RL	0,0003	0,1360	0,0032	0,0020	0,0732

Tabel 4.3b. : samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI exclusief kunstmatig substraat

	Grind	kunst	slib	stenen	zand
Totaal	- 0,1951	0,2378	0,2015	0,0214	0,4663
IN	- 0,2924	0,2820	0,2709	0,0130	0,4633
LB + LP	- 0,0265	0,3027	- 0,6924	0,0058	0,3688
LB + LP + LR	- 0,0495	0,1341	0,1652	0,0008	0,3386
RB + RP	0,0066	0,0383	0,6750	0,0005	0,1762
RB + RP + RL	- 0,0423	0,1246	0,0368	0,0057	0,1634
LR + RB + RP + RL	- 0,0671	0,1357	0,0092	0,0006	0,2227

Tabel 4.4. : samenhang tussen taxa per substraattype en OKI.

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug-beg. sept *	aug/sept/ okt
Totaal	0,0476	0,1657	0,0083	0,0124	0,0069	0,0357
IN	0,0883	0,1244	- 0,0009	0,0006	- 0,0005	0,0052
LB + LP	0,0667	0,1372	0,0934	0,0666	0,1095	0,1056
LB + LP + LR	0,0271	0,1019	0,0106	0,0081	0,0228	0,0291
RB + RP	0,0031	- 0,0118	0,0094	0,0005	0,0161	0,0005
RB + RP + RL	0,0094	0,0043	- 0,0042	- 0,0030	- 0,0063	0,0002
LR + RB + RP + RL	0,0065	0,0242	- 0,0045	- 0,0038	- 0,0038	0,0006

Tabel 4.5a. : samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI: nagaan van seizoensinvloeden.

* periode van 20 augustus tot en met 5 september

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug/begin sept	aug/sept/ok t
Totaal	0,1127	0,1294	0,0220	0,0152	0,0912	0,0213
IN	0,1351	0,2029	0,0156	0,0131	0,0555	0,0164
LB + LP	0,0195	0,0544	0,0305	0,0181	0,0840	0,0201
LB + LP + LR	0,0255	0,1213	0,0435	0,0274	0,0785	0,0338
RB + RP	0,1572	0,0330	0,0243	0,0308	0,0546	0,0404
RB + RP + RL	0,0581	- 0,0082	- 0,0324	- 0,0285	- 0,0530	- 0,0086
LR + RB + RP + RL	0,0479	0,0218	- 0,0004	0,0006	<0,0000	- 0,0009

Tabel 4.5b. : samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI exclusief kunstmatig substraat

	Beneden maas	Bergsche Maas	Boven maas	Getijde maas	Grens maas	Noordelijke Maas	Plassen maas
Totaal	- 0,0215	0,1995	- 0,2802	0,0173	- 0,0211	0,0438	- 0,1532
IN	- 0,0421	0,3966	- 0,2317	0,2000	- 0,0371	0,0366	- 0,2346
LB + LP	0,0451	0,0351	- 0,0284	0,3636	- 0,0230	0,0112	- 0,0645
LB + LP + LR	- 0,0162	0,0689	- 0,0315	0,0000	- 0,0105	0,0000	- 0,1544
RB + RP	- 0,0751	0,1163	- 0,3152	0,0175	- 0,0250	0,0057	<0,0000
RB + RP + RL	0,0055	- 0,0021	- 0,0552	- 0,0909	- 0,0107	- 0,0022	0,0794
LR+RB+RP+RL	0,0430	0,0051	- 0,0851	- 0,1379	- 0,0216	- 0,0040	0,1495

Tabel 4.6: samenhang tussen monsters afkomstig uit deeltrajecten van de Maas en OKI

Indeling:

- *Bovenmaas: Van Eijsden tot Borgharen (stuwpand Borgharen)*
- *Grensmaas: Van Borgharen tot Ohe en Laak*
- *Plassenmaas: van Wessem tot Belfeld*
- *Noordelijke Maas: de Maas van Belfeld tot Heumen*
- *Benedenmaas: van Heumen tot Lith*
- *Getijdemaas: van Lith tot Hedel*
- *Bergsche Maas: Keizersveer-Drongelen (iets voorbij aftakking met Afgedamde Maas)*

Bij het opsplitsen van de data in gegevens per jaar, substraat etc. is slechts in twee gevallen een $R^2 > 0,5$ aangetroffen. Dit geldt voor:

- Het verband tussen alle taxa en OKI in het jaar 1998
- Taxa met stromingvoorkeur LB of LP in slib. Van slib zijn echter slechts weinig monsters beschikbaar en bovendien zijn slechts gegevens beschikbaar van 1 locatie (Keizersveer).

Hieruit is te concluderen dat er niet slechts enkele versturende invloeden zijn (zie begin van deze paragraaf) die het zicht op een daadwerkelijk geldige samenhang tussen OKI en aantal taxa (met een bepaalde stromingsvoorkeur) verstoren. Als dit wel het geval was, zou in meerdere jaren, substraattypen etc. een $R^2 > 0,5$ gevonden zijn.

Wel valt het volgende op:

- Ook voor het jaar 1997 wordt een duidelijk grotere R^2 aangetroffen in vergelijking tot het verband met gegevens uit alle bemonsteringsjaren, met name als naar het verband van de OKI met alle voorkomende taxa en met voor stroming indifferente soorten (IN) wordt gekeken.
- Opsplitsen naar substraattype geeft voor alle individuele substraattypen uitgezonderd stenen een duidelijk grotere R^2 te zien t.a.v. het verband met alle substraattypen tezamen. Dit geldt vooral voor zand en in minder mate voor kunstmatig substraat, grind en slib. Hierbij moet opgemerkt worden dat het vooral gaat om het verband van de OKI met alle voorkomende taxa en met voor stroming indifferente soorten (IN)
- Het verband tussen monsters genomen in augustus en de OKI geeft een grotere R^2 te zien t.a.v. monsters genomen in andere maanden m.b.t. alle voorkomende taxa.
- Bergsche Maas, Bovenmaas en Plassenmaas zijn trajecten waarin een hogere R^2 gevonden wordt ten aanzien van andere trajecten en alle trajecten tezamen. Het gaat hier vooral weer om het verband met alle voorkomende taxa en met voor stroming indifferente soorten (IN)
- Het niet betrekken van kunstmatig substraatmonsters in het nagaan van mogelijke verbanden tussen taxa en OKI lijkt niet altijd een gunstige invloed op de R^2 te hebben.

Dit zegt wel iets over een duidelijke invloed van o.a.:

- klimatologische/ milieuomstandigheden in een bepaald jaar
- seizoensinvloeden
- Aanpassingen op bepaalde riviertrajecten (verharde oevers, stuwen e.d.)

Of deze invloeden (en andere) ook daadwerkelijk een onderscheidende factor zijn, wordt in paragraaf 4.6. nagegaan door middel van een Mann-Whitney of T-toets. Het niet aantreffen van een geldige samenhang tussen de voorlopig opgestelde OKI en het aantal taxa wil echter niet zeggen dat er geen geldige samenhang is tussen de OKI en het aantal taxa. De parameterwaarden zijn tot nu toe voorlopig vastgesteld. Deze kunnen echter andere waarden hebben dan tot nu toe is aangenomen. Waarden die niet overeenkomen met de werkelijkheid

kunnen daardoor het zicht op een geldige samenhang verstoren. In de volgende paragraaf wordt nagegaan of door het aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI een geldige samenhang kan ontstaan tussen de OKI en het aantal taxa (met of zonder een bepaalde stromingsvoorkeur

4.5. Aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI.

De OKI-waarde wordt zoals bekend bepaald uit verschillende "losse" parameterwaarden. De optelsom van deze parameterwaarden is de OKI. Na het optellen van de parameterwaarden wordt de OKI uitgezet tegen het aantal taxa die in monsters aangetroffen zijn op de locatie/biotoop waar de OKI waarde betrekking op heeft. De correlatiecoëfficiënt R^2 geeft de mate van samenhang weer. Om snel te zien welke invloed verandering van een parameterwaarde op de samenhang heeft, zijn de volgende handelingen verricht binnen Excel:

- De parameterwaarde voor een bepaalde biotoop is direct gekoppeld aan een vaste tabel met parameterwaarden
- De OKI-score is direct gekoppeld aan het aantal taxa

Verandering van een parameterwaarde in de vaste tabel heeft zo direct verandering van de R^2 in de grafiek tot gevolg. De tabel met parameterwaarden wordt zo stelselmatig een aantal keer doorlopen totdat verandering van parameterwaarden geen verhoging van de R^2 meer tot gevolg heeft. Hierbij is aanvankelijk alleen gelet op verhoging van de R^2 en niet of de aangepaste parameterwaarden logisch op elkaar afgestemd zijn. De aanpassing van parameterwaarden is uitgevoerd voor:

- Reofiele taxa: aanpassing van R^2 in een grafiek waar alleen de reofiele taxa (LR + RB + RP + RL) zijn uitgezet tegen de OKI
- Totaal aantal taxa.

In onderstaande tabel is een weergave te zien van het resultaat.

		Voorlopige score	Reofiele taxa optimaal	Totaal aantal taxa optimaal	Waarde optimaal logisch
Diepte (monster)	>2 m	-1	10	4	4
	<2m	1	1	1	1
Stroomsnelheid	zwak stromend 0,05- 0,1 m/s)	-1	0	3	3
	stromend 0,1-0,5 m/s	1	1	5	5
	sterk stromend (>0,5 m/s)	2	-1	-2	-2
Taludhelling onder water	< 10 graden	3	9	4	4
	10-20 graden	2	4	2	2
	20-60 graden	1	3	2	2
Grondgebruik tot 50 m uit oever	Gras	-1	1	-2	-2
	Ruigte	1	2	2	2
Voorkomen waterplanten (% bedekking)	Geen	2	1	2	0
	weinig (<20%)	0	-2	-1	1
Voorkomen oeervegetatie	Geen	1	-2	-3	-3
	Sporadisch	-1	3	2	2
	Gordel	1	-1	-4	4
Scheepvaart	Afwezig	2	5	7	7
	Aanwezig	1	0	-1	-1
hard substraat	stenen >3 dm	-1	3	5	5
	stenen <3 dm	0	-1	4	5
	Grind	1	1	3	3
Sediment	Zand	2	0	0	0
	Slib	1	7	3	3
Kribben	niet aanwezig	-2	-2	1	1
	wel aanwezig	0	5	1	1

Tabel 4.7. "optimale" parameterwaarden.

Nadeel van de beschreven werkwijze is dat er tijdens het bijstellen van de parameters ook gecorrigeerd wordt voor fouten in de monsters. Bij gebruik van een groter aantal gegevens is de kans groter dat de verschillende afwijkingen ten opzichte van elkaar wegvallen. Dit wordt hieronder toegelicht. (<http://www.wynneconsult.com/root/HomePageKB012.htm#>)

De gebruikte gegevens uit de bemonsteringen kunnen worden beschouwd als een steekproef uit het totale aantal mogelijke monsters in de Maas. De standaardfout is een maat voor de spreiding van het steekproefgemiddelde* en is kleiner naarmate de steekproefomvang groter is. Zie onderstaande formule:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

* Een losse parameterwaarde in de tabel wordt beschouwd als steekproefgemiddelde.

Hierin is n gelijk aan het aantal monsters, is σ gelijk aan de (onbekende) standaarddeviatie van de gehele (oneindige) verzameling monsters uit de Maas en is $\sigma_{\bar{x}}$ gelijk aan de standaardfout van de steekproef. De standaardfout (en dus de spreiding) wordt kleiner naarmate het aantal monsters (n) groter wordt.

Het aantal gebruikte monsters is 165. Dit lijkt voldoende groot voor onderlinge uitdoving van uitschieters. Per te beoordelen biotoop speelt echter steeds een wisselende combinatie aan parameters een rol. Sommige parameters hebben slechts betrekking op enkele monsters (minder dan 5), waardoor de kans op “uitdoving” van afwijkingen kleiner is. Daardoor is er een grote kans dat de R^2 in feite wordt aangepast op afwijkingen. Dit komt tot uitdrukking in onlogische waarden in de scoretabel voor zowel reofiele taxa als voor alle voorkomende taxa.. De aangepaste tabellen en de bijbehorende correlatiecoëfficiënten worden hieronder verder besproken.

Resultaten reofiele taxa:

Voorbeelden van afwijkingen in de tabel voor reofiele taxa (zie tabel 4.7):

- “Sterk stromend” scoort negatief t.a.v. “zwak stromend” en “stromend” in een tabel die is toegespitst op het voorkomen van *reofiele* taxa
- Een situatie waarin waterplanten voorkomen is negatief m.b.t. het aantal taxa t.a.v. een situatie zonder waterplanten.
- Een gordel van oeverplanten scoort negatief t.a.v. een situatie met slechts enkele oeverplanten

De bijbehorende correlatiecoëfficiënten staan weergegeven in de onderstaande tabel.

	R ² reofiel	R ² reofiel exclusief kunstmatig substraat
Totaal aantal taxa	0,1865	0,0428
IN	0,1600	0,0056
LB + LP	0,0456	0,0015
LB + LP + LR	0,1116	0,0255
RB + RP	0,1183	0,0395
RB + RP + RL	0,1554	0,0782
LR + RB + RP + RL	0,2202	0,0975

Tabel 4.8: correlatiecoëfficiënten van aangepaste OKI met reofiele taxa.

De hoogst bereikte R^2 is 0,2202 (zie markering in tabel 4.8.) als de scoretabel wordt toegespitst op reofiele taxa. Ook voor taxa met andere stromingsvoorkeuren wordt onder de gegeven omstandigheden geen $R^2 > 0,50$ gevonden. Opsplitsing in gegevens (zie bijlage 4a)

geeft slechts in enkele gevallen een $R^2 > 0,50$ te zien. Dit geldt voor monsters genomen uit het traject “Plassenmaas”. Door de onlogische scoretabel is echter eerder sprake van een aanwijzing op mogelijke samenhang in plaats van echte samenhang..

Uiteindelijk conclusie na aanpassing van de scoretabel en opsplitsen van gegevens is dat de scoretabel niet werkt voor reofiele taxa in de Maas. Andere factoren als in de scoretabel vermeldt staan spelen waarschijnlijk een belangrijker rol in de Maas. Voor de beheerder betekent dit dat eerst uitgezocht zal moeten worden wat die belangrijker factoren zijn voordat eventuele herinrichtingsmaatregelen plaats gaan vinden

Hiernaast kan ook de waarneming en interpretatie van gegevens een rol hebben gespeeld

Resultaten alle taxa:

Voorbeelden van afwijkingen in de tabel voor *alle* taxa zijn (zie tabel 4.7):

- Positieve beoordeling van monster genomen op grotere diepte t.a.v. “ondiepe” monsters.
- Een situatie waarin waterplanten voorkomen is negatief m.b.t. het aantal taxa t.a.v. een situatie zonder waterplanten.
- Een gordel van oeverplanten scoort negatief t.a.v. een situatie met slechts enkele oeverplanten.

De bijbehorende correlatiecoëfficiënten staan weergegeven in onderstaande tabel.

	R² alle taxa	R² alle taxa excl. kunstm. substr.	R² alle taxa na aanpassing	R² alle taxa excl. kunstm. substr. na aanpassing
Totaal aantal taxa	0,3174	0,1836	0,2264	0,1204
IN	0,3803	0,2688	0,3200	0,2234
LB + LP	0,2554	0,1095	0,2172	0,0572
LB + LP + LR	0,2138	0,1241	0,1446	0,0656
RB + RP	0,0570	0,0203	0,0208	0,0070
RB + RP + RL	0,0483	<0,0000	0,0287	-0,0008
LR + RB + RP + RL	0,1109	0,0241	0,0613	0,0080

Tabel 4.9: correlatiecoëfficiënten van aangepaste OKI met alle taxa.

De hoogste R^2 (0,3803) geldt voor stromingsindifferentie soorten (IN). Over het geheel genomen is echter ook in dit geval geen geldige samenhang aangetroffen. Het zou echter mogelijk kunnen zijn dat door aanpassing van parameterwaarden in combinatie met het opsplitsen van gegevens toch bepaalde geldige verbanden zichtbaar kunnen worden (zie paragraaf 4.4.).

Hierbij zijn tevens “optimale” parameterwaarden aangepast tot meer logische waarden (zie tabel 4.7, meest rechtse kolom). Voornaamste aanpassingen zijn:

- Situatie met waterplanten wordt nu (iets) positiever beoordeeld als situatie zonder waterplanten
- Het voorkomen van een gordel/ strook oevervegetatie wordt nu positief beoordeeld t.a.v. een situatie waarin oeverplanten slechts sporadisch voorkomen of afwezig zijn
- Diepe monsters worden positiever beoordeeld dan ondiepe monsters (doordat de taxarijke kunstmatig substraat monsters diep genomen worden)

De hoogst bereikte R^2 na aanpassing is 0,3200 (zie markering in tabel 4.9.) als de scoretabel wordt geijkt op alle taxa en gelet wordt op het verband tussen indifferente soorten en de OKI. In bijlage 4b (voor aanpassen parameterwaarden) en 4c (na aanpassen parameterwaarden) zijn de correlatiecoëfficiënten te vinden van de verschillende deelverbanden na opsplitsing van gegevens.

Zowel voor als na aanpassing van parameterwaarden wordt slechts een $R^2 > 0,50$ gevonden in de volgende gevallen:

- Verband tussen indifferente soorten en OKI m.b.t. monsters genomen in het jaar 1998. Monsters genomen in het jaar 1997 en het jaar 2001 geven waarden te zien van respectievelijk 0,3902 en 0,4785.
- Verband tussen indifferente soorten en OKI in het traject Bergsche Maas

De slotconclusie moet dus wel zijn dat de opgestelde OKI niet is toe te passen op de Maas.

Er vallen echter wel een aantal zaken op uit de tabellen met correlatiecoëfficiënten die het vermelden waard zijn:

- Niet meetellen van monsters genomen van kunstmatig substraat leidt bij zowel de reofiele taxa als alle taxa tot een lagere R^2 . Dit valt op als gekeken wordt naar de verschillen in R^2 tussen de OKI en aantal taxa incl. kunstmatig substraat en OKI en aantal taxa excl. kunstmatig substraat wanneer de gegevens zijn opgesplitst naar bemonsteringsjaren en seizoenen. Monsters genomen van kunstmatig substraat lijken dus een positieve invloed te hebben op de samenhang, terwijl dit substraattypen oorspronkelijk niet op een locatie voorkomt. Het afstemmen van parameters op een zo gunstig mogelijke R^2 heeft echter plaatsgevonden met behulp van gegevens waarin ook de kunstmatig substraat monsters betrokken waren. Bij het afstemmen werd dus in feite ook al gecorrigeerd voor kunstmatig substraat. Daarom is niet zomaar eenduidig te zeggen dat kunstmatig substraat een positieve invloed heeft op de samenhang in plaats van een negatieve.
- Kunstmatig substraat heeft in de meeste gevallen de hoogste R^2 t.a.v. andere substraten.
- Monsters genomen in augustus en mei (reofiele taxa en alle taxa) en eind augustus/ begin september (reofiele taxa) hebben een grotere mate van samenhang met OKI dan monsters genomen in andere maanden/ seizoenen.
- Grensmaas, Noordelijke Maas en Plassenmaas hebben in het geval van afstemming van parameters op reofiele taxa over het algemeen een hogere R^2 t.a.v. andere trajecten, ook wanneer gelet wordt op groepen met andere stromingsvoorkeuren.
- Grensmaas, Noordelijke Maas en Plassenmaas hebben in het geval van afstemming van parameters op alle taxa over het algemeen een hogere R^2 t.a.v. andere trajecten

N.B. Als gegevens m.b.t. kunstmatig substraat niet in de afstemming van parameterwaarden betrokken worden (dus alleen steen, zand, grind en slib) is de maximale correlatiecoëfficiënt 0,2868 bij afstemming op *alle* taxa. Dit is lager dan met kunstmatig substraat ($R^2=0,3174$) voordat aanpassing tot logische waarden heeft plaatsgevonden. Hieruit valt te concluderen dat het niet betrekken van kunstmatig substraat in de nadere bepaling van parameters niet tot een verbetering in de samenhang leidt.

4.6. Statistische toetsing op onderscheid tussen parameters

Het ontbreken van samenhang tussen OKI en aantal taxa wil niet zeggen dat er geen aantoonbare factoren op het voorkomen van het aantal soorten macrofauna te onderscheiden zijn. Van ieder monster zijn (naast het aantal taxa) de volgende gegevens beschikbaar:

- bemonsteringsmethode
- substraat
- jaar/datum
- locatie

Dit maakt het mogelijk gegevens te rangschikken naar:

- bemonsteringsmethode
- substraattype
- jaar van bemonstering
- seizoen van het jaar waarin het monster is genomen
- plaats van bemonstering
- traject van bemonstering

Door eenvoudige statistische toetsen toe te passen op de gegevens is het mogelijk om te zien of bepaalde groepen van gegevens zich onderscheiden ten opzichte van elkaar. Op basis van bovengenoemde monsterkenmerken worden gegevens gerangschikt. De daarbij te onderscheiden groepen worden beschouwd als onafhankelijke steekproeven uit 2 populaties (beide populaties: alle mogelijke monsters uit de Maas). Er is van uitgegaan dat de monsters op voldoende afstand in ruimte en/of tijd van elkaar genomen zijn om als onafhankelijk van elkaar te kunnen worden beschouwd, dus dat deze geen invloed hebben op elkaar.

Het gemiddelde van het aantal taxa per groep wordt vergeleken met het gemiddelde van het aantal taxa voorkomend in de rest van de monsters*. Dit is gedaan m.b.v. een t-toets of een Mann-Whitney toets voor 2 onafhankelijke steekproeven. Er is gebruik gemaakt van het programma SPSS 12 bij het uitvoeren van deze toetsen en er is getoetst bij 95% betrouwbaarheid. Als uit de uitvoer van SPSS bleek dat de tweezijdige significantie bij toetsing kleiner was dan 0,10 (eenzijdige significantie = $0,05 \text{ maal } 2$) betekende dit dat de gemiddelden van beide groepen niet overeenkwamen.

*Mits er niet teveel groepen binnen een kenmerk vallen, kunnen ook de gemiddelden van losse groepen met elkaar worden vergeleken.

Beide steekproeven, van elkaar onderscheiden op basis van een bepaald kenmerk, zijn dan niet afkomstig uit identieke populaties. Een korte beschrijving van beide toetsen en wanneer welke toets is toegepast volgt.

T-Toets

De t-toets wordt vooral gebruikt om aan de hand van 2 steekproeven na te gaan of de gemiddelden van twee groepen aan elkaar gelijk zijn. De beide steekproeven worden onderscheiden op basis van een nominale of ordinale variabele. Bij de Student's t-toets luidt de nul-hypothese dat de beide populatiegemiddelden aan elkaar gelijk zijn ($\mu_1 = \mu_2$). De toets is gebaseerd op een aselechte steekproef en op de vooronderstelling dat de steekproevenverdeling normaal is verdeeld. Dit is het geval als de variabele in de populatie normaal is verdeeld of als *beide* steekproeven voldoende groot zijn (beide minstens 30 cases). Als niet aan een van deze vooronderstellingen is voldaan, kan een niet-parametrische toets worden uitgevoerd, bijvoorbeeld een *Mann-Whitney* toets (*De Vocht, 2000*). Alleen wanneer

sprake was van minimaal 30 monsters per groep is gebruik gemaakt van de T-toets. Voor het gros van de te onderscheiden groepen geldt dat niet aan deze voorwaarden wordt voldaan

Mann-Whitney toets

De Mann-Whitney toets vereist slechts een ordinale meetschaal. Met de Mann-Whitney toets wordt de nul-hypothese getoetst dat twee steekproeven afkomstig zijn uit identieke populaties, dus dat de verdelingen gelijk zijn. De cases (monsters) van beide steekproeven worden gecombineerd en daarna gerangordend. Vervolgens worden de rangscores voor iedere afzonderlijke steekproef gemiddeld en opgeteld. Als de steekproeven afkomstig zijn uit dezelfde populatie zullen de beide gesommeerde rangscores (ongeveer) even groot zijn (*De Vocht, 2000*)..

Van deze toets is gebruik gemaakt in alle gevallen dat geen sprake was van minimaal 30 monsters per groep. Op groepen < 30 monsters kan getoetst worden op normale verdeling. Wanneer deze niet aanwezig is kan een omzetting plaatsvinden, zodat alsnog de t-toets toegepast kan worden. Daar is hier door tijdsgebrek van af gezien.

Verder volgt nu een overzicht van de verschillende toetsingen en de uitkomsten. De uitkomsten zijn gerangschikt per kenmerk. Per kenmerk wordt toegelicht wat een aangetoond verschil tussen te onderscheiden groepen binnen dat kenmerk kan zeggen over de invloed van een bepaalde eigenschap.

Bemonsteringsmethode

Verschiedende bemonsteringmethoden worden toegepast, afhankelijk van substraattypen en diepte (zie ook hoofdstuk 2 paragraaf 2). Bij bemonstering in de Maas is per substraattypen onderscheid te maken in de volgende bemonsteringsmethoden:

Voor grind:

- Macrofauna handnet
- Werpkorf

Voor zand of slib:

- Macrofauna handnet
- Veenhapper

Voor stenen:

- Handmatige bemonstering
- Poliepgrijper

Mann-Whitney toetsen zijn uitgevoerd op de volgende te onderscheiden groepen:

- Grindmonsters: macrofauna handnet versus werpkorf
- Zandmonsters: macrofauna handnet versus veenhapper
- Stenen monsters: handmatig versus poliepgrijper

Een overzicht van de uitkomsten van deze toetsen is te vinden in de tabel 4.10:

	Methode	asyp. significantie (eenzijdig)	gemiddelde rangscore
grind	m.f. handnet	0,0075	7,81
	Werpkorf		15,44
zand	m.f. handnet	0,0005	18,14
	Van Veenhapper		8,40
steen	handmatig	0,185	15,50
	poliepgrijper		18,70

Tabel 4.10: Uitkomsten Mann-Whitney toets bemonsteringsmethoden Indien asymp. significantie eenzijdig $<0,05$ dan bestaat er verschil tussen de beide voor dat substraat te onderscheiden bemonsteringsmethoden.

In de tabel is te zien dat er een significant verschil is aangetroffen m.b.t. de bemonstering van grind en zand. Als in de middelste kolom (asyp. significantie eenzijdig) een waarde wordt aangetroffen $<0,05$, wordt met 95% betrouwbaarheid een verschil tussen de beide voor dat substraat te onderscheiden bemonsteringsmethoden aangetoond. De gemiddelde rangscore (niet te verwarren met het gemiddeld aantal taxa) zegt daarbij ook iets over de aard van dat verschil. De gemiddelde rangscore voor grind bemonsterd met een handnet bedraagt 7,81. De gemiddelde rangscore voor grind bemonsterd met behulp van een werpkorf bedraagt 15,44. Zo wordt met een betrouwbaarheid van meer dan 99% ($100\% - (0,0075 \cdot 100\%) = 99,25\%$) aangetoond dat bemonstering met behulp van een werpkorf een hoger aantal taxa “oplevert” dan bemonstering met behulp van een handnet.

Bemonsteringen met behulp van een handnet vinden altijd plaats in de ondiepe bodem (ondieper dan 1,50-2,0 m). Bemonsteringen met behulp van een werpkorf of van Veenhapper vinden met name in diepere bodem plaats (dieper als 2m), maar kunnen echter ook gebruikt zijn bij bemonsteringen van ondiepe bodems. Een significant verschil in aantallen taxa per bemonsteringsmethode per substraat kan dus iets zeggen over een verschil in aantallen taxa als gevolg van:

- de bemonsteringsmethode
- de diepte

In dat opzicht zijn de resultaten met betrekking tot grind en zand tegengesteld. Voor grind wordt in de diepe bodem gemiddeld een hoger aantal taxa gevonden, voor zand wordt in de diepe bodem gemiddeld een lager aantal taxa gevonden. Dit kan betekenen dat bemonsteringen met behulp van een handnet niet zo geschikt zijn voor ondiepe grindbodems, aangezien het niet logisch lijkt dat in ondiepe grindbodems een lager aantal taxa wordt gevonden als in diepe bodems. Dit klopt ook wel als gekeken wordt naar de wijze waarop de grindbodem met behulp van een handnet wordt bemonsterd. Ondiepe grindbodem handnet bemonstering gaat namelijk volgens de kick methode. Dat betekent dat er een net stroomafwaarts van een plek gezet wordt. Vervolgens wordt de plek met de voet omgewoeld. De zo losgekomen beesten drijven het net binnen. Het bemonsterd oppervlak is bij deze methode veel kleiner dan bij de werpkorfmethode. Hierbij wordt de werpkorf achter de boot aangesleept tot hij vol zit met grind. Vervolgens wordt dit grind stuk voor stuk afgeborsteld. Een groter monsteroppervlak betekent een grotere kans op meer taxa. Bovendien komen vastgehechte soorten (driehoeksmosselen, slakken bloedzuigers) wel in het werpkorfmonster en niet in het kickmonster terecht. De diepe bodem van de Grensmaas is bij laag water niet veel dieper dan de oeverzone, dus het verschil tussen diep en ondiep is vrijwel verwaarloosbaar behalve als er planten in de ondiepe zone staan. Het is dus logisch dat de ondiepe grindbodem handnet bemonstering minder soorten oplevert.

Substraattypen

De verschillende substraattypen zijn ten opzichte van elkaar getoetst met behulp van Mann-Whitney toetsen. De (asymptotische) eenzijdige significantie staat in onderstaande tabel weergegeven. Deze waarde moet kleiner zijn dan 0,05 om een verschil aan te tonen.

	grind	kunst	slib	steen
Grind				
Kunst	0,133			
Slib	0,255	0,331		
Steen	0,182	0,424	0,327	
Zand	0,038	0,093	0,358	0,150

Tabel 4.11: Uitkomsten Mann-Whitney toetsen onderlinge vergelijking substraattypen.

In de tabel is te zien dat alleen zand en grind significant van elkaar verschillen volgens de Mann-Whitney-toets. In grind wordt een gemiddeld aantal taxa aangetroffen van 29,80 ten opzichte van een gemiddeld aantal taxa van 25,04 in zand. Dit kan te maken hebben met het punt dat zand vaker op grotere diepte voorkomt. Factoren die het verschil in aantal voorkomende taxa per substraattypen kunnen verbergen zijn:

- De bemonsteringsdiepte: van grind, slib en zand zijn zowel diepe als ondiepe monsters genomen
- De bemonsteringsmethode.

Deze factoren lopen als het ware dwars door de verschillende substraattypen heen. Voor een goede vergelijking van monsters zouden monsters van verschillend substraat, maar met een zelfde bemonsteringsmethode en diepte vergeleken kunnen worden.

Jaar van bemonstering

Significante verschillen in monsters genomen in een bepaald jaar ten aanzien van monsters genomen in andere jaren kan duiden op sterke invloed van bijvoorbeeld:

- Droogte
- Warme zomer
- Veel neerslag
- Tijdelijk verslechterde waterkwaliteit als gevolg van een calamiteit

Monsters uit een bepaald jaar (tussen 1996 en 2003) zijn steeds vergeleken met het gemiddelde van de monsters genomen in de overige jaren. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

- alle monsters
- kunstmatig substraatmonsters
- Alle monsters exclusief kunstmatig substraatmonsters

Naast onderscheid per jaar zijn gemiddelden vergeleken van:

- monsters tot 2000
- monsters vanaf 2000

Het jaar 2000 is gekozen omdat het ongeveer halverwege de dataset ligt. Het wel of niet betrekken van kunstmatig substraatmonsters is gedaan vanwege het feit dat kunstmatig substraat oorspronkelijk niet op een locatie aanwezig is (zoals reeds vermeld in paragraaf 4.2) en het feit dat meer dan de helft van de monsters uit kunstmatig substraatmonsters bestaat. De talrijkheid van kunstmatig substraatmonsters wordt mede veroorzaakt doordat bij het toepassen van de toetsen ook monsters genomen op locatie Borgharen in de berekeningen zijn betrokken. De (talrijke) monsters genomen op locatie Borgharen bestaan slechts uit monsters

afkomstig van kunstmatig substraat. De gegevens m.b.t. deze locatie zijn niet bij het opstellen en toetsen van de scoretabel betrokken doordat de inrichting van deze locatie bij mij niet tot in detail bekend was.

De monsters zijn getoetst met behulp van de Mann-Whitney toets en de t-toets (als beide groepen $n > 30$). In de volgende tabellen wordt een overzicht gegeven van de gemiddelden van de jaartallen en de gevonden significanties. Vetgedrukte waarden zijn afkomstig van t-toetsen. In tabel 4.12a staat per cel steeds het gemiddelde van de overige jaartallen links en het gemiddelde van het jaartal in de rij rechts van het deelteken. De significanties in tabel 4.12b zijn eenzijdig.

	alle monsters	kunstmatig	exclusief kunstmatig
1996	27.71/ 27.62	27.84/ 28.43	27.48/ 26.81
1997	27.81/ 27.20	28.07/ 27.26	27.37/ 27.14
1998	27.83/ 26.43	28.23/ 25.36	27.23/ 28.11
1999	27.97/ 23.57	28.44/ 23.57	
2000	28.03/ 26.36	28.00/ 27.47	28.08/ 25.68
2001	27.07/ 32.38	27.35/ 31.94	26.65/ 33.22
2002	27.57/ 29.50	27.75/ 29.50	
2003	27.58/ 29.36	27.77/ 29.36	
tot 2000/ vanaf 2000	26.79/ 28.81	26.51/ 29.58	26.98/ 27.63

Tabel 4.12a: Gemiddelden van jaartallen t.o.v. het gemiddelde van de overige jaartallen.

	alle monsters	kunstmatig	exclusief kunstmatig
1996	0,477	0,306	0,405
1997	0,343	0,182	0,424
1998	0,265	0,097	0,350
1999	0,039	0,034	
2000	0,130	0,368	0,047
2001	0,029	0,277	0,012
2002	0,057	0,033	
2003	0,089	0,067	
tot 2000/ vanaf 2000	0,046	0,023	0,367

Tabel 4.12b: Uitkomsten statistische toetsen jaarmonsters. Waarde < 0,05 = verschil (eenzijdige significantie staat in de tabel)

Als gelet wordt op alle monsters (inclusief kunstmatig substraat), wijken de jaren 1999 en 2001 duidelijk af. In 1999 kwam een lager aantal taxa voor en in 2001 kwam een hoger aantal taxa voor ten opzichte van het gemiddelde aantal taxa in de monsters afkomstig uit de overige jaren. In 1999 zijn alleen kunstmatig substraatmonsters genomen

Als gelet wordt op alleen de kunstmatig substraatmonsters is te zien dat ook het jaar 2002 afwijkt van het gemiddelde aantal taxa in de monsters afkomstig uit de overige jaren. In 2002 kwam een hoger aantal taxa voor.

De jaren 2000 en 2001 wijken duidelijk af van andere jaren indien kunstmatig substraat niet wordt meegeteld. In het jaar 2000 was het gemiddelde aantal taxa lager en in 2001 was het gemiddelde aantal taxa hoger ten opzichte van het gemiddelde van de rest van de monsters.

Monsters genomen tot 2000 hebben gemiddeld een lager aantal taxa dan monsters genomen vanaf 2000 als gelet wordt op alle monsters. Dit verschil wordt echter vooral veroorzaakt door een hoger gemiddeld aantal taxa in kunstmatig substraatmonsters vanaf 2000.

Seizoen

Het seizoen waarin een monster is genomen kan een belangrijke invloed zijn op het aantal taxa, omdat er in het voorjaar een aantal soorten kunnen voorkomen (vooral larven van uitvliegende insecten) die er in het najaar niet meer voorkomen en andersom, exoten die in het voorjaar nog niet aanwezig zijn en in het najaar de levensgemeenschap bepalen.

Door middel van een T-toets zijn alle monsters die genomen zijn in het voorjaar (tot en met 31 mei) vergeleken met alle monsters die genomen zijn in het najaar (vanaf 20 augustus t/m oktober). Dit leidde tot een eenzijdige significantie van $0,016/2=0,008$ (bij ongelijke variantie), waarbij monsters genomen in het voorjaar een rekenkundig gemiddelde hebben van 30,86 ten opzicht van een gemiddelde van 27,35 voor najaarsmonsters. De uitkomst van de t-toets wijst dus op een significant verschil tussen voorjaars en najaarsmonsters.

Locaties

Of locaties duidelijk ten opzichte van elkaar te onderscheiden zijn is getoetst door de taxa-gegevens per locatie te vergelijken het gemiddelde van de rest van de locaties. Vetgedrukte locaties voldeden aan de voorwaarden voor een t-toets. Schuin gedrukte locaties zijn locaties waar erg weinig monsters van beschikbaar zijn. De kans op afwijkingen ten aanzien van het werkelijke gemiddelde is in deze gevallen (te) groot. In de tabel zijn eenzijdige significanties te vinden.

	Significantie	aantal monsters
Belfeld	0,002	12
Berg	0,051	6
Bergen	0,013	8
Borgharen	0,041	57
Drongelen	0,385	8
Eijsden	0,000	13
Elsloo	0,025	6
<i>Geulle</i>	0,193	3
Gewande	0,245	8
Grave (stuw)	0,003	54
<i>Grave</i>	0,006	4
<i>Grevenbicht</i>	0,016	5
Keizersveer	0,289	18
<i>Maasband</i>	0,263	5
Ohe	0,123	6
Ool	0,103	9

Tabel 4.13: Uitkomsten toetsen van locaties. Schuin gedrukte locaties zijn locaties waar erg weinig monsters van beschikbaar zijn. De kans op afwijkingen ten aanzien van het werkelijke gemiddelde is in deze gevallen (te) groot.

Uit de tabel blijkt dat de locaties Belfeld, Bergen, Borgharen, Eijsden, Elsloo, en Grave (stuw) duidelijk afwijken van het gemiddelde van de overige locaties bij elkaar (significantie $<0,05$). Als de locaties waar te weinig monsters van beschikbaar zijn niet worden meegerekend, betekent dit dat 6 van de 12 locaties afwijken ten aanzien van het gemiddelde van de overige locaties. Hierbij valt op te merken dat locaties die niet afwijken ook "toevallig" net een

gemiddelde kunnen hebben dat overeenkomt met dat van het gemiddelde van de overige locaties bij elkaar. Het gemiddelde van alle overige locaties bij elkaar kan er namelijk voor zorgen dat locatieverschillen in gemiddelde binnen deze grote groep worden uitgedoofd. Het was waarschijnlijk beter geweest om alle locaties ten opzichte van elkaar te toetsen. Omwille van de beschikbare tijd is hier echter vanaf gezien. De aangetroffen significanties wijzen mijns inziens echter voldoende op verschillen in aantallen taxa tussen de meeste locaties.

Trajecten

Binnen de Maas zijn een aantal trajecten te onderscheiden op grond van geomorfologische, hydrologische en landschapsecologische kenmerken. De trajecten zijn ontleend aan “Een stroom natuur” (Postma et al, 1996)

Om te zien of verschillen tussen deze trajecten tot duidelijke verschillen in aantallen taxa leiden, zijn alle trajecten onderling met elkaar vergeleken met behulp van de Mann-Whitney toets. Een overzicht van (1-zijdige) significanties is te vinden in de volgende tabel. De tabel is dusdanig opgezet dat als naar de onderste rij wordt gekeken, de trajecten elkaar van links naar rechts opvolgen naar stromingsrichting van de Maas.

	Boven maas	Grens maas	Plasse nmaas	Noord. Maas	Beneden maas	Getijd emaas	Bergsche Maas
Bovenmaas		0,007	0,000	0,010	0,000	0,045	0,000
Grensmaas	0,007		0,025	0,390	0,002	0,000	0,068
Plassenmaas	0,000	0,025		0,128	0,064	0,182	0,478
Noordelijke Maas	0,010	0,390	0,128		0,027	0,480	0,168
Benedenmaas	0,000	0,002	0,064	0,027		0,055	0,211
Getijdemaas	0,045	0,391	0,182	0,480	0,055		0,207
Bergsche Maas	0,000	0,068	0,478	0,168	0,211	0,207	

Tabel 4.13.: uitkomsten vergelijking van trajecten. Bij waarden $< 0,05$ verschil tussen trajecten

In de tabel is een aantal waarden $< 0,05$ te vinden. Veel trajecten komen dus niet met elkaar overeen in aantallen taxa. Dit betekent dat aanpassingen aan riviertrajecten een rol kunnen spelen. Het is echter belangrijk om hierbij de volgende zaken in de gaten te houden:

1. Hoeveel monsters maken deel uit van een traject?
2. Hoeveel locaties maken deel uit van een traject?
3. Welke substraattypen zijn bemonsterd binnen een traject?

Ad. 1. Bij weinig monsters is de kans groter dat het gemiddelde van de steekproef (aantal monsters genomen op een bepaald traject) sterk afwijkt van het daadwerkelijke gemiddelde.

Ad. 2. Omstandigheden op een locatie kunnen afwijken van de algemene situatie op het traject waar de locatie deel van uitmaakt. Als slechts enkele locaties deel uitmaken van een traject, betekent dit dat lokale afwijkingen een sterke invloed kunnen hebben op trajectgegevens. De meeste trajecten kennen slechts 1 of enkele locaties

Ad. 3. Bepaalde substraattypen binnen een traject kunnen weinig of niet aanwezig en dus bemonsterd zijn.

5. IJssel



Velp



De Steeg



Olst



Wijhe

5.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen

De bemonsterde locaties gelegen aan de IJssel zijn beoordeeld per bemonsterd substraattype volgens de opgestelde scoretabel voor rivieren. Alle locaties zijn door mijzelf beoordeeld. Er is gebruik gemaakt van gegevens vanaf 1995. In onderstaande tabel zijn de gevonden scores af te lezen.

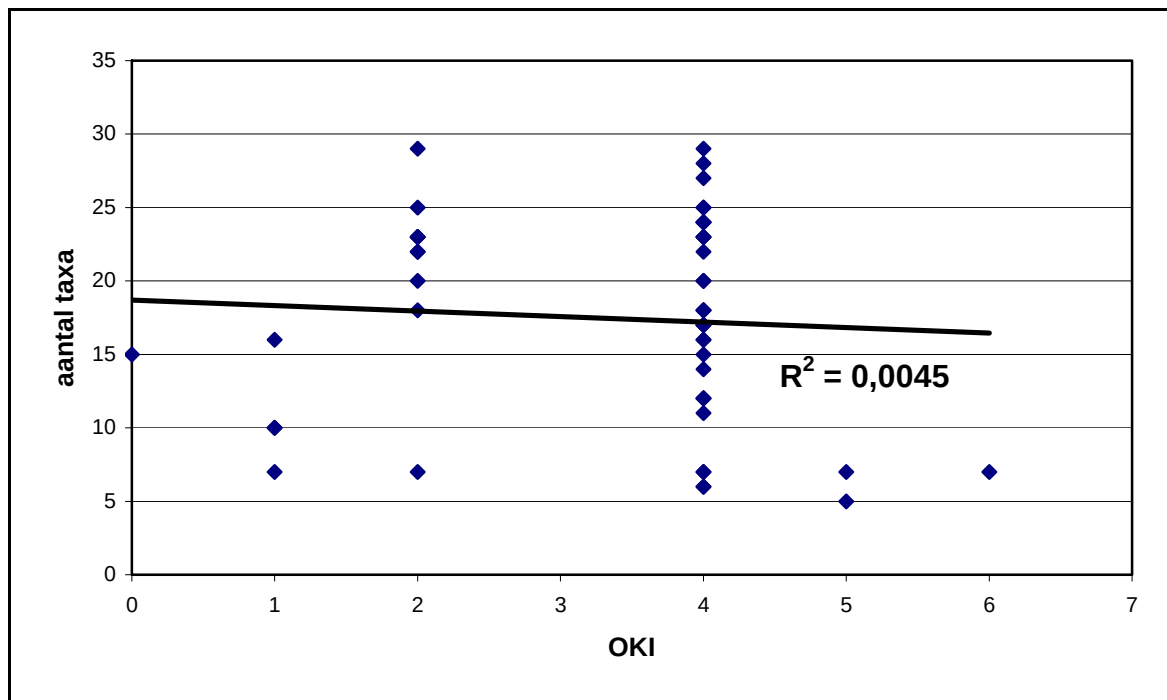
locatie	substraat	Score/ OKI	aantallen taxa van 1995-2003
Olst	Steen	4	25,30, 35,21,26,33,19,37, 24
Olst	Vegetatie	6	13
Olst	zand (diep)	0	20
Olst	Zand (ondiep)	4	9
Steeg	Steen	4	27, 33, 26,19,28,30,23,32,22
Steeg	zand (diep)	1	12, 22
Velp	grind (diep)	1	12
Velp	grind (ondiep)	5	11,8
Velp	Steen	4	28,19, 33, 36, 25, 30, 25, 21, 29, 17
Velp	zand (ondiep)	4	9, 12
Wijhe	Steen	2	26, 28, 32, 33, 25, 27, 41, 35, 28
Wijhe	Vegetatie	4	21, 9
Wijhe	zand (diep)	1	8
Wijhe	zand (ondiep)	2	8

Tabel 5. 1. : puntenscore en aantal taxa per substraattype op locatie

5.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index

Er is gebruik gemaakt van bemonsteringsgegevens vanaf 1995. Van de locaties met bijbehorende biotopen zijn vooral van het substraattype “steen” gegevens over meerdere jaren beschikbaar. Er is geen onderscheid gemaakt naar stromingsvoorkeur binnen de taxa. Redenen om hier van af te zien zijn het beperkte aantal soorten met een (sterke) voorkeur voor stromend water en de bevindingen met betrekking tot reofiele taxa in de Maas. Het verband tussen reofiele taxa en de OKI viel over het algemeen lager uit als het verband tussen *alle* taxa en de OKI.

Grafiek 6.1 geeft een beeld van de samenhang tussen de OKI en de aantallen taxa per monster.



Grafiek 5.1.: Verband tussen de OKI en het aantal taxa per monster

Zoals in bovenstaande grafiek is te zien, is er geen geldig verband tussen de voorlopige OKI en het aantal taxa in de IJssel. De trendlijn loopt zelfs af.

Opsplitsen van gegevens naar substraattypen, bemonsteringsjaar e.d. is nagelaten vanwege het beperkte aantal monsters en het feit dat de meeste monsters afkomstig van stenen zijn. Ook is afgezien van aanpassing van de parameterwaarden van de OKI om de volgende redenen:

- De zeer lage R^2
- De beperkte schaal waartussen de waarden variëren. Dit komt doordat de 4 locaties onderling slechts weinig verschillen, waardoor op de meeste parameters gelijk wordt gescoord. Ook de sterke aanwezigheid van monsters afkomstig van stenen speelt hierin een grote rol. In de grafiek is dit te zien aan een opeenstapeling van punten bij OKI waarde 2 en 4. Verandering van parameterwaarden verandert in dit geval slechts de hoogte van de score, niet de onderlinge verschillen in OKI-waarde tussen de verschillende habitats per locatie.

Conclusie is dan ook dat er voor de IJssel geen verband bestaat tussen de OKI en het aantal taxa. Indien echter gegevens van meer locaties/habitats in de IJssel bekend zouden zijn, zou een verband tussen een OKI en de IJssel nog eens nagegaan kunnen worden. Ook kunnen gegevens met betrekking tot de IJssel gebruikt worden bij het nagaan van een mogelijk verband tussen een OKI en het gehele Rijnsysteem (incl. alle overige deelsystemen als Lek, Nederrijn, Waal, Bovenrijn etc.) in Nederland. Ook kunnen monsterdata met betrekking tot aangetakte systemen zoals de Duursche Waarden of de Vreugderijker waard gebruikt worden bij het nagaan van een mogelijk verband met een OKI.

5.3. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens

Evenals in de Maas is ook voor de IJssel nagegaan of er aantoonbare factoren op het voorkomen van het aantal soorten macrofauna te onderscheiden zijn aan de hand van de beschikbare basisgegevens. Gebruikte toetsen zijn t-toets of Mann-Whitney toets indien niet

voldaan wordt aan voorwaarden voor het gebruiken van een t-toets (zie voor verdere informatie hoofdstuk 4 paragraaf 6). Er is getoetst bij 95% betrouwbaarheid.

Gegevens zijn opgesplitst naar:

- substraattypen
- jaar van bemonstering
- locatie
- seizoen

In de toetsing zijn gegevens van een vijfde locatie betrokken: Kampen. Van deze locatie was mij geen inrichting bekend, zodat deze gegevens niet in het toetsen van de OKI eerder in dit hoofdstuk betrokken zijn. Van de locatie Kampen zijn alleen kunstmatig substraatmonsters bekend.

Substraattypen

Er is nagegaan of er een verschil tussen het aantal taxa is aangetroffen in:

- Kunstmatig substraat en de overige monsters
- Zand en de overige monsters
- Steen en de overige monsters
- VB (vegetatiemonsters, bodem (grind* en zand)) versus SK (stenen en kunstmatig substraat).
- Steen en kunstmatig substraat

*Grind wordt meestal beschouwd als hard substraat. Het habitattypen grind wijkt echter af van dat van het grootste deel van de monsters in de IJssel (steen en kunstmatig substraat). Om deze reden zijn grindmonsters (slechts 3 in getal) samen met vegetatiemonsters en zandmonsters als 1 groep beschouwt.

Bevindingen zijn te vinden in de onderstaande tabel

	rekenkundig gemiddelde t.o.v. elkaar	T-toets (2-zijdig)	T-toets (1-zijdig)	Mann-Whitney (1- zijdig)
kunst/ rest	20.62/ 17.67	0,017	0,009	
zand/ rest	9.38/ 20.04			0,000
steen/rest	20.92/ 18.47	0,056	0,028	
VB/SK	9.07/ 20.73			0,000
kunst/ steen	20.92/ 20.62	0,781	0,391	

Tabel 5.2.: Onderlinge vergelijking substraattypen. Verschil tussen substraten bij waarden < 0,05 (Mann Whitney en t-toets 1-zijdig)

Uit de tabel is af te leiden dat:

- Kunstmatig substraat gemiddeld een hoger aantal taxa telt ten aanzien van de overige monsters
- Zandmonsters gemiddeld een lager aantal taxa kennen ten aanzien van de overige monsters
- Steen gemiddeld een hoger aantal taxa telt ten aanzien van de overige monsters
- Vegetatie/bodem gemiddeld een lager aantal taxa telt ten aanzien van stenen en kunstmatig substraat
- Kunstmatig substraat en steen gemiddeld gelijke aantallen taxa per monster tellen

De bemonsteringswijze kan een rol hebben gespeeld bij met name vegetatie en bodemonsters en een van de redenen zijn dat de aangetroffen taxa hier doorgaans lager uitvallen.

Jaar van bemonstering

Hier is nagegaan of er een verschil tussen het gemiddelde aantal taxa is aangetroffen in:

- Monsters genomen in de jaren 1995-2003 ten aanzien van de rest
- Monsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen vanaf 2000
- Monsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen vanaf 2000 van het substraattype steen en kunstmatig substraat. Monsters genomen van zand, grind en vegetatie hebben gemiddeld een lager aantal taxa ten aanzien van steen en kunstmatig substraat. De meeste van deze monsters zijn genomen voor 2000
- Monsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen vanaf 2000 van het substraattype steen
- Monsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen vanaf 2000 van het substraattype kunstmatig substraat.

De voornaamste reden dat 2000 is gekozen is het feit dat het de aantallen monsters redelijk verdeelt in gelijke groepen.

In de onderstaande tabel een overzicht:

	rekenkundig gemiddelde t.o.v. elkaar	Mann-Whitney (1- zijdig)	T-toets (2-zijdig)	T-toets (1-zijdig)
1995/rest	19.4/19.26	0,386		
1996/rest	20.10/19.20	0,336		
1997/rest	18.18/19.40	0,207		
1998/rest	17.82/19.44	0,132		
1999/rest	15.94/19.91	0,006		
2000/rest	17.79/19.49	0,248		
2001/rest	21.55/19.03	0,099		
2002/rest	24.45/18.71	0,001		
2003/rest	20.82/19.11	0,236		
tot2000/ van2000	18.08/20.94		0,019	0,010
tot2000/ van2000 steenkunst	20.00/21.60		0,133	0,067
tot2000/ van2000 kunst	19.30/22.18		0,041	0,021
tot2000/ van2000 steen	21.16/20.65	0,798		

Tabel 5.3: onderlinge vergelijking verschillende bemonsteringsjaren. Verschil tussen groepen bij waarden **<0,05** (Mann Whitney en t-toets 1-zijdig)

Uit de tabel is te zien dat:

- In de jaren 1999 en 2002 respectievelijk gemiddeld minder en gemiddeld meer taxa zijn aangetroffen.
- Monsters genomen voor 2000 gemiddeld een lager aantal taxa kennen ten opzichte van monsters genomen na 2000.
- Dit verschil vooral veroorzaakt wordt door het verschil in kunstmatig substraatmonsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen na 2000 (zie één na laatste rij in de tabel).

Toelichting:

In 1999 zijn naar verhouding veel monsters van zand, grind en vegetatie genomen. Deze hebben zoals inmiddels bekend een gemiddeld lager aantal taxa. Dit was in 2002 niet het geval. De redenen voor de gevonden afwijking in dit jaar kunnen te maken hebben met een afwijking van een bepaalde locatie die toevallig als enige locatie is bemonsterd dat jaar. Dat is echter niet het geval, dus zou de afwijking kunnen wijzen op afwijkende klimatologische/milieuomstandigheden in dat jaar. Op de bemonsteringslijsten van 2002 van de IJssel voor monsters afkomstig van stenen en kunstmatig substraat staan echter geen vermeldingen van afwijkende waterstanden of weertypes vermeld. Bovendien zijn de stenen op de normale tijd bemonsterd. De redenen voor de afwijking zijn dus onbekend, hoewel misschien een afwijkende watertemperatuur één van de redenen zou kunnen zijn.

De afwijking van monsters genomen voor 2000 ten opzichte van monsters genomen na 2000 wordt veroorzaakt door o.a.:

- Meer zand/grind/vegetatiemonsters genomen voor 2000
- Verschil in gemiddeld aantal taxa van kunstmatig substraat monsters genomen voor 2000 ten opzichte van kunstmatig substraat monsters genomen na 2000.

Bij monsters genomen van steen (dat zich op 4 van de 5 locaties bevindt) wordt geen afwijking gevonden. Kunstmatig substraat bevindt zich slechts op 1 locatie (Kampen), dus het gevonden verschil kan zijn oorzaak hebben in veranderde lokale omstandigheden.

Locatie

In de tabellen staan de resultaten van de onderlinge vergelijkingen van locatiegemiddelden.

	Kampen	Olst	Steeg	Velp	Wijhe
Kampen		0,215	0,149	0,015	0,407
Olst	0,215		0,500	0,214	0,490
Steeg	0,149	0,500		0,207	0,367
Velp	0,015	0,214	0,207		0,147
Wijhe	0,407	0,490	0,367	0,147	

Tabel 5.4. : onderlinge vergelijking locaties. Verschil tussen locaties bij waarden $<0,05$

Alleen tussen de locaties Kampen en Velp is een significant verschil aangetroffen in aantallen taxa.

Seizoen

Door middel van een T-toets zijn alle monsters die genomen zijn in het voorjaar (tot en met 31 mei) vergeleken met alle monsters die genomen zijn in het najaar (vanaf 20 augustus t/m oktober). Deze vergelijking is tweemaal uitgevoerd:

- voor alle substraatmonsters
- voor alleen de kunstmatig substraatmonsters

De kunstmatig substraatmonsters zijn ieder jaar bemonsterd vanaf maart-april tot en met oktober. Overige substraten zijn vooral in het najaar bemonsterd, waardoor de invloed van kunstmatig substraat in het voorjaar naar verhouding groter is als voorjaars en najaarsmonsters worden vergeleken. De vergelijking tussen voorjaars- en najaarsmonsters is daarom ook exclusief voor kunstmatig substraatmonsters gemaakt.

Er is gebruik gemaakt van een T-toets. Voorafgaand hieraan is met behulp van SPSS een Kolmogorov-Schmirnov toets uitgevoerd op de groepen voorjaars- en najaarsmonsters binnen de groepen “alle substraten” en “kunstmatig substraat”. Een Kolmogorov-Schmirnov test wordt

gebruikt om te testen of de groep normaal is verdeeld. Bij een grotere significantie als 0,05 blijft de nulhypothese gehandhaafd dat de groep normaal is verdeeld. Dat is ook hier het geval. (zie tabel 5.5.)

	Kolmogorov-Smirnov-toets (voorjaar)	Kolmogorov-Smirnov-toets (najaar)	t-toets (2 zijdig)	t-toets (1 zijdig)	gem. voorjaar/najaar
alle substraten	0,997	0,761	0,172	0,086	20.15/17.86
kunstmatig substraat	0,974	0,742	0,020	0,010	21.72/17.41

Tabel 5.5.: Vergelijking monsters voorjaar-najaar; $KS > 0,05$ = normaal verdeeld; waarden t-toets (1-zijdig) $< 0,05$ = verschil

Uit de tabel blijkt dat voorjaarsmonsters van kunstmatig substraat een gemiddeld hoger aantal taxa hebben dan najaarsmonsters.

6. Waal



Gameren, hoofdgeul



Gameren, nevengeul

6.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen

In dit hoofdstuk wordt o.a. het verband nagegaan tussen de OKI en de aangetroffen aantallen taxa in monsters afkomstig uit de nevengeulen langs de Waal in de Gamerensche waard. Er is gebruikt gemaakt van gegevens vanaf het jaar 1998 tot en met 2002.

Het verschil met de Maas en de IJssel is dat in dit hoofdstuk vooral gegevens m.b.t. nevengeulen zijn betrokken. In de Maas en de IJssel zijn alleen gegevens gebruikt van de hoofdstroom. De nevengeulen in de Gamerensche waard onderscheiden zich van de hoofdstroom door o.a.:

- ontbreken van scheepvaart
- grotere variatie aan substraattypen voor macrofauna. Hier en daar hout, vegetatie. Bovendien zijn kleibanken te vinden langs de oevers (nevengeulen zijn gegraven in kleihoudende bodem)
- onregelmatiger dwarsprofiel door obstakels als boomstammen e.d.

Door het ontbreken van scheepvaart zullen zich sneller waterplantenvegetaties ontwikkelen. Bovendien hoeft de geul niet uitgediept te worden voor scheepvaart. Het onregelmatiger dwarsprofiel heeft tot gevolg dat er een grotere variatie is aan stroomsnelheden in de nevengeul. Dit maakt een grotere variatie aan sediment/substraat mogelijk (denk aan zand/ slibbig zand/ zandig slib/ slib). Het zal dus duidelijk zijn dat de omstandigheden in een nevengeul gunstig zijn voor het voorkomen van het aantal soorten macrofauna dat kan worden aangetroffen in een monster. Uit onderzoek blijkt dat de diversiteit in de nevengeulen aan soorten beduidend groter is dan in de kribvakken van de hoofdstroom. Bovendien blijken de langzaam stromende delen van de nevengeulen significant minder exoten te bevatten dan de hoofdstroom. De grotere habitatdiversiteit in de nevengeulen en de geringe aanwezigheid van het substraattype “stenen” lijkt hier een rol in te spelen (*Jans et al, 2004*).

Doordat naast gegevens uit de nevengeulen ook monstergegevens met betrekking tot de hoofdstroom (tabel 6.1: deelgebied kribvak) gebruikt zijn, is er een nog grotere variatie aan oeverinrichtingen en bijbehorende aantallen taxa. Dit geeft een grotere kans op het vinden van een geldige samenhang tussen de OKI en het aantal taxa door een grotere variatie aan (combinaties van) parameters. Hierdoor is ook preciezere afstemming op juiste parameterwaarden mogelijk. Voorwaarde is wel dat er ook daadwerkelijk samenhang bestaat tussen het aantal taxa in de Waal nabij Gameren en de oeverinrichting. Dat er samenhang bestaat tussen de soortenrijkdom in relatie tot de fysische habitatkwaliteit en de chemische bodemkwaliteit is al onderzocht. Hieruit bleek dat er een geldig verband bestaat tussen de soortenrijkdom en deze factoren, waarbij de habitatkwaliteit een grotere rol speelt dan de chemische verontreinigingsgraad van de bodem (*Jans et al, 2004*)

Bemonsterde locaties gelegen aan de Waal zijn beoordeeld per bemonsterd substraattype volgens de opgestelde scoretabel. Alle gegevens zijn bewerkt en alle locaties zijn beoordeeld door Marianne Greijdanus. In tabel 6.1. zijn de gevonden scores af te lezen.

Loc.	Deelgebied	Substr_combi	Score	n taxa	Lokatie	Deelgebied	Substr_combi	score	n taxa
G15	Grote Geul	slib	0	22	S8	Grote Geul	vegetatie	5	13
G15B	Grote Geul	slibbig zand	3	18, 28, 34	K1B	Kribvak	grof zand	3	5, 6, 10, 8
G15B	Grote Geul	zandig slib	3	29, 21	K1B	Kribvak	slibbig zand	4	13, 11
G15Bmeng10	Grote Geul	slibbig zand	3	41	K1S	Kribvak	stenen	2	13, 11, 13, 10, 21
G15Z 2V2	Grote Geul	zandig	3	23	K2B	Kribvak	grof zand	1	12, 12, 7, 10
G19	Grote Geul	zand	2	5	K2B	Kribvak	slibbig zand	2	13
G19B	Grote Geul	slib	-1	21, 17, 11	K2B	Kribvak	zandig slib	2	25
G19B	Grote Geul	slibbig zand	3	19	K2S	Kribvak	stenen	0	18, 10, 24, 8, 17
G19B	Grote Geul	zandig slib	3	18	O2	Oostgeul	slib	3	28
G19Bmeng	Grote Geul	slib	-1	30	O3	Oostgeul	grof zand	6	13
G25	Grote Geul	zand	5	10	O3 1/2M	Oostgeul	slibbig zand	7	14
G25B	Grote Geul	grof zand	5	13, 15, 31	O3ZBE	Oostgeul	grof zand	6	21, 21
G25B	Grote Geul	slibbig zand	6	30, 28	O3ZBE	Oostgeul	slibbig zand	7	25
G25Bmeng	Grote Geul	slibbig zand	6	36	O3ZBEmeng10	Oostgeul	slib	3	14
G33B	Grote Geul	grof zand	1	15	O5Z	Oostgeul	slibbig zand	8	18
G33B	Grote Geul	slibbig zand	2	20, 19, 15, 22	O5Z	Oostgeul	vegetatie + slibbig zand	9	46
G33B	Grote Geul	zandig slib	2	30	O5ZBE	Oostgeul	slib	4	33
G33Bmeng10	Grote Geul	grof zand	1	9	O5ZBE	Oostgeul	slibbig zand	8	21, 36, 33, 41
G3Z	Grote Geul	klei/fijnzand/slib	4	33	O5ZBEmeng10	Oostgeul	zandig slib	8	47
G5,5 hout	Grote Geul	hout	8	14, 23	O5ZHN	Oostgeul	plant +slibbig zand	9	32
G5,5HN	Grote Geul	hout	9	16	O5ZHN	Oostgeul	slibbig zand	8	37, 45
G5,5HN	Grote Geul	vegetatie	8	34	O5ZHN	Oostgeul	vegetatie + bodem	9	40, 37, 55
G5,5HN	Grote Geul	wilgenwortel + blad +bodem	9	31	W1	Westgeul	oever	5	19
G5,5HN	Grote Geul	zandmonster in geul	6	23	W1	Westgeul	stenen	5	17, 15
G5,5HN	Grote Geul	vegetatie + fijn zand	9	19, 39	W1S	Westgeul	stenen	5	23, 27, 25, 19, 21
G6	Grote Geul	vegetatie + slib	7	25	W2	Westgeul	kleibank	3	17, 24, 26, 12, 24, 23, 17
G6B	Grote Geul	slib	2	19	W2NBE	Westgeul	fijn zand	3	14
G6B	Grote Geul	zand	5	27	W2NBE	Westgeul	grof zand	3	12, 23
G6B	Grote Geul	zandig slib	6	21, 17	W2NBE	Westgeul	slibbig zand	4	14, 20, 31
G6Bmeng10	Grote Geul	slibbig zand	6	34	W3	Westgeul	slib	1	27, 20
G6H	Grote Geul	hout	7	20	W3Z	Westgeul	grof zand	4	11
GbrugZ	Grote Geul	klei/zand/puin	4	21	W3Z	Westgeul	slib	4	19
S1	Grote Geul	slib	4	25	W3Z	Westgeul	stenen	5	19
S2	Grote Geul	zandig slib	7	20	W4	Westgeul	slibbig zand	6	22
S3, S4	Grote Geul	vegetatie	9	37	W4N	Westgeul	slibbig zand	4	26
S4	Grote Geul	hout	8	14	W4NBE	Westgeul	grof zand	3	11, 15, 6, 8, 13, 12
S6	Grote Geul	hout	8	16	W6	Westgeul	zandig slib	-1	12
S6H	Grote Geul	hout	8	22, 11, 11	W7M	Westgeul	zand	-1	10
S6S	Grote Geul	stenen	6	5,23	W7Z	Westgeul	zand/klei	2	12

Tabel 6.1.:aantal taxa en OKI score per monster

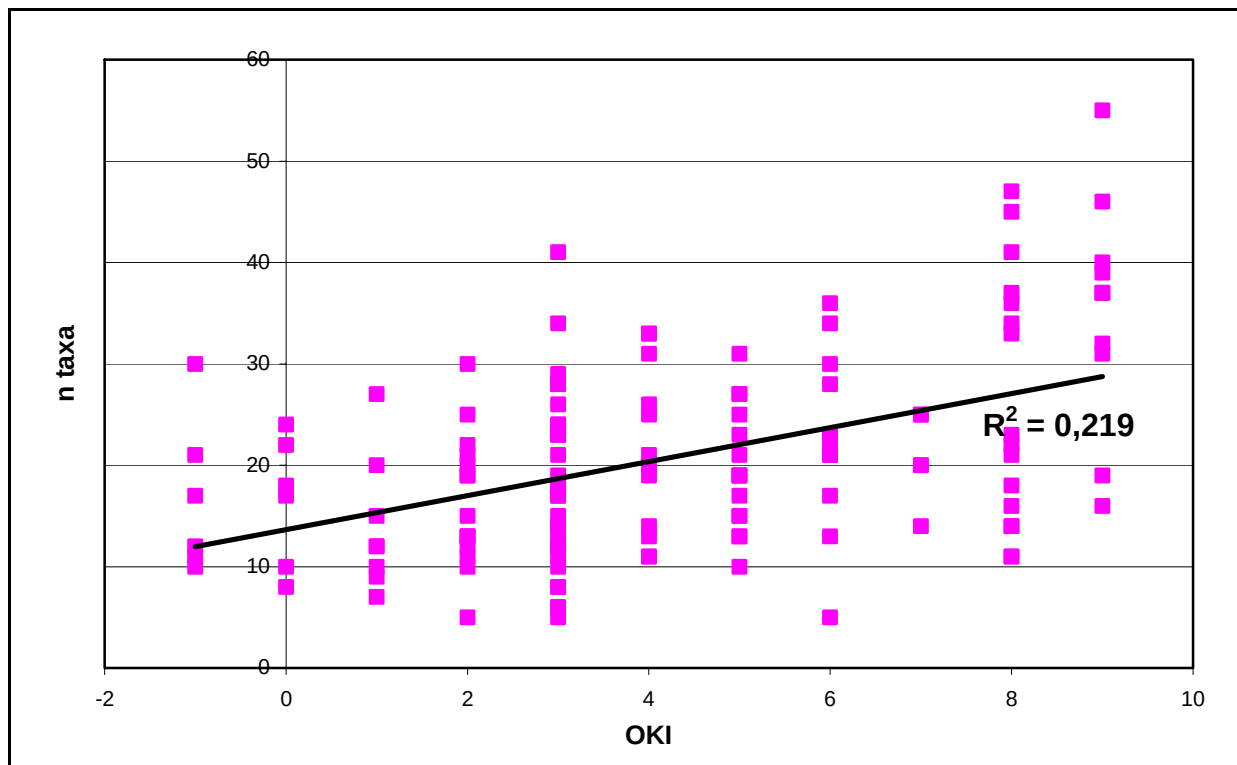
6.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index

Van de meeste locaties met bijbehorende biotopen zijn bemonsteringsgegevens over meerdere jaren beschikbaar. In Excel is het aantal aangetroffen taxa per monster uitgezet tegen de OKI (zie ook tabel 6.1). Er is ook hier geen onderscheid gemaakt naar stromingsvoorkeur binnen de taxa. Redenen om hier van af te zien waren:

- De beschikbare tijd

- De bevindingen wat betreft de samenhang tussen reofiele taxa in de Maas in relatie tot de OKI
- De grotere variatie in stroomsnelheden in nevengeulen ten opzichte van de hoofdstroom. In de nevengeul bevinden zich zowel langzaam stromende/stilstaande delen als sneller stromende delen. Dit betekent dat het waarschijnlijker is dat soorten van alle mogelijke stromingsvoorkeuren aanwezig zijn.

Een beeld van de samenhang tussen de voorlopige OKI en de soortenrijkdom is te zien in grafiek 6.1.



Grafiek 6.1.: samenhang tussen OKI en aantal taxa

De conclusie is dat geen geldige samenhang bestaat tussen de voorlopige OKI en de soortenrijkdom aan macrofauna.

6.3. Aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI

De aangepaste parameterwaarden zijn te vinden in de volgende tabel (tabel 6.2.). Voor een beschrijving van de methode van aanpassen, zie hoofdstuk 4, paragraaf 5.

Factor	optie	voorlopige score	ideale score	aangepaste ideale score
Diepte (monster)	>2 m	-1	-1	-1
	<2m	1	1	1
Stroomsnelheid	stilstaand (< 0,05 m/s)	-2	-8	-8
	zwak stromend 0,05- 0,1 m/s)	-1	2	2
	stromend 0,1-0,5 m/s	1	4	4
	sterk stromend (>0,5 m/s)	2	2	2
Taludhelling onder water	10-20 graden	2	5	5
	20-60 graden	1	-1	2
	>60 graden	0	1	1
Grondgebruik tot 50 m uit oever	gras	-1	2	1
	ruigte	1	5	3

	ooibos	2	0	3
Voorkomen waterplanten (% bedekking)	geen	0	-17	-17
	weinig (<20%)	1	1	1
Voorkomen oevervegetatie	geen	-1		10
Scheepvaart	afwezig	1	7	7
	aanwezig	-1	1	1
hard substraat	stenen <3 dm	1	-1	-1
	grind	2	-7	-7
	kleibank	1	4	4
Sediment	zand	1	-10	-10
	slibbig zand/ zandig slib	2	4	4
	slib	-2	-2	0
organische stof	> 2 %	3	3	3
Kribben	niet aanwezig	0	3	3
	wel aanwezig	-1	-1	-1

Tabel 6.2.: aangepaste parameterwaarden

Toelichting ideale score:

Per parameter vallen de volgende dingen op:

1. De stroomsnelheid: stilstaand water scoort sterk negatief ten opzichte van de andere opties. Sterk stromend water blijkt negatiever te scoren dan stromend water
2. Taludhelling: een helling van 20-60 graden scoort negatiever dan een helling >60 graden
3. Grondgebruik: Het voorkomen van een ooibos in de buurt van de oever scoort negatief ten opzichte van gras en ruigte
4. Waterplanten: “geen waterplanten” scoort sterk negatief
5. Scheepvaart: Afwezigheid van scheepvaart scoort positief ten opzichte van aanwezigheid van scheepvaart
6. Hard substraat: grind scoort negatief, zand scoort sterk negatief, slib scoort tegen de verwachting in licht negatief
7. Kribben: “kribben aanwezig” scoort licht negatief

Hoewel onderlinge parameters sterk afhankelijk zijn, waardoor relaties tussen afzonderlijke factoren en macrofauna moeilijk aan te tonen zijn, is er wel iets te zeggen over de aanpassingen.

Ad 1. De negatieve score van stilstaand water kan te maken hebben met het voorkomen van slib op deze plaatsen. Hoewel slib meestal een relatief grotere soortenrijkdom kent als de meeste andere substraattypen, kan er sprake zijn van sterk verontreinigd rivierslib. Dit kan een sterk negatieve invloed op de soortenrijkdom hebben ((Jans et al, 2004). Er is echter slechts sprake van 1 monster dat als “stilstaand” is beoordeeld. Een te grote kans op een toevallige afwijking dus in dit geval. Sterk stromend water (>0,5 m/s) scoort negatief tegenover stromend water (0,1-0,5 m/s). Sterk stromend water wordt in 3 van de 4 deelgebieden aangetroffen (behalve in de Oostgeul). Stromend water zou als een overgangssituatie gezien kunnen worden tussen sterk stromend water en stilstaand/ zwakstromend water. Hoewel meer soorten tegen de grenzen van hun tolerantie voor stroming leven is de soortenrijkdom groter in overgangszones ten aanzien van hydraulische stress (Higler et al, 1986). Ook de aanwezigheid van exoten kan een rol spelen (vaak voorkomend op hard substraat in stromend water). Op lang niet alle plaatsen met sterk stromend water wordt echter hard substraat aangetroffen.

Ad 2. Een negatieve score voor een taludhelling van 20-60 graden kan te maken hebben met het relatief veel voorkomende substraattype zand binnen deze taludklasse. Zand is meestal redelijk soortenarm en scoort sterk negatief in de aangepaste scoretabel.

Ad 3. Voor de negatieve score voor ooibos ten aanzien van gras en ruigte is niet echt een verklaring te vinden

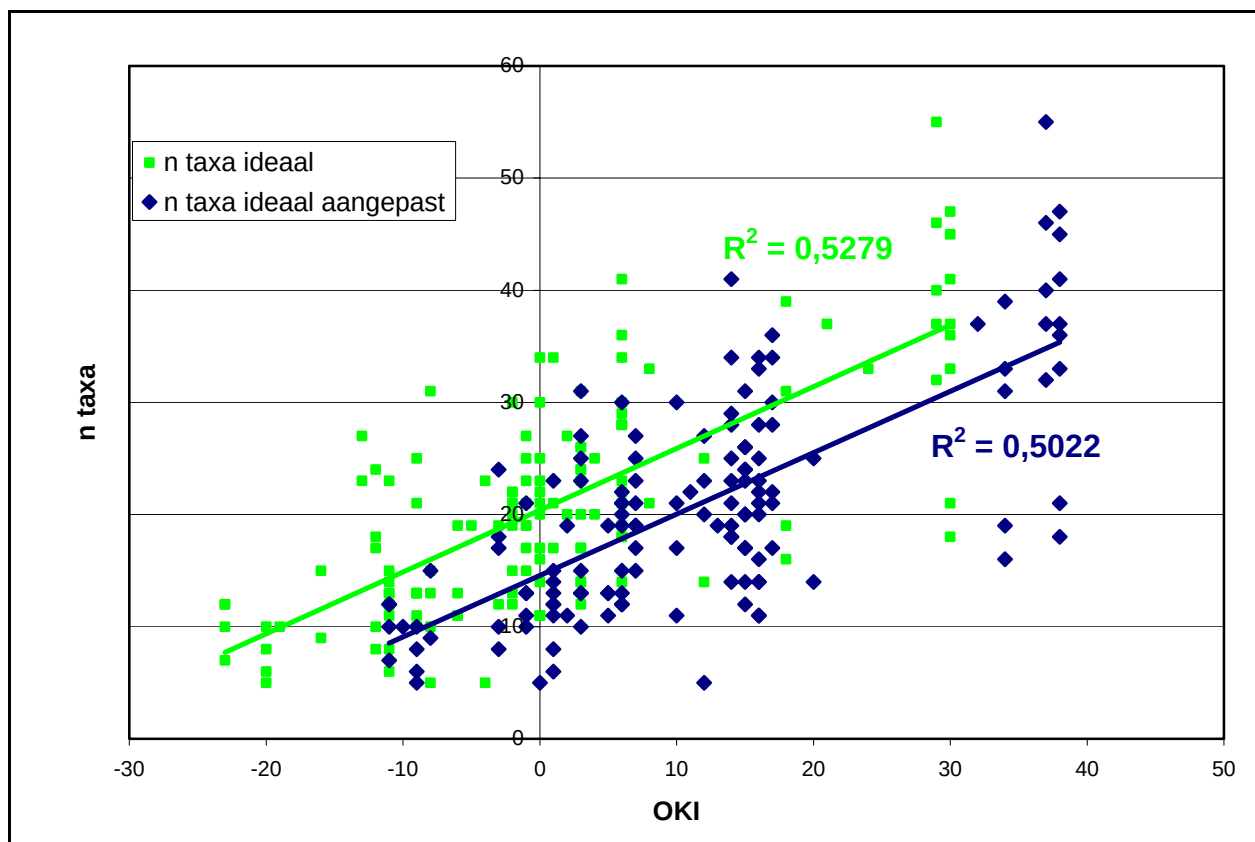
Ad 4. De sterk negatieve score voor “geen waterplanten” kan te maken met het punt dat monsters genomen van waterplanten vaak erg soortenrijk zijn. Er zijn echter niet veel monsters van waterplanten genomen. De invloed van waterplanten zal daarom waarschijnlijk vooral indirect sterk doorwerken op het voorkomen van het aantal taxa door het bieden van schuilmogelijkheden en het verbeteren van de voedselbeschikbaarheid voor macrofauna.

Ad 5. Dat aanwezigheid van scheepvaart negatief scoort blijkt al eerder uit de aanpassing van parameterwaarden m.b.t. de Maas en komt overeen met de verwachting (zie hoofdstuk 2 paragraaf 4).

Ad 6. De negatieve score van grind kan te maken hebben met de dynamiek van het water op de plek waar het grindmonster genomen is (uitstroom Westgeul). De negatieve score van zand kan o.a. te maken hebben met de lage voedselbeschikbaarheid in dit substraattype. De licht negatieve score voor slib kan te maken hebben met verontreiniging van de slibbodem of met de grote diepte waarop dit slib bemonsterd is (G19) (Jans *et al*, 2004)..

Ad 7. Dat aanwezigheid van kribben licht negatief scoren komt aardig overeen met de verwachting.

De grootte van de samenhang tussen de aangepaste OKI en het aantal taxa wordt weergegeven in de volgende grafiek.



Grafiek 6.2.: verband tussen aangepaste scoretabel en aantal taxa

In de grafiek is te zien dat er een geldige samenhang bestaat tussen de “ideale” OKI en het aantal soorten. De grootte van de correlatiecoëfficiënt is 0,5279. Op bepaalde punten is de scoretabel echter niet logisch. Om niet teveel aan te passen voor “toevallige” afwijkingen in de monsters (zie paragraaf 4.5.) zijn daarom nog wat aanpassingen gedaan.

De volgende parameters zijn aangepast (zie ook tabel 6.2):

- De taludhelling van 20-60 graden is zodanig aangepast dat deze niet negatiever scoort als een steilere taludhelling.
- De parameters voor grondgebruik zijn zodanig aangepast dat gras lager scoort als ruigte en ooibos, maar dat ooibos in ieder geval gelijk scoort aan ruigte. Het is namelijk niet logisch dat ooibos negatief scoort ten aanzien van de rest
- Slib heeft een score van 0 gekregen, hoewel eigenlijk nog een hogere score voor slib zou moeten gelden. Er is echter rekening gehouden met de grootte van de R^2 .
- (“Geen oeverplanten aanwezig” heeft een score van 10 gekregen. Oeverplanten waren op geen van de locaties aanwezig. Verandering van de score heeft dan ook geen invloed op de R^2 . Aanpassing kwam echter wel de leesbaarheid van de grafiek ten goede...)

Na aanpassing blijkt de correlatiecoëfficiënt een grootte van 0,5022 te hebben. Dit betekent dat er nog net een geldige samenhang bestaat tussen de aangepaste OKI en het aantal taxa. Conclusie is dan ook dat er geldige samenhang kan bestaan tussen de OKI en het aantal taxa in de Waal nabij Gameren. Een grote invloed hierop is ongetwijfeld de grotere variatie aan oeverinrichtingen en stromingsomstandigheden door het betrekken van de monstergegevens afkomstig van de nevengeulen.

Er zijn echter nog vele afwijkingen in de tabel. Bepaalde parameters (bijvoorbeeld de sterk negatieve score voor “afwezigheid van waterplanten”) zijn nog steeds niet echt logisch. Bovendien is de maatlat slechts toegepast op een beperkt gebied, terwijl deze voor een geheel watersysteem als de Rijn (incl. aftakkingen) zou moeten gelden.

Enkele aanbevelingen zijn:

- Betrek de monsters afkomstig uit zowel de Waal als de IJssel (waar ook beschrijvingen van de oevers beschikbaar van zijn) in het toetsen van de samenhang met de OKI en kijk of het mogelijk is om een geldige samenhang te verkrijgen
- Toets monsters uit de Pripjat (een natuurlijke rivier met nevengeulen, strangen etc.) op samenhang met de OKI en bekijk of er een geldig verband kan ontstaan. Als hier ook een geldig verband kan worden aangetoond, sterkt dit het vermoeden dat de OKI meer geschikt is voor gehele riviersystemen in plaats van alleen de hoofdstroom van een rivier
- Loop de parameters nog eens goed door op zgn. cirkelredeneringen (hoewel deze in een bepaalde mate onvermijdelijk zijn). Een sterke stroming hangt bijvoorbeeld meestal samen met een bepaald sedimentatiepatroon (zand of grind).
- Maak de tabel locatiegericht in plaats van ecotoop(=substraat)gericht. Een locatie met meerdere substraten telt over het algemeen meer soorten taxa als een locatie met slechts 1 substraat doordat een substraattypen vaak specifieke soorten kent. Het aantal ecotopen op een locatie/ oever komt in de huidige tabel niet tot uitdrukking in een score.
- Voeg de mate van bodemverontreiniging (indien beschikbaar) toe als parameter in de tabel.

6.4. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens.

Evenals in de Maas en de IJssel is ook voor de Waal nagegaan of er aantoonbare factoren op het voorkomen van het aantal soorten macrofauna te onderscheiden zijn aan de hand van de beschikbare basisgegevens (toelichting: zie paragraaf 4.6 en 5.3.).

Gegevens zijn opgesplitst naar:

- deelgebied
- jaartal
- seizoen
- substraat

Deelgebied

Te onderscheiden deelgebieden zijn:

- Grote geul
- Oostgeul
- Westgeul
- Kribvak (onderdeel hoofdstroom)

In de volgende tabellen (tabel 6.3.a en b) is een overzicht te vinden van de onderlinge vergelijking van deelgebieden wat betreft aantallen taxa. Er is gebruik gemaakt van de t-toets (groepen voldoen aan voorwaarden). Resultaten van de Kolmogorov-Smirnov toets op normaliteit (paragraaf 5.3.) zijn te vinden in tabel 6.3a (tussen haakjes). In tabel 6.3b wordt de *eenzijdige* significantie gegeven.

	gem. n taxa
Grote geul (k.s.=0,486)	21,81
Kribvak (k.s.=0,150)	12,59
Oostgeul (k.s.=0,841)	31,29
Westgeul (k.s.=0,799)	18,00

Tabel 6.3a: gemiddelde taxa per deelgebied

	Grote geul	Kribvak	Oostgeul	Westgeul
Grote geul		0,000	0,003	0,011
Kribvak	0,000		0,000	0,001
Oostgeul	0,003	0,000		0,000
Westgeul	0,011	0,001	0,000	

Tabel 6.3b: onderlinge vergelijking deelgebieden. Bij waarden $< 0,05$ bestaat er verschil tussen de deelgebieden

Uit de tabellen blijkt dat alle deelgebieden met een betrouwbaarheid van 99% significant van elkaar verschillen wat betreft aantallen taxa. De oostgeul kent de grootste soortenrijkdom, gevolgd door de grote geul, westgeul en het kribvak. Het verschil in aantal soorten tussen hoofdstroom en nevengeulen is ook duidelijk zichtbaar.

Jaartal

In de volgende tabellen (tabel 6.4.a en b) is een overzicht te vinden van de onderlinge vergelijking van bemonsteringsjaren met betrekking tot aantallen taxa. Er is gebruik gemaakt van de t-toets (groepen voldoen aan voorwaarden). Resultaten van de Kolmogorov-Smirnov

toets op normaliteit zijn te vinden in tabel 6.4a (tussen haakjes). In tabel 6.4b wordt de *eenzijdige* significantie gegeven.

	gem. n taxa
1998 (0,207)	21,00
1999 (0,975)	17,31
2000 (0,561)	21,58
2001 (0,485)	19,95
2002 (0,767)	22,13

Tabel 6.4a: gemiddelde taxa per jaar

	1998	1999	2000	2001	2002
1998		0,131	0,431	0,362	0,149
1999	0,131		0,106	0,188	0,042
2000	0,431	0,106		0,251	0,415
2001	0,362	0,188	0,251		0,169
2002	0,149	0,042	0,415	0,169	

Tabel 6.4b: onderlinge vergelijking bemonsteringsjaren. Bij waarden $< 0,05$ bestaat er verschil tussen jaartallen

In tabel 6.4b is te zien dat alleen de bemonsteringsjaren 1999 en 2002 significant verschillen. Verder worden geen significante afwijkingen gevonden. De invloed van milieu/klimaatomstandigheden gedurende een bepaald jaar is dus niet zichtbaar in de aantallen gegevens.

Seizoen

In een t-toets zijn voorjaars- en najaarsmonsters met elkaar vergeleken.

	aantal monsters	gem. n taxa	eenzijdige significantie
Voorjaar	78	21,99	0,070
Najaar	50	19,30	

Tabel 6.5.: vergelijking voorjaars- en najaarsmonsters. Bij waarden $< 0,05$ (significantie) bestaat er verschil tussen seizoenen.

Uit de tabel blijkt dat net niet significant (bij 95% betrouwbaarheid) wordt aangetoond dat voorjaarsmonsters een hoger aantal taxa bevatten dan najaarsmonsters.

Substraat

Te onderscheiden substraattypen zijn te vinden in tabellen 6.6a en 6.6b. De substraattypen zijn gerangschikt op toenemend gemiddeld aantal taxa per groep. In vergelijking tot de scoretabel valt op dat bepaalde substraten niet overeenkomen. Grind is gecombineerd met stenen tot substraattype “stenen”. Vegetatiemonsters en monsters afkomstig van hout zijn in de OKI scoretabel beoordeeld als organische stof $> 2\%$. Grof zand en zand zijn beiden beschouwd als zand binnen de OKI-tabel. Zandig slib en slibbig zand hebben dezelfde score gekregen in de OKI tabel. De Kolmogorov-Smirnov test wees uit dat alle te onderscheiden groepen beschouwd kunnen worden als normaal verdeeld.

	sign. K.S.	gem. taxa
grofzand	0,249	12,76
Zand	0,859	16,00
hout	0,878	16,33
Stenen	0,983	16,95
klei(bank)	0,249	21,89
Slib	0,995	22,00
zandslib	0,703	22,91
slibzand	0,632	24,79
vegetatie	0,969	34,85

Tabel 6.6a: gemiddeld aantal taxa per substraattype en significantie volgens Kolmogorov-Smirnov (bij $k.s > 0,05$: t-toets)

Daarom was het mogelijk alle substraattypen onderling te vergelijken met behulp van t-toetsen. Ook in de volgende tabel staat weer de eenzijdige significantie vermeld.

	grofzand	zand	hout	stenen	klei(bank)	slib	zandslib	slibzand	vegetatie
Grofzand		0,127	0,056	0,013	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Zand	0,127		0,413	0,376	0,194	0,044	0,049	0,013	0,001
hout	0,056	0,413		0,395	0,109	0,016	0,001	0,001	0,000
Stenen	0,013	0,376	0,395		0,182	0,015	0,011	0,001	0,000
klei(bank)	0,008	0,194	0,109	0,182		0,205	0,157	0,088	0,003
Slib	0,000	0,044	0,016	0,015	0,205		0,279	0,161	0,001
Zandslib	0,000	0,049	0,001	0,011	0,157	0,279		0,408	0,013
Slibzand	0,000	0,013	0,001	0,001	0,088	0,161	0,408		0,002
Vegetatie	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,001	0,013	0,002	

Tabel 6.6b: onderlinge vergelijking substraattypen. Bij waarden $< 0,05$ bestaat er verschil tussen substraten.

In de tabellen is te zien dat de meeste substraattypen zich onderling sterk onderscheiden ten opzichte van elkaar wat betreft het gemiddelde aantal soorten. De sterk negatieve score in de (aangepaste) OKI-tabel voor zand komt overeen met de rekenkundige gemiddelden voor de groepen “zand” en “grofzand”. Ook de wat lagere/negatieve score voor hout, slib en stenen en de wat hogere score voor zandig slib/ slibbig zand in de OKI-tabel komen redelijk overeen met de rekenkundige gemiddelden van de gelijknamige groepen in deze paragraaf. De score voor vegetatiemonsters was vermoedelijk echter hoger geweest als deze in de OKI-tabel niet gecombineerd waren met monsters afkomstig van hout.

7. De Kanalen



Amsterdam - Rijnkanaal, Houten



Amsterdam - Rijnkanaal, Nigtevegt



ARKOud Diemen, westzijde



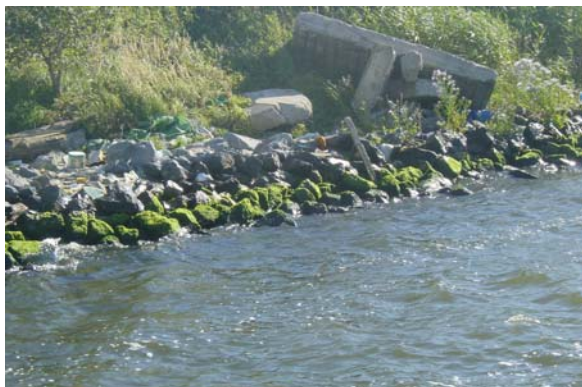
ARK, km 64 (betuwepand)



Noordzeekanaal, km 13



Noordzeekanaal, km 18



NZK, Velsen-zuid



NZK, Nauernasche polder



Twentekanaal, nabij Goor



Twentekanaal, Goor



TK, Lochem



TK, Lochem



TK (zijkanaal), Vredenburg zwaaikom



TK (zijkanaal), Vredenburg zwaaikom

7.1. Resultaten beoordeling van oevers inclusief bijbehorende substraattypen.

In dit hoofdstuk wordt het verband nagegaan tussen de OKI (voor kanalen) en de aangetroffen aantallen taxa in monsters afkomstig uit het Amsterdam-Rijnkanaal, Noordzeekanaal en Twentekanaal. Er is gebruikt gemaakt van gegevens vanaf het jaar 1993 tot en met 2002. De kanalen zijn niet los van elkaar beoordeeld om de volgende redenen:

- De OKI scoretabel moet bij voorkeur toepasbaar zijn op alle kanalen
- Er zijn te weinig gegevens beschikbaar van ieder kanaal afzonderlijk
- Vooral het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal zijn erg eenvormig wat betreft de inrichting van de oevers. Dit leidt tot weinig variatie in de OKI-score, waardoor een eventueel verband niet aan te tonen is.

Kanalen zijn primair bestemd voor de scheepvaart en de afvoer van water. De vorm van de kanalen is afgestemd op hun functie:

- Lijnvormig (recht)
- Aan beide zijden ingesloten door sluizen en/of stuwen
- Bodem is vlak en uniform
- Steile oevers
- Taludverdedigingen op meeste plaatsen aanwezig om afslag van oevers tengevolge van golven door scheepvaart te voorkomen

Al deze factoren zorgen ervoor dat er slechts weinig habitats beschikbaar zijn voor planten en dieren (macrofauna). De aanwezige levensgemeenschappen zijn dan ook relatief soortenarm. (Bak et al, 2000). De oevers van kanalen zijn vaak over lange trajecten redelijk eenvormig. Hier volgt eerst nog een korte beschrijving per kanaal (grotendeels ontleend aan *Watersysteemrapportage Kanalen* (Bak et al, 2000)).

Amsterdam-Rijnkanaal

Op te delen in 2 trajecten (lekkanaal niet meegerekend):

- Noordelijk pand: van Amsterdam tot de prinses Irene sluizen bij Wijk bij Duurstede
- Betuwepand: Wijk bij Duurstede tot Prins Bernardsluizen bij Tiel

De oevers van het Noordelijk pand hebben een bakprofiel met stalen damwanden over het grootste deel van het traject. Achter de stalen damwanden bevindt zich een lage kanaaldijk. Er is geen talud onder water aanwezig vanaf de oever en de diepte is ongeveer 6m. Alleen in het uiterste Noorden (kilometer 1,5 tot kilometer 5,1 oostzijde) is een aantal kilometers uitgevoerd met een stortstenen talud. De waterstand wordt constant gehouden. De oevers van het Betuwepand bestaan uit een stortstenen talud van 30-40 graden ten opzichte van het wateroppervlak. Dit deel van het AR-kanaal heeft fluctuerende waterstanden

Noordzeekanaal

Langs het kanaal van IJmuiden tot Amsterdam is een oevertalud toegepast van breuksteen met een helling van 40-50 graden. In Amsterdam komen vooral kademuren voor. Het kanaal telt negen zijkanalen (waar hierop verder niet wordt ingegaan). Het peil fluctueert 10 cm, circa 2 maal per etmaal. De stroming is gemiddeld 0,04 m/s en varieert (afhankelijk van de stand van de sluizen te IJmuiden) tussen 0 m/s (of zelfs negatief) en 0,25 m/s. De diepte van het kanaal varieert tussen 12 en 16 m.

Door schutverliezen bij de zeesluizen te IJmuiden komt zeewater het kanaal op. Door het grotere soortelijke gewicht stroomt dit water als een zouttong over de bodem in de richting van Amsterdam en reikt tot aan de Oranjesluizen en tot voorbij de monding van het Amsterdam-Rijnkanaal. Door menging met het bovenlangs afstromende zoetwater ontstaat

een over het geheel genomen brak systeem. In de monsters zijn dan ook soorten aan te treffen van zowel zeewater, brakwater en zoetwater. Door windinvloeden en variaties in aanvoer en afvoer fluctueren de zoutgehalten echter vrij sterk. Dit vraagt het nodige aanpassingsvermogen van de soorten, waardoor de soortenrijkdom over het algemeen vrij laag is.

Beschrijving Twentekanaal

Het Twentekanaal bestaat eigenlijk uit 2 kanalen:

- een hoofdkanaal dat loopt van de IJssel ten noorden van Zutphen tot Enschede
- een zijkanaal dat loopt van een punt tussen Delden en Goor noordwaarts naar Almelo

Het kanaal doorsnijdt verschillende gebieden met natuurwaarde en heeft bij aanleg een groot aantal beeksystemen doorsneden. Hoewel de kanalen per definitie een barrière vormen voor veel organismen, functioneert het kanaal ook als verbindingzone tussen de in ecologisch opzicht totaal verschillende gebieden.

De inrichting van de oever van het Twentekanaal varieert sterk in tegenstelling tot het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. Nabij de oever zijn op veel plaatsen rietzones en kwelsloten te vinden. Op sommige plaatsen zijn natuurvriendelijke oevers aangelegd. Op plaatsen waar een steil houten talud aanwezig is, loopt dit talud niet door tot op volledige bodemdiepte, maar tot op 0,8-1,0 m waterdiepte. Vanaf deze diepte loopt het talud langzaam af tot op een maximale waterdiepte van 3,0 tot 3,5 m. De bodem bestaat op veel plaatsen uit zandrijk slib. De genoemde factoren zorgen er voor dat het kanaal opmerkelijk soortenrijker is dan de andere kanalen.

Bij het vergelijken van de OKI met het aantal soorten dat per locatie/substraattype is aangetroffen traden de volgende problemen op:

- De recent bemonsterde locaties kwamen grotendeels niet overeen met de locaties waar de gebruikte monstergegevens van afkomstig zijn omdat juist in dit jaar overgegaan werd van een kunstmatig substraat bemonstering op een habitatbemonstering. Voor het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal was dit niet zo'n groot probleem vanwege de weinig variërende oeverinrichting. Hierdoor was de oeverinrichting voor deze kanalen ter plaatse wel in te schatten en te vergelijken met recente locaties. Voor het Twentekanaal vormde dit echter wel een probleem.
- De meeste gebruikte monstergegevens waren afkomstig van kunstmatig substraat. Dit substraattype komt oorspronkelijk niet voor op de locatie en komt ook niet overeen met substraattypen die oorspronkelijk wel op de locatie aanwezig zijn. OKI scores van vergelijkbare recente locaties zijn aangepast voor kunstmatig substraat (beoordeeld als substraattype stenen, echter afkomstig van grotere diepte dus lagere score volgens OKI scoretabel)
- Overige substraattypen op oude locaties kwamen ook niet altijd overeen met het substraattype gevonden op vergelijkbare recente locaties. Ook hiervoor is aangepast.

Met betrekking tot de oeverinrichting van de 3 recent bemonsterde locaties aan het Twentekanaal is echter op te merken dat deze vrij goed scoorden volgens de OKI-tabel. Dit komt overeen met het doorgaans grote aantal soorten macrofauna dat ook in eerdere jaren in het Twentekanaal is aangetroffen. In tabel 7.1 is een overzicht te vinden van oude locaties, overeenkomende recente locaties en daarbij behorende scores volgens de OKI-tabel. Als substraattype of diepte van de oudere monsterdata niet overeenkwamen met de omschrijving van de meest recente monster/oeverlocaties is de OKI voor deze parameters aangepast (* in tabel).

Kanaal	Oude locatie	Substr. type	Aangetroffen taxa	Recente locatie	Score
AR	t Goy	Slib	14	Houten (km 44)*	-2
AR	Maarssen	Kunst	9	Houten (km 44)	-2
AR	Maarssen	Zand	2	Houten (km 44)	-4
AR	Nieuwegein	Kunst	14,16,18,21,14,21,19		
AR	Nieuwegein	Slib	7		
AR	Nigtevegt	Slib	5	Houten (km 44)*	-2
AR	Tiel	Slib	8	Scheele Hoek oostzijde (km 68,5)*	0
AR	Utrecht (km38)	Zand	6		
AR	Vredenoord (km27)	Zand	8	Houten (km 44)	-4
NZK	Amsterdam	Kunst	11,18,20,10,8,11,9		
NZK	Amsterdam	Steen	31		
NZK	IJmuiden	Kunst	18,16,21,13,20,17,22,13	Velsen zuid, km 4,6*	-1
NZK	IJmuiden	Steen	13	Velsen zuid, km 4,6	1
NZK	Westzaan	Kunst	9	NZK km 13,9*	0
NZK	Westzaan	Steen	15	NZK km 13,9	3
TK	Enschede	Kunst	40,44,39,35,44,47,40,33		
TK	Wiene	Kunst	28,32,35,35,33,30,32,25	Meeneweg noord, km 28	9

Tabel 7.1: overzicht van oude locaties en overeenkomende recente lokaties + OKI score
Scores van recente locaties aangemerkt met “*” zijn aangepast.

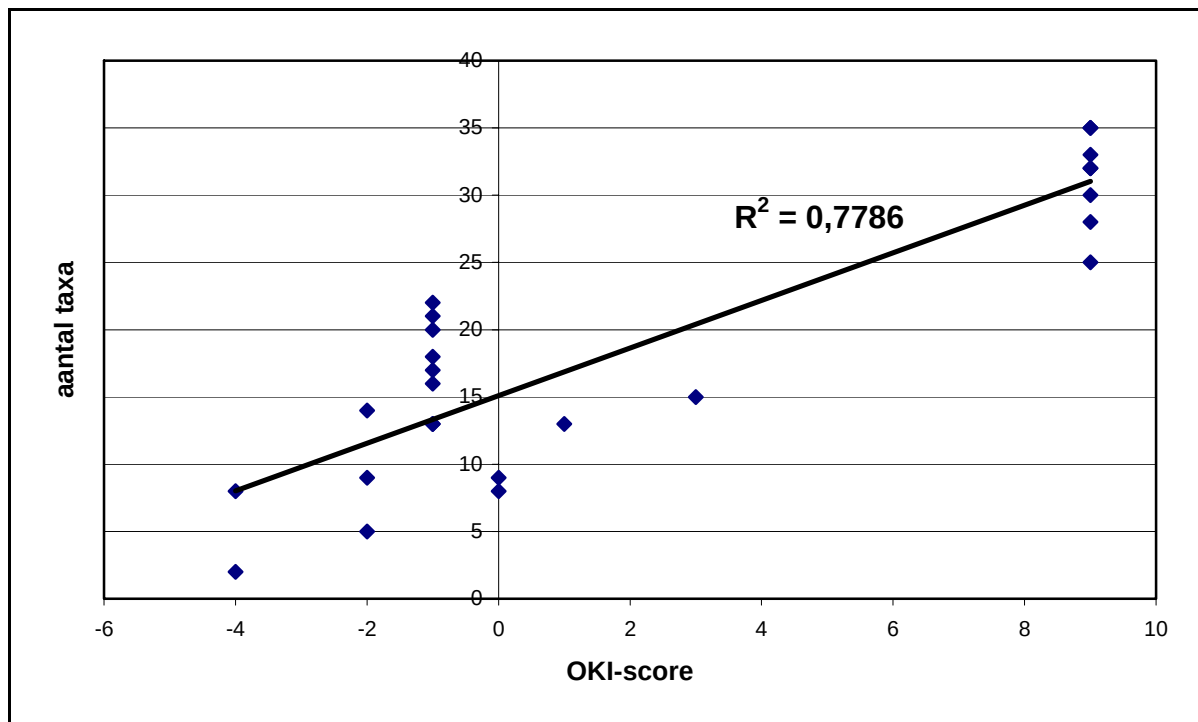
7.2. Resultaten koppeling tussen het aantal aangetroffen soorten in substraten per locatie en de (voorlopige) Oeverinrichting Kwaliteit Index

De kanalen verschillen in beoordeling wat betreft rivieren. Dit komt doordat aanvankelijk is besloten in rivieren te kijken naar reofiele taxa, en in kanalen naar alle taxa in samenhang met de OKI. Hoewel later is besloten om ook bij rivieren te toetsen op samenhang met alle taxa, wordt toch even bij deze verschillen stilgestaan. Verschillen met de scoretabel voor rivieren zijn (zie ook hoofdstuk 2 paragraaf 4):

- Kanalen krijgen een positieve score voor "zwak stromend", een negatieve score voor "stromend".
- Kanalen krijgen een negatieve score voor zand en een positieve score voor slib

In zwak stromend water kunnen zowel reofiele als limnofiele soorten voorkomen. In stromende water, hebben reofiele soorten waarschijnlijk de overhand. Dit hangt ook samen met de negatieve score voor zand en de positieve score voor slib (sedimentatie). Slib is over het algemeen soortenrijker, terwijl op zand (meestal voorkomend op plaatsen met een sterkere stroming) vaker reofiele soorten voorkomen.

Een overzicht van de samenhang tussen de OKI en het aantal taxa in kanalen is weergegeven in grafiek 7.1.



Grafiek 7.1: samenhang tussen OKI en aantal taxa in kanalen

In de grafiek is te zien dat er geldige samenhang bestaat tussen de OKI en het aantal taxa in kanalen. De samenhang is hoog genoeg, daarom lijkt aanpassing van parameters niet nodig. Hier is verder ook geen aandacht aan besteed.

De geldige samenhang komt overeen met dingen die al bekend zijn over de kanalen.

Het Amsterdam-Rijnkanaal is redelijk soortenarm. Dit komt overeen met de OKI scores met betrekking tot locaties aan het Amsterdam-Rijnkanaal. Deze zijn allemaal laag (tussen -4 en 0 op een score die uiteenloopt van -4 tot 9 als alle beoordeelde locaties worden meegerekend).

Ook het Noordzeekanaal is niet erg soortenrijk. Dit komt overeen met de gevonden OKI-scores van -1 en 1. Het Twentekanaal is redelijk soortenrijk. Dit komt overeen met de hoge OKI scores voor recente locaties in het Twentekanaal.

Een “oude” locatie als “Enschede” heeft echter een oeverinrichting die slecht zou scoren volgens de OKI-tabel. De oever ter plaatse bestaat hier vooral uit aaneengesloten bestening met een zandbodem voor de oever. Het aantal aangetroffen soorten was echter steeds zeer hoog ten aanzien van de overige locaties. Dit kan er op wijzen dat de invloed van de lokale oeverinrichting niet al te groot is op het voorkomen van het aantal soorten in het Twentekanaal.

De belangrijkste aanbeveling naar aanleiding van het nagaan van de samenhang tussen de OKI en het aantal taxa, is om de meest recente bemonsteringsgegevens te koppelen aan de OKI score. Deze gegevens horen bij de recent beoordeelde locaties. Tijdens het schrijven van dit rapport waren deze gegevens echter nog niet bekend.

Een extra parameter die bij de scoretabel gevoegd zou kunnen worden is de mate van connectiviteit met andere wateren. Vooral het Twentekanaal staat in direct contact met verschillende beeksystemen en beïnvloedt de soortenrijkdom sterk.

7.3. Statistische toetsing aan de hand van basisgegevens

Ook voor de kanalen is nagegaan of er statistisch aantoonbare factoren op het voorkomen van het aantal soorten macrofauna te onderscheiden zijn aan de hand van de beschikbare

basisgegevens (toelichting: zie paragraaf 4.6.en 5.3.). In deze paragraaf zijn alle beschikbare monstergegevens gebruikt, niet alleen de gegevens die afkomstig zijn van de "oude" locaties die overeenkomen met recente locaties, zoals in de voorgaande paragrafen.

Gegevens zijn opgesplitst naar:

- bemonsteringsmethode
- kanaal
- jaartal
- locatie

Bemonsteringsmethode

Opsplitsing naar bemonsteringsmethode heeft alleen plaatsgevonden voor het Amsterdam-Rijnkanaal. In dit kanaal zijn 7 monsters genomen met behulp van een akkermanboor (slib) en zijn 8 knikkerkorfbemonsteringen (kunstmatig substraat) uitgevoerd. In de andere kanalen zijn bijna alleen knikkerkorfbemonsteringen uitgevoerd.

In onderstaande tabel (tabel 7.2) zijn de groepsgemiddelden en de uitkomsten van de Kolmogorov-Smirnov toets te vinden (Bij $k.s. > 0,05$ mag de t-toets toegepast worden).

	aantal monsters	k.s.	gem. aantal taxa
akkermanboor	7	0,710	7,14
knikkerkorf	8	0,996	19,50

Tabel 7.2: gegevens vergelijking bemonsteringsmethoden.

Uit de t-toets kwam een significantie van 0,000. Er is dus zelfs met een betrouwbaarheid van 99,9% te zeggen (95% is de grens) dat monsters die genomen zijn met behulp van een akkermanboor een lagere soortenrijkdom hebben. Het lage aantal soorten in monsters genomen met behulp van een akkermanboor kan echter ook te maken hebben met het substraattype (slib), het veel kleinere bemonsterd oppervlak en het bemonsteringsjaar. Alle overige monsters (43 in totaal als alle kanalen worden meegerekend) zijn genomen in 1996 en later en zijn bijna allemaal van het substraattype "kunstmatig" (uitgezonderd 3 "stenen" monsters). Daarom is niet zeker of de lage soortendichtheid in monsters genomen met behulp van een akkermanboor alleen veroorzaakt wordt door de gebruikte bemonsteringsmethode. Om deze onduidelijkheid te omzeilen is bij het vergelijken van de soortenrijkdom per kanaal ook gekeken naar het mogelijke onderscheid tussen de groepen wanneer de monsters uit 1993 niet zijn meegeteld. Vanaf 1996 zijn alleen monsters van kunstmatig substraat in de onderlinge vergelijking betrokken.

Kanalen

De uitkomsten van de onderlinge vergelijking tussen de monsters genomen in de verschillende kanalen staan weergegeven in de tabellen 7.3a en 7.3b..

	K.S.'93	K.S.'96	aantal monsters '93	aantal monsters '96	gem. aantal taxa '93	gem. aantal taxa '96
ARK	0,825	0,988	15	7	12,13	17,57
NZK	0,832	0,816	19	16	15,53	14,75
TK	0,720	0,720	16	16	35,75	35,75

Tabel 7.3a: kanalen; toetsing op normaliteit, aantal monsters en gemiddeld aantal taxa per groep. Bij $k.s. > 0,05$ mag t-toets toegepast worden.

	1-zijdige significantie
ARK/NZK'93	0,054
ARK/TK'93	0,000
NZK/TK'93	0,000
ARK/NZK'96	0,052
ARK/TK'96	0,000
NZK/TK'96	0,000

Tabel 7.3b: kanalen; uitkomsten t-toets. Bij waarden $< 0,05$ bestaat er verschil tussen de kanalen.

Uit de tabellen is af te leiden dat het Twentekanaal overduidelijk de hoogste soortenrijkdom heeft. Tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal is net geen geldige significantie aangetoond.

Jaartal

De monsters genomen in de verschillende jaren zijn steeds vergeleken ten opzichte van het gemiddelde van de rest van de monsters. Ook is gekeken naar het verschil in soorten aantal in monsters genomen voor 2000 en monsters genomen vanaf 2000. Het jaar 2000 is gekozen omdat het de monsteraantallen in de te vergelijken groepen redelijk opsplijt in gelijke aantallen. Het resultaat van de vergelijkingen is te zien in de tabellen 7.4a en b. Hoewel de groepen per jaar eigenlijk te klein zijn (4 tot 6 monsters, veel ruimte voor afwijkingen) is de t-test toch toegepast.

Gegevens vanaf 1993 zijn buiten de vergelijkingen gehouden (zie onder "bemonsteringsmethode" aan het begin van deze paragraaf)

	k.s.	aantal monsters	gemiddelde
1996	0,938	5	22,20
1997	0,642	6	22,50
1998	0,893	4	28,75
1999	0,898	5	22,20
2000	0,926	4	29,50
2001	0,901	5	23,20
2002	0,977	5	25,20
2003	0,999	5	19,80
tot2000	0,455	20	23,60
na2000	0,768	19	24,16

Tabel 7.4a: uitkomsten k.s.-test ($>0,05$: t-toets), aantal monsters en gemiddeld aantal taxa per jaar

	1-zijdige significantie t-toets ten aanzien van rest
1996	0,364
1997	0,376
1998	0,184
1999	0,364
2000	0,149
2001	0,445
2002	0,391
2003	0,197

Tabel 7.4b: uitkomsten jaargemiddelde taxa ten opzichte van het gemiddelde aantal monsters genomen in overige jaren. Bij waarden $< 0,05$ bestaat er verschil tussen de jaartallen

Tussen de verschillende jaren is geen geldige significantie te vinden in de tabel. De uitkomst van de vergelijking van monsters genomen tot 2000 met monsters genomen vanaf 2000 had een eenzijdige significantie van 0,440. Uit de vergelijkingen is dus geen verschil in aantal taxa tussen de verschillende jaargemiddelden aan te tonen.

Locaties

Voor Noordzeekanaal en Twentekanaal zijn vergelijkingen gemaakt tussen locaties. Voor het Amsterdam-Rijnkanaal was dit niet mogelijk doordat er slechts 1 locatie aan het Amsterdam-Rijnkanaal is waar meerdere monsters zijn genomen tussen 1996 en 2003. Er is van uitgegaan dat de groepen monsters normaal verdeeld zijn.

Kanaal	locatie	aantal monsters	Gemiddeld aantal taxa	1-zijdige significantie vergelijking
NZK	Amsterdam	7	12,43	
	IJmuiden	8	17,50	0,015
TK	Enschede	8	40,25	
	Wiene	8	31,25	0,001

Tabel 7.5: uitkomsten vergelijking locaties per kanaal. Bij waarden $< 0,05$ (significantie) bestaat er verschil tussen locaties

Uit de tabel blijkt dat in Amsterdam significant minder soorten zijn aangetroffen dan in IJmuiden. Dit kan te maken hebben met de oeverinrichting. In Amsterdam zijn slechts kademuren te vinden, in IJmuiden een stortstenen oever met talud. De stenen op het talud zijn over het algemeen begroeid met wier, wat het aantal voorkomende taxa ten goed kan komen. Het fluctuerende zoutgehalte in Amsterdam kan echter ook een ongunstige invloed hebben ten aanzien van het (waarschijnlijk) constantere zoutgehalte in IJmuiden. Uit de tabel blijkt tevens dat er een groter aantal taxa is aangetroffen in Enschede dan in Wiene. Wat hiervan de oorzaak is, is onbekend. De inrichting van de oever in Enschede bestaat namelijk grotendeels uit een talud van aaneengesloten bestening met een zandbodem. Bovendien is de aangrenzende diepe bodem (midden Twentekanaal) sterk verontreinigd met PAK's en minerale olie.

8. Conclusies en aanbevelingen

In dit laatste hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen naar aanleiding van het nagaan van een mogelijk verband tussen de OKI en het aantal taxa per monster nog eens besproken per watersysteem. Deze bevindingen worden vergeleken met de uitkomsten van de statistische toetsen.

8.1. Maas

Tussen (reofiele) taxa in de Maas en de voorlopige OKI is de samenhang nagenoeg nihil. Hierbij maakt het weinig uit of de bemonsteringsgegevens van kunstmatig substraat wel of niet in de berekening van de correlatiecoëfficiënt zijn betrokken.

Bij het opsplitsen van de data in gegevens per jaar, substraat etc. en het aanpassen van parameterwaarden is slechts in enkele gevallen een $R^2 > 0,5$ aangetroffen:

- Het verband tussen alle taxa en OKI in het jaar 1998
- Verband tussen indifferente soorten en OKI in het traject Bergsche Maas

Verder leverde het echter wel nog wat aanwijzingen op (zie paragraaf 4.4 en 4.5):

- Ook in het jaar 1997 en 2001 wordt een duidelijk grotere R^2 aangetroffen in vergelijking tot het verband met gegevens uit alle bemonsteringsjaren. Dit zegt iets over een mogelijke invloed van klimatologische/ milieuomstandigheden in bepaalde jaren
- Het verband tussen monsters genomen in augustus en mei (reofiele taxa en alle taxa) en eind augustus/ begin september (reofiele taxa) en de OKI geeft een grotere R^2 te zien t.a.v. monsters genomen in andere maanden m.b.t. alle voorkomende taxa. Dit wijst op seizoensinvloeden
- De Bergsche Maas, Bovenmaas en Plassenmaas zijn trajecten waarin over het algemeen een hogere R^2 gevonden wordt ten aanzien van andere trajecten en alle trajecten tezamen: Dit wijst op een mogelijke invloed van aanpassingen op bepaalde riviertrajecten (stuwen e.d.)

Uit de statistische toetsen blijkt het volgende:

- Bemonstering met behulp van een werpkorf levert een hoger aantal taxa op dan met behulp van een handnet
- In de jaren 1999 tot en met 2001 worden gemiddeld afwijkende aantallen taxa aangetroffen (al dan niet alleen in kunstmatig substraat) en monsters genomen tot 2000 wijken duidelijk af ten aanzien van monsters genomen vanaf 2000.
- Voorjaarsmonsters hebben een hoger aantal taxa dan najaarsmonsters.
- De gemiddelde aantallen taxa op de locaties Belfeld, Bergen, Borgharen, Eijsden, Elsloo, en Grave (stuw) wijken duidelijk af van het gemiddelde taxa van de overige locaties bij elkaar
- Ondanks het ontbreken van samenhang met de OKI zijn significante verschillen aangetoond in gemiddelde aantal taxa in de verschillende maastrajecten.

Uit zowel het nagaan van de samenhang met de OKI (inclusief alle bewerkingen) en de statistische toetsen blijkt een duidelijke invloed van het seizoen van monsternamen, het jaar van monsternamen en een verschil in aantal taxa en samenhang met de inrichting van de oever per traject. Verder blijkt uit de statistische toetsen een duidelijke invloed van de bemonsteringsmethode en het aantal taxa per locatie.

Het ontbreken van samenhang met de OKI wil dus zeker niet zeggen dat er geen verschillen zijn tussen de monsterpunten/locaties met betrekking tot het aantal taxa. De invloedsfactoren

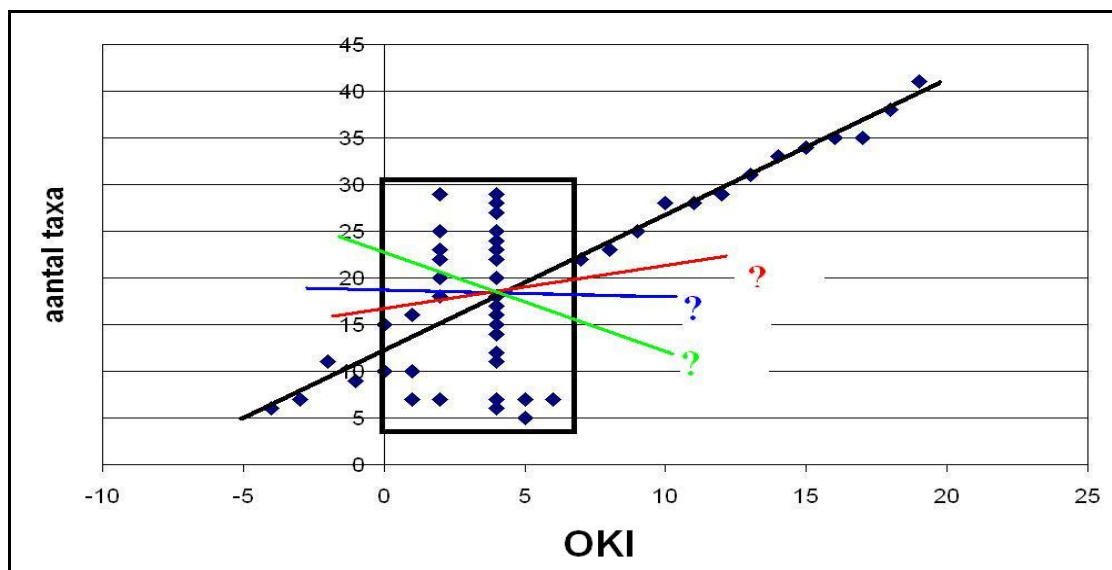
zullen echter voor een groot deel buiten de parameters in de opgestelde scoretabel liggen. Door middel van een ruwe TWINSPAN-analyse is een aanzet gedaan om verdere invloeden te achterhalen (zie bijlage 5a tot en met c). Uit de TWINSPAN-analyse blijkt o.a. dat de locatie Borgharen zich duidelijk onderscheidt van de overige locaties. Deze locatie onderscheidt zich van andere locaties door een hogere mate van voorkomen van macrofaunasoorten met een hoge tolerantie voor organische verontreiniging. De mate van verontreiniging van zowel water als bodem zou dus een mogelijke extra parameter kunnen worden in de OKI. Uit de vrij gedetailleerde informatie uit de bijlagen 5a tot en met c is echter nog meer informatie te halen. Het verdient dan ook aanbeveling om met deze informatie verder aan de slag te gaan.

8.2. IJssel

Er is er geen geldig verband tussen de voorlopige OKI en het aantal taxa in de IJssel. Opsplitsen van gegevens naar substraattype, bemonsteringsjaar e.d. is nagelaten vanwege de lage correlatiecoëfficiënt en de beperkte schaal waartussen de waarden variëren. Uit de statistische toetsen blijkt het volgende:

- Kunstmatig substraat en steen hebben gemiddeld een hoger aantal taxa en zandmonsters hebben gemiddeld een lager aantal taxa ten aanzien van de overige monsters.
- In het jaar 1999 zijn gemiddeld minder en in 2002 zijn gemiddeld meer taxa aangetroffen. In kunstmatig substraatmonsters genomen voor 2000 komt gemiddeld een lager aantal taxa voor ten opzichte van kunstmatig substraatmonsters genomen na 2000.
- Voorjaarsmonsters van kunstmatig substraat hebben gemiddeld een hoger aantal taxa dan najaarsmonsters.

De parameter(s) met betrekking tot substraattype hebben dus wel degelijk een onderscheidend vermogen met betrekking tot het aantal taxa. Voor overige parameters is dit minder eenvoudig na te gaan. Dit komt doordat de 4 gebruikte locaties onderling slechts weinig verschillen, waardoor op de meeste parameters gelijk wordt gescoord. Ook de sterke aanwezigheid van monsters afkomstig van stenen speelt hierin een grote rol. In grafiek 8.1. is dit te zien aan een opeenstapeling van punten bij OKI waarde 2 en 4. Hoe dit kan doorwerken in een gebrek aan samenhang met de OKI wordt geïllustreerd in figuur 8.1.



Figuur 8.1.

De gebruikte monsterdata en de bijbehorende score volgens de voorlopige OKI zijn te vinden binnen het zwarte kader in de grafiek. Door weinig variatie in oeverinrichting en een sterke concentratie van verschillende aantallen taxa bij OKI=2 en OKI=4, wordt niet duidelijk welk verband er bestaat. De rode, blauwe en groene lijn geven allen een mogelijk verband weer. Als echter een bredere variatie aan locaties met bijbehorende omstandigheden wordt gekozen, leidt dit tot een bredere OKI-schaal (zie fictieve waarden in de grafiek buiten het zwarte kader). Een eventueel verband kan dan wel zichtbaar worden (zie zwarte lijn in de grafiek). Monsterdata van locaties met een onderling sterk variërende oeverinrichting zouden gebruikt kunnen worden om het bovenstaande te toetsen. Hierbij kunnen monsterdata gebruikt worden met betrekking tot aangetakte systemen zoals de Duursche Waarden of de Vreugderijker waard bij het nagaan van een mogelijk verband met een OKI.

Natuurlijk moet er wel bij vermeld worden dat een sterke variatie in aantallen taxa bij gelijke OKI score (zoals in de huidige situatie) duidt op een gebrek binnen de OKI. Als bij gelijke OKI score de aantallen taxa sterk variëren, zijn factoren./parameters buiten de OKI de oorzaak van de variatie. Enkele mogelijke extra parameters kwamen naar voren uit de statistische toetsen:

- Seizoensinvloed: hoger aantal taxa in voorjaar/najaar
- Milieu/klimaat invloed (?): afwijkingen in aantallen taxa in monsters uit bepaalde jaren.

8.3. Waal

Na het aanpassen van parameterwaarden binnen de OKI blijkt er een geldig verband ($R^2 > 0,50$) te bestaan tussen het aantal taxa en de OKI. Het vermoeden dat monsterdata van locaties met een onderling sterk variërende oeverinrichting mogelijk wel een geldig verband met de OKI hebben wordt dus bevestigd. Hier zijn namelijk monsterdata m.b.t. nevengeulen gebruikt (naast monsterdata m.b.t. de hoofdstroom), waardoor er een grotere variatie aan oeverinrichtingen en bijbehorende aantallen taxa is. Nadeel is wel dat gegevens uit een relatief klein deel van de Waal worden gebruikt (de Waal en de nevengeulen in de omgeving van de Gamerensche Waard), terwijl de OKI toepasbaar zou moeten zijn op grotere gebieden. Dit wil overigens niet zeggen dat gegevens uit een klein gebiedsdeel niet toepasbaar zouden zijn op een groter gebied. Samenhang met gegevens afkomstig uit een groter traject van de Waal biedt echter meer zekerheid over de geldigheid van de tabel voor de gehele Waal. Voordat verder naar de uitkomsten van de statistische toetsen gekeken word, volgt eerst nog een nadere beschouwing van de aangepaste parameterwaarden (tabel 8.1). Ook de aangepaste parameterwaarden voor de Maas zijn terug te vinden in tabel 8.1.

Factor	optie	waarde voorlopig	waarde optimaal logisch Maas	waarde optimaal logisch Waal
Diepte (monster)	$>2\text{ m}$	-1	4	-1
	$<2\text{ m}$	1	1	1
Stroomsnelheid	<i>stilstaand ($< 0,05\text{ m/s}$)</i>	-2		-8
	<i>zwak stromend ($0,05- 0,1\text{ m/s}$)</i>	-1	3	2
	<i>stromend $0,1-0,5\text{ m/s}$</i>	1	5	4
	<i>sterk stromend ($>0,5\text{ m/s}$)</i>	2	-2	2

(vervolg tabel)

Factor	optie	waarde voorlopig	waarde optimaal logisch Maas	waarde optimaal logisch Waal
Taludhelling onder water	<i>< 10 graden</i>	3	4	n.v.t.
	<i>10-20 graden</i>	2	2	5
	<i>20-60 graden</i>	1	2	2
	<i>>60 graden</i>	0	n.v.t.	1
Grondgebruik tot 50 m uit oever	<i>bebouwing</i>	-2	n.v.t.	n.v.t.
	<i>gras</i>	-1	-2	1
	<i>ruigte</i>	1	2	3
	<i>ooibos</i>	2	n.v.t.	3
waterplanten (% bedekking)	<i>geen</i>	0	0	-17
	<i>weinig (<20%)</i>	1	1	1
Voorkomen oevervegetatie	<i>geen</i>	-1	-3	2
	<i>sporadisch</i>	1	2	
	<i>gordel</i>	2	4	
Scheepvaart	<i>afwezig</i>	1	7	7
	<i>aanwezig</i>	-1	-1	1
hard substraat	<i>stenen >3 dm</i>	0	5	
	<i>stenen <3 dm</i>	1	5	-1
	<i>grind</i>	2	3	-7
	<i>kleibank</i>	1	n.v.t.	4
Sediment	<i>zand</i>	1	0	-10
	<i>slibbig zand/ zandig slib</i>	2	n.v.t.	4
	<i>slib</i>	-2	3	0
organische stof	<i>< 2%</i>	1	n.v.t.	n.v.t.
	<i>> 2 %</i>	3	n.v.t.	3
Kribben	<i>niet aanwezig</i>	0	1	3
	<i>wel aanwezig</i>	-1	1	-1

Tabel 8.1: voorlopige scoretabel en aangepaste parameterwaarden voor Maas en Waal

Als naar de aangepaste parameter/factorwaarden voor zowel de Maas als de Waal wordt gekeken, vallen vooral de volgende dingen op:

1. Stroomsnelheid:

- Zwak stromend water (0,05-0,1 m/s) heeft juist een positieve invloed op het aantal taxa in plaats van een negatieve invloed
- Stromend water (0,1-0,5 m/s) heeft een sterkere positieve invloed dan aanvankelijk is vastgesteld. Dit heeft ook te maken met andere parameters die een grotere waardering hebben gekregen. De relatieve waardering (dus: de waarde ten opzichte van de andere parameters in de aangepaste scoretabel voor zowel de Maas als de Waal) is niet echt veranderd
- Sterk stromend water (>0,5 m/s) heeft niet de hoogste waardering binnen de parameter “stroomsnelheid”.

De veranderde waarden voor de parameter “stroomsnelheid” zijn een logisch gevolg van de scoretabel aanpassen op “alle taxa” in plaats van alleen de stromingsminnende taxa zoals aanvankelijk bedoeld was.

2. Scheepvaart: “scheepvaart afwezig” scoort sterk positief, veel positiever dan aanvankelijk is vastgesteld. Een belangrijke parameter dus
3. Sediment: Zand scoort lager dan verwacht, terwijl slib juist hoger scoort dan verwacht. Voor een deel zijn deze veranderingen een gevolg van de scoretabel aanpassen op “alle taxa”. Zand komt namelijk voor op plaatsen met een hogere stroomsnelheid, terwijl slib juist voorkomt op plaatsen met een lagere stroomsnelheid. Een andere reden is de voedselbeschikbaarheid. Slib is in dat opzicht een gunstiger substraattipe dan zand.

Uit de statistische toetsen met betrekking tot de Waal blijkt het volgende:

- Tussen alle nevengeulen onderling (Grote geul, Oostgeul, Westgeul) en de hoofdstroom bestaat een significant verschil in gemiddelde aantallen taxa.
- De jaren 1999 en 2002 verschillen significant iets in aantal taxa ten aanzien van de overige jaren tussen 1998 en 2002
- Voorjaarsmonsters bevatten een hoger aantal taxa dan najaarsmonsters
- De meeste substraattypen onderscheiden zich onderling sterk ten opzichte van elkaar wat betreft het gemiddelde aantal soorten. Zandmonsters hebben gemiddeld veel minder taxa dan zandig slib/ slibbig zand monsters.

Zoals in tabel 8.2. is te zien, komt een hogere gemiddelde OKI-score per deelsysteem overeen met een hoger gemiddeld aantal taxa per deelsysteem

	gemiddelde OKI score	gemiddeld aantal taxa
Kribvak	-4	12,59
Westgeul	8	18,00
Grote Geul	13	21,81
Oostgeul	29	31,29

Tabel 8.2: gemiddeld aantal taxa en OKI score per deelsysteem in de Waal

Extra factoren (niet in de scoretabel) die van invloed kunnen zijn volgens de statistische toetsen:

- Seizoensinvloed: hoger aantal taxa in voorjaar/najaar
- Milieu/klimaat invloed: afwijkingen in aantallen taxa in monsters uit jaren 1998 en 2002.

De samenhang tussen de uitkomsten van de statistische toetsen met betrekking tot de substraattypen en de OKI is reeds besproken in paragraaf 6.4.

8.4. Kanalen

De grootte van de R^2 bij het nagaan van de samenhang van het aantal taxa met de OKI-score is 0,7786. Een geldig verband dus. Het vermoeden dat monsterdata van locaties met een onderling sterk variërende oeverinrichting mogelijk wel een geldig verband met de OKI hebben wordt hier nog eens extra bevestigd. De situatie verschilt echter wel sterk van de situatie in de Waal. De kanalen verschillen onderling sterk in aantal soorten en invloedssfeer:

- Het Amsterdam-Rijnkanaal staat in verbinding met de Rijn en het Noordzeekanaal
- Het Noordzeekanaal grenst aan het Amsterdam-Rijnkanaal, maar heeft een sterke invloed vanuit de Noordzee (brak water)
- Het Twentekanaal staat in verbinding met de IJssel (een vertakking van de Rijn), maar doorsnijdt daarnaast vele verschillende beeksystemen.

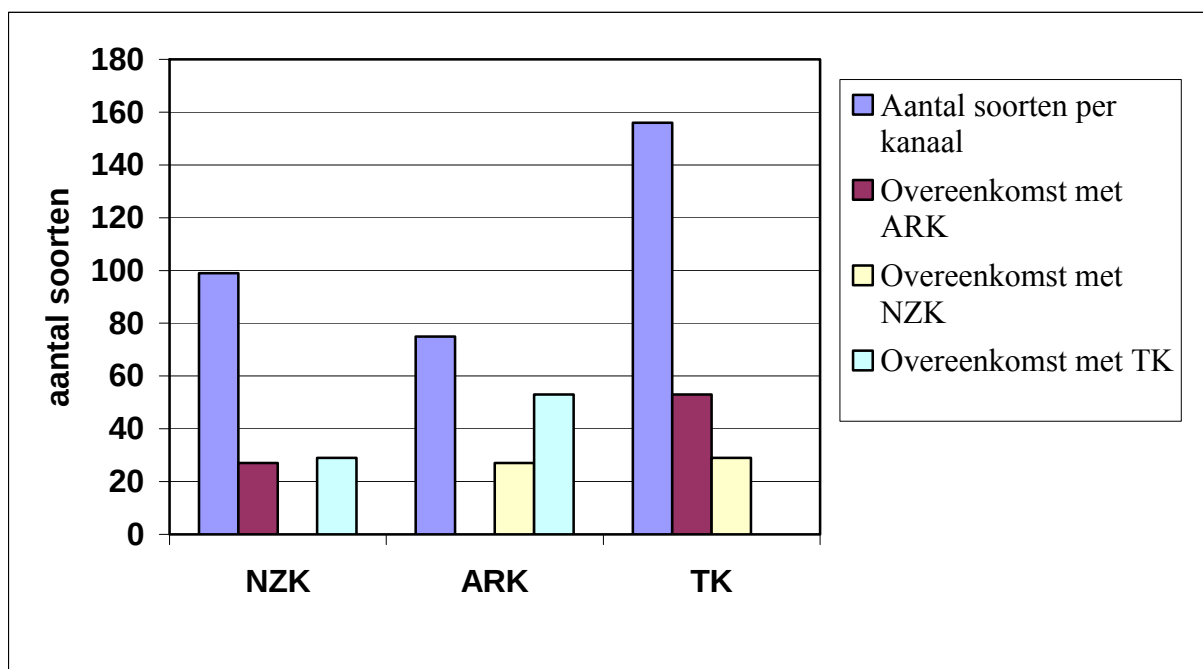
Uit de statistische toetsen blijkt het volgende:

- Monsters die genomen zijn m.b.v. een akkermanboor hebben een lagere soortenrijkdom
- Het Twentekanaal heeft overduidelijk de hoogste soortenrijkdom. Tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal is net geen geldige significantie wat betreft het aantal taxa aangetoond
- Noordzeekanaal: in Amsterdam zijn significant minder soorten aangetroffen dan in IJmuiden
- Twentekanaal: in Enschede zijn gemiddeld meer soorten aangetroffen dan in Wiene

Bemonstering met behulp van een akkermanboor heeft dus duidelijk invloed op het aantal soorten. Bemonstering met behulp van een akkermanboor is alleen toegepast in het Amsterdam-Rijnkanaal. Hier zijn de minste soorten gevonden, bij de laagste OKI-score. Onterecht wordt het lage aantal soorten in het ARK dus nog eens extra benadrukt.

Het aantal soorten per kanaal is duidelijk verschillend volgens de statistische toetsen. Dit hoeft op zich niet veel uit te maken als de soorten die voorkomen in de verschillende kanalen ook redelijk met elkaar overeenkomen. Het Amsterdam-Rijn Kanaal en het Noordzeekanaal met hun lage OKI-score zouden hierbij de meer resistente soorten herbergen, terwijl het Twentekanaal met zijn natuurlijke oevers en hoge OKI score naast de resistente soorten ook de meer gevoelige soorten herbergt.

In figuur 8.2 is een vrij grove vergelijking van de verschillende soorten, geslachten en families per kanaal te zien. Er is niet gecorrigeerd voor dubbeltellingen (zie paragraaf 3.3, figuur 3.1). Waarnemingen boven familieniveau ((sub)orde, klasse etc.) zijn niet in de vergelijking betrokken. Gegevens uit de figuur zijn tevens af te lezen uit tabel 8.3.



Figuur 8.2.: aantal soorten per kanaal en overeenkomst tussen soorten per kanaal

	Aantal soorten	overeenkomst met ARK	overeenkomst met NZK	overeenkomst met TK
NZK	99	27		29
ARK	75		27	53
TK	156	53	29	

Tabel 8.3.: aantal soorten per kanaal en overeenkomst tussen soorten per kanaal

In figuur 8.2 en tabel 8.3. is duidelijk zichtbaar dat het Noordzeekanaal, het Amsterdam-Rijnkanaal en het Twentekanaal sterk verschillen in soorten die er voorkomen. Het Noordzeekanaal heeft de minste overeenkomsten met beide andere kanalen. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met de sterke invloed van de Noordzee. Minder dan 1/3 deel van de soorten in het Noordzeekanaal komen ook in beide andere kanalen voor. Van de 75 soorten die zijn aangetroffen in het Amsterdam-Rijnkanaal kwamen er 53 in het Twentekanaal voor. In dat opzicht komen deze kanalen redelijk overeen. Dit is logisch gezien de oorsprong van beide kanalen (beide kanalen staan in verbinding met het Rijnsysteem). Verschillende soorten in de drie kanalen wijzen echter wel op verschillende omstandigheden die niet zomaar met elkaar vergeleken mogen worden.

Uit de statistische toetsen blijkt verder dat locaties per kanaal verschillen in aantal taxa. OKI-scores zijn echter niet bekend van deze locaties, hoewel van de locatie Enschede in het Twentekanaal bekend is dat deze niet hoog zal scoren volgens de OKI-tabel. Dit wijst weer op factoren buiten de scoretabel die van invloed kunnen zijn op het aantal taxa.

Het verdient daarom aanbeveling om recente bemonsteringsgegevens (die nog niet bekend waren toen dit document werd opgesteld, zie paragraaf 7.1) aan de gebruikte OKI-waarden te koppelen.

8.5. Eindconclusies

Belangrijkste eindconclusies zijn:

1. Als alleen monsterdata m.b.t. de hoofdstroom gebruikt worden is er geen geldig verband aantoonbaar tussen OKI/ oeverinrichting en aantal (reofiele) taxa. Statistische toetsen wijzen echter wel op duidelijke verschillen tussen locaties en trajecten. Blijkbaar ontbreken in de OKI essentiële parameters. Enkele extra parameters, of in ieder geval factoren van invloed waar rekening mee moet worden gehouden, zijn:
 - Het seizoen van monsternamen
 - Het jaar van monsternamen
 - Wijze van bemonstering
2. Betrekken van gegevens uit begeleidende wateren als nevengeulen, strangen etc. kan tot geldige samenhang leiden met de OKI (nevengeulen Waal). Een grotere variatie aan oeverinrichtingen maakt een eventueel verband met het aantal taxa sneller zichtbaar.
3. Er lijkt samenhang te bestaan tussen de inrichting van oevers van kanalen en het aantal taxa. Weinig overeenkomsten tussen soorten in de kanalen en hoge aantallen taxa die worden aangetroffen op locaties met waarschijnlijk een lage OKI-score duiden erop dat dit nog nader onderzocht moet worden.

8.6. Aanbevelingen

Aanbevelingen naar aanleiding van het gehele onderzoek zijn:

1. Betrek de monsters afkomstig uit zowel de Waal als de IJssel (inclusief rivierbegeleidende wateren) in het toetsen van de samenhang met de OKI. Op deze manier wordt onderzocht of de OKI ook toepasbaar is op grotere watersystemen (het stroomgebied van de Rijn in Nederland in dit geval)
2. Toets monsters uit de Pripjat (een natuurlijke rivier met nevengeulen, strangen etc.) op samenhang met de OKI als toetsing van de eindconclusie m.b.t. nevengeulen
3. Maak de tabel locatiegericht in plaats van habitatgericht. Een locatie met meerdere substraten telt over het algemeen meer soorten taxa als een locatie met slechts 1 substraat doordat een substraattipe vaak specifieke soorten kent. Het aantal habitats op een locatie komt in de huidige tabel niet tot uitdrukking in een score.
4. Een TWINSPAN analyse kan extra informatie opleveren met betrekking tot parameters/factoren die niet in de OKI staan, maar wel van invloed zijn. Een eerste ruwe analyse leverde een duidelijke afwijking op met betrekking tot de locatie Borgharen. De locatie onderscheidt zich van andere locaties door sterkere aanwezigheid van macrofauna met grotere tolerantie voor organische verontreiniging. De mate van bodem en/of waterverontreiniging zou een extra parameter kunnen worden in de OKI tabel. Uit de bijlagen 5a tot en met c is echter met de juiste achtergrondkennis meer informatie te halen.
5. Koppel de meest recente bemonsteringsgegevens met betrekking tot kanalen aan de OKI score. Tijdens het schrijven van dit rapport waren deze gegevens nog niet bekend. Vooral het Twentekanaal staat in direct contact met verschillende beeksystemen en dat beïnvloedt de soortenrijkdom sterk. Een extra parameter in de OKI-tabel zou de “mate van connectiviteit met andere wateren” kunnen zijn.

Geraadpleegde literatuur

- Bak, A. (red.), Kaper, A.J.G. (red.), Reeze, A.J.G. (red.), Splunder I. van, 2000, Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Kanaal Gent-Terneuzen, Twentekanalen 1997, RIZA rapport 2000.031
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder B.D., Stribling, J.B., 1999, Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition, EPA 841-B-99-002, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington D.C.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1996, Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna
- Bouwhuis H., Coevering, F. v.d. & Locama, M., 2004, Handreiking beschrijving en beoordeling ecologische effecten van hydrologische belastingen eindrapport, RIZA project nr 142866, 14 april 2004
- Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research (**CUR**) en Regelgeving, 1999 (eerste druk), Natuurvriendelijke oevers: fauna, Directoraat-generaal Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde
- Diepen, L.T.A. van, Verdonchot, P.F.M., 2001, Aantekeningen bij habitatsystemen in de grote rivieren in Nederland op basis van macrofauna., een samenvatting, Alterra 2001
- Jans, L.(red), 2004, Evaluatie nevengeulen Gamberensche Waard 19996-2002, RIZA rapport 2004.024
- Klink, A & Mulder, J, 1992, Betekenis van plasbermen in de Overijsselse Vecht voor aquatische makro-evertebraten, Hydrobiologisch Adviesburo Klink bv Wageningen, Rapporten en Mededelingen 42 (2 april 1992)
- Liefeld, W.M (red)., van Looy (red), K, Prins K.H.(red), 2000, Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Kanaal Gent-Terneuzen, Twentekanalen 1997, RIZA rapport 2000.031
- Moller-Pillot, H., 2003, Hoe waterdieren zich handhaven in een dynamische wereld, Stichting het Noordbrabants Landschap
- Nijboer, R., Jaarsma, N., Verdonchot, P., Molen, D. van der, Geilen, N., Backx, J., 2000, Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 3, Wateren in het rivierengebied, Werkdocument 2000.155x, RIZA, Lelystad
- Postma, R., Kerkhofs, M.J.J., Pedroli, G.B.M., Rademakers, J.G.M., Een stroom natuur, natuurstreefbeelden voor Rijn en Maas, RIZA-nota 95.060, 1996
- Scheffer, M, 2001, Ecology of shallow lakes
- Verdonchot, P.F.M. Nijboer, R.C. , Vlek H.E., 2003, Definitiestudie KRW II, de ontwikkeling van Maatlatten, Alterra-rapport 753, Alterra 2003
- Vocht, A. de, 2000, Basishandboek SPSS 10 voor windows 98/ME/2000

Artikelen:

- Higler, B & Statzner, B, 1986, Stream hydraulics as a major determinant in benthic invertebrate zonation patterns
- Moller-Pillot, H., Jonge, j. de, Coops, H. ,2002, De Pripyat, Informatie uit een natuurlijk laaglandsysteem, uit Landschap 19, 2002
- Wal, B. van der, gevolgen KRW voor het waterbeheer, stowa...

Internetsites:

- <http://www.trendsinfo.nl>
- <http://www.wynneconsult.com/root/HomePageKB012.htm>
- <http://www.stowa.nl>

Bijlage 1a: voorbeeld veldformulier

Parameter	omschrijving	
datum tijd	datum en tijdstip van bemonstering	2-9-2004, 12:25 - 12.50 uur
monsterlocatie	watersysteem + locatienaam + evt km raai	Maas, Drongelen
monsternemer	naam en instantie monsternemers	RIZA: Marianne Greijdanus/ Bas de Bruijn, Albert ten Brinke (DON)
monsternummers	nummers van alle genomen monsters op de ze locatie (zowel macrofauna als chemie of ecotoxicologie)	509 (stenen), 508 (zand), nr. plantenmonster onbekend
situatieschets	maak op de achterzijde van dit formulier een tekening van de omgeving + dwarsprofiel met daarin de plekken waar monsters genomen zijn aangeduid en afmetingen als breedte lengte diepte van het water	Z.O.Z
fotonummer	noteer hier de nummers van genomen foto's	45-51
substraatype	bemonsterd substraat: stenen;hout;grind;planten;slib;klei;zandig slib;slibbig zand;fijn zand;grof zand; fijn organisch materiaal; grof organisch materiaal; anders nl	1. stenen (oever)/2. Slib/grind (ongeveer 10 m uit oever)/3. Zand (midden rivier)
talud boven water	steil; glooiend; hellingshoek; begroeid/bestort	glooiend (<10 graden t.o.v. wateroppervlak)
talud onder water	steil; glooiend; diepte op 1 m uit de oever of hellingshoek, substraat; al dan niet begroeid	steil (>1:3, 30-40 graden)
oeverplanten	in welke mate aanwezig (bijv breedte rietkraag) en indien mogelijk welke soort	veenwortel, rietgras. Verder van lokatie: populieren in rij
waterplanten	in welke mate aanwezig (bijv omvang plantenveld) indien mogelijk welke soort	gele plomp (sporadisch)
inrichting oever	bestehend; zandstrand, kade,	bestehend/keien
omgeving/aangrenzend grondgebruik	natuur; grasland; akker; dijk; intensief/extensief agrarisch gebruik	grasland/ agrarisch gebruik
peilfluctuaties	natuurlijk (eb en vloed) onnatuurlijk (scheepvaart) hoeveel	ongeveer 0,55m (laatste 4 weken tussen 0,75 m en 0,20 m
mate van connectiviteit	varierend van: in open verbinding met tot en met geheel geïsoleerde plas	open verbinding
stroming	geschat aantal m/sec	0,3-0,4 m/s
algemene indruk	welke score verdient deze locatie voor de KRW op gebied van macrofauna en planten score loopt van slecht > ontoereikend> matig> goed> zeer goed	matig
bijzonderheden	bijvoorbeeld zichtbare verontreiniging, drijfslag	fauna: spons, mossen, driehoeksmossel, Aiatische korfmossel, Kaspische + Nederlandse vlokreeft. Water vrij helder (doorzicht bijna 2 m)

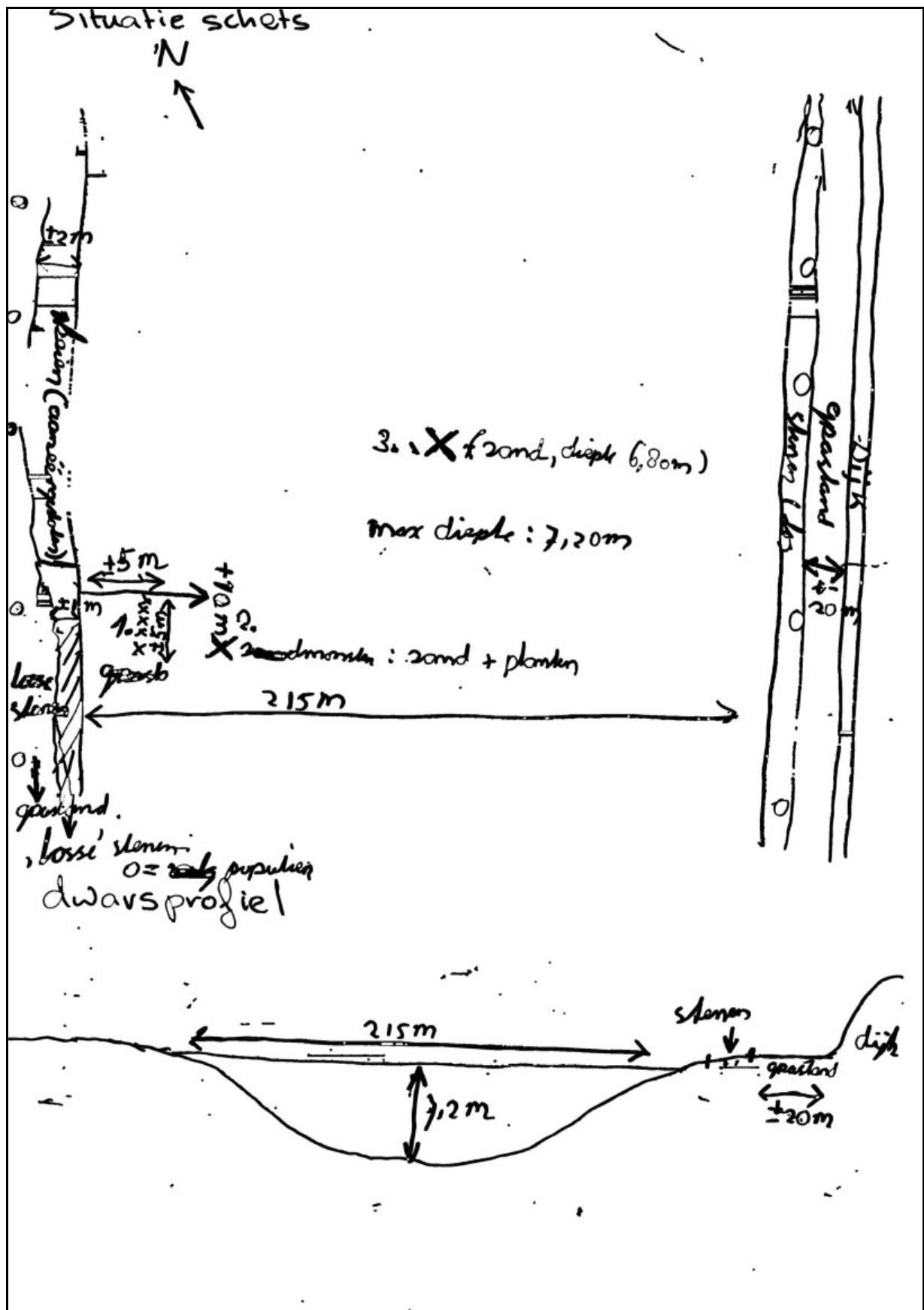
Veldformulier Maas, locatie Drongelen, 2-09-2004

Bijlage 1b: voorbeeld foto's



Foto's Maas, locatie Drongelen, 2-09-2004

Bijlage 1c: voorbeeld situatieschets



Situatieschets locatie Drongelen, 2-09-2004

Bijlage 2a: voorbeeld (beschrijving locatie Drongelen)

De locatie is bezocht op 2 september 2004, rond 12:40 uur. De locatie is gelegen nabij km 236 aan de Maas. Het aangrenzende land bestaat uit een vrij smalle strook oplopend grasland (geschat op 20-40m) aan een dijk. Het buitendijkse grasland lijkt op het eerste gezicht gebruikt te worden voor agrarische doeleinden. De stromingrichting is westwaarts en is ten tijde van monsterneming geschat op 0,5 m/s. Het waterpeil, 4 weken voorafgaande aan de bemonstering, bedroeg tussen 0,20m en 0,75 m. Het peil ten tijde van bemonstering bedroeg 0,55 m.

De breedte van de Maas op deze locatie is ongeveer 215m. De diepte bedraagt ongeveer 7,0 - 7,5 m.

De bemonsteringslocatie bevindt zich aan de zuidzijde van de Maas

Het talud bestaat uit vrij grove, losse steen* en is onder het wateroppervlakte te beschrijven als matig steil (10-15 graden t.o.v. wateroppervlak), langzaam overgaand in een steilere daling. Boven de waterspiegel gaat het talud over in glooiend grasland (helling <10 graden t.o.v. wateroppervlak). Dit grasland grenst bijna aan de waterspiegel. De oeverbeplanting zelf bestaat uit veenwortel en rietgras (sporadisch). 4-5m uit de oever zijn langs dit riviergedeelte om de 50-100m populieren te vinden.

*Extra opmerking: ongeveer 50-100m naar het oosten bestaat het talud nog uit aaneengesloten keien/basalt.

Tot ongeveer 5,0 m uit de oever zijn stenen bemonsterd. De macrofauna op de stenen bestond uit: spons, driehoeksmossel, Aziatische korfmossel en Kaspische/Nederlandse vlokreeft. De score betreffende macrofauna is ingeschat als matig.

Betreffende waterplanten: hier en daar vond men gele plomp. Het water zelf was erg helder (doorzicht bijna 2,0 m).

10 – 15 meter uit de oever is de slib/grindbodem bemonsterd op macrofauna.

In het midden van de rivier is de zandbodem bemonsterd. Het monster bestaat uit matig grof zand.

De overzijde van de rivier (de noordzijde) heeft een vergelijkbare opbouw als de bemonsteringslocatie. De oever lijkt echter iets steiler op te lopen en de strook buitendijks grasland lijkt smaller (ongeveer 20 m). Achter de dijk lijkt zich een bedrijventerrein te bevinden.

Bijlage 2b: Factoren lokatie Drongelen

Relevant

- Stromingrichting geschat op 0,5 m/s.
- Peilfluctuaties 0,20m en 0,75 m. Het peil ten tijde van bemonstering bedroeg 0,55 m.
- Diepte ongeveer 7,0 - 7,5 m.
- Talud boven water bestaat uit matig fijne losse stortsteen
- Talud boven water loopt vrij langzaam op (10-15 graden t.o.v. wateroppervlak)
- Talud onder water bestaat uit matig fijne losse stortsteen
- Talud onder water loopt vrij langzaam op (10-15 graden t.o.v. wateroppervlak)
- Het talud gaat 0,5-1,0 m uit de oever over in glooiend grasland (helling <10 graden t.o.v. wateroppervlak).
- Oeverplanten bestaan (o.a.) uit veenwortel en rietgras (sporadisch). 4-5m uit de oever zijn
- Waterplanten: hier en daar vond men gele plomp.

Minder relevant

- Aangrenzend: vrij smalle strook oplopend grasland (geschat op 20-40m) aan een dijk. buitendijkse grasland: agrarische doeleinden.
- Breedte van de Maas ongeveer 215m.
- Langs dit riviergedeelte om de 50-100m populieren te vinden.
- De overzijde van de rivier (de noordzijde) heeft een vergelijkbare opbouw als de bemonsteringslocatie (wel smallere strook grasland voor dijk). Achter de dijk lijkt zich een bedrijventerrein te bevinden.

Niet direct te plaatsen

- Macrofauna op de stenen bestond uit: spons, driehoeksmossel, Aziatische korfmossel en Kaspische/Nederlandse vlokreeft.
- Score betreffende macrofauna is ingeschat als matig.
- Doorzicht bijna 2,0 m.

Bijlage 3: Mogelijk relevante factoren + beschrijving

Diepte

Bij langzame taluddaling is een grotere diepte waarschijnlijk bevorderlijk voor de diversiteit aan mogelijke habitats. Bij zeer steile of abrupte bodemdaling (damwand, bijvoorbeeld Amsterdam- Rijnkanaal) is grotere diepte waarschijnlijk ongunstig voor diversiteit.

Stroomsnelheid

De mate van gunstigheid is hierbij weer afhankelijk van factoren als morfodynamiek en dergelijke. Een uniforme stroming door een profiel met gelijke diepte is niet bevorderlijk voor een diversiteit aan habitatstructuren. Bij geleidelijk toenemende diepte naar het midden kan aanwezigheid van stroming een belangrijke factor zijn voor het creëren van verschillende micro-omstandigheden in een rivier.

Gevonden stroomsnelheden op bemonsterde locaties:

- (Bijna) stilstaand: 0-0,1 m/s
- 0,1-0,3 m/s
- 0,5 m/s
- 0,9 m/s

Materiaal talud boven/onder water

Natuurlijke oevers (gras/ kreupelhout/ leem/ veen/ zand) zijn over het algemeen gunstiger voor biodiversiteit als onnatuurlijke materialen (stortsteen/ damwand).

Gevonden materialen op locaties met bijbehorende score:

- stortsteen (fijn/ matig grof/ grof): grof: -, fijn/ matig grof: 0
- aanééngesloten steen/ zetsteen: -
- ijzeren / houten damwandbeschoeiing: --
- (grasberm): ++
- leem/veen: +
- leem/ veen /kreupelhout: ++
- steen/zand: +

Bij steen kan naar ook de grootte van de stenen van belang zijn. Een kleinere steengrootte leidt tot een groter aanhechtingsoppervlak en een grotere mogelijke variatie in micro-omstandigheden. Vegetatie/ kreupelhout op een natuurlijke oever geeft meer variatie dan een onbedekte bodem en heeft als nevenfunctie tevens: voedselvoorziening.

Hiernaast moet weer wel rekening gehouden worden met het bedekkingspercentage van een bepaald substraat op een oever. Als stortsteen slechts een deel van het talud uitmaakt op een (bijvoorbeeld) zandige oever, zorgt aanwezigheid van steen juist voor een extra variatie aan omstandigheden.

Taludhelling boven/onder water

Gevonden variaties op locaties:

- < 15° (glooiend): +
- 15 - 25°: +
- 25 - 35°: 0
- 35 - 45°: 0
- 45 - 55°: -
- 55 - 65°: -
- damwanden (90°):--

Langzaam aflopende oevers zorgen voor een geleidelijke overgang in diepte met bijbehorende omstandigheden. Bij sterkere daling ook variatie, maar als het ware steeds minder ruimte per “micro-omstandigheid”/kleinere habitatgrootte. Vraag is hier of het verschil in taludhelling boven/onder water nog in het één en ander tot uitdrukking moet komen.

Aangrenzend grondgebruik

Kan van belang zijn voor haften/ muggenlarven en andere soorten die het volwassen stadium op land doorbrengen en daar tevens voortplanten. Een smallere strook grasland (1-5m) heeft zo een minder gunstig effect als een bredere strook grasland (>5m). *Veel diversiteit echter in mogelijkheden, wellicht uit te splitsen in meerdere factoren (een strandje is iets heel anders dan een jachthaven of een dijk). Bij grasland is vaak ook het beheer van belang*

Gevonden omstandigheden op locaties:

- Dijk benut voor agrarische doeleinden (schapen, intensief begraasd): 0
- wetland: ++
- Jachthaven (achter strekdam, locatie op strekdam): ?/-
- Strook grasland overgaande in een dijk benut voor agrarische doeleinden (schapen, intensief begraasd):0
- Glooiend grasland (15-20 graden). 5-7m uit de oever verminderd de helling: 0/+
- Direct uit oever groenstrook met bosschages:+
- Dijk, achter dijk grond met agrarische bestemming inrichting van de oever:0
- Besteende dijk: -
- Begroeide uiterwaarden 50 meter breedte: ++
- Grasland:0
- Akkerbouw:0/-
- Dijk met snelweg: --
- Zandstrandje: +
- dijk, aan andere zijde van dijk begrenst door een binnenwater (haven?):?/-
- 2,0 m hoge kanaaldijk volgend op damwand (0,5 m boven wateroppervlak): 0/+
- natuur (wilgenooibos): ++

Waterplanten

Het voorkomen van waterplanten heeft een gunstig effect op de diversiteit aan macrofauna door:

- Bescherming tegen predators
- Voedselvoorziening
- Vergroting in diversiteit micro-omstandigheden (stroomsnelheid, beschaduwing etc)

Op het gros van de locaties (bijna alle) zijn geen waterplanten aangetroffen. Wat bij gevonden gegevens een grote rol speelt is de periode/seizoen van bemonstering (september-oktober). Ten tijde van bemonstering was het grootste deel van de watervegetatie helaas al verdwenen, waardoor van veel locaties niet zeker is of wel of geen vegetatie aanwezig is. Daarom kan voor de omstandigheid “geen waterplanten aanwezig” de waarde 0 gegeven worden..

Aangetroffen omstandigheden:

- geen waterplanten aanwezig: 0
- incidenteel, bijvoorbeeld hier en daar gele plomp: +
- Waterplantenvegetatie: gele waterkers, (vooral) sterrenkroos nabij (op enige meters) in behoorlijke hoeveelheden (grootte veld: 1,5 bij 2,0 m):++(+?)

Oeverplanten/ oevervegetatie

Voor oeverplanten geldt ten dele hetzelfde als voor waterplanten. Het voorkomen van oeverplanten heeft een gunstig effect op de diversiteit aan macrofauna door:

- Bescherming tegen predators
- Voedselvoorziening
- Vergroting in diversiteit micro-omstandigheden (stroomsnelheid, beschaduwing etc)

Vraag hierbij is echter wel welke planten in dit geval als oeverplanten zijn te beschouwen. Zijn dat:

- *planten die op het talud groeien en niet direct contact hebben met het wateroppervlak*
- *planten die “met hun voeten in het water staan”. Riet bijvoorbeeld*
- *bomen die met hun wortels contact maken met het water direct afkomstig uit de stroom*

In dit geval is een vrij grote diversiteit aan omstandigheden aangetroffen. Ik heb getracht het 1 en ander te classificeren:

Een “ - “wordt toegekend aan:

- Geen oeverplanten

Een “ 0 ” wordt toegekend aan gegevens als:

- Hier en daar een wilg. Hiernaast is veenwortel (?) sporadisch te vinden
- Sporadisch wat riet(gras) en een verdwaalde ridderzuring (= *te verwaarlozen wellicht?*)
- Oeverplanten: iets uit oever (40-60 cm boven waterspiegel) hier en daar riet te vinden. Vanaf 1,0 m hoogte zijn tevens wilgen en vlier te vinden (hoogte tot 1,0-1,5 m, contact wateropp?)
- Iets uit de oever (40-60 cm boven waterspiegel) hier en daar zeeaster/riet
- hier en daar een zeeaster aan oever
- veenwortel en rietgras (sporadisch).

Een “ + “ wordt gegeven aan gegevens als:

- wilg als oeverplant sterk vertegenwoordigd (wilgenrij aan water). Daarnaast riet

- Breedte van de rietstrook is 0,5-1,5m. In rietstrook regelmatig onderbrekingen te vinden. tevens hier en daar wat rietgras.
- Ongeveer 1,0-1,5 m uit de oever smalle rietzone met onderbrekingen
- 0,3 – 0,5m uit de oever smalle zone met riet(gras) en hier en daar een zeeaster
- Riet (breedte rietkraag 0,5-1,0m) met hier en daar gele lis
- Aan weersijden van het strandje: rietkraag
- Achter damwandbeschoeiing (oeverzijde): rietzone (1 m breed), overgaande in een berm. Riet voor en achter damwandbeschoeiing.

Een “++” wordt gegeven aan gegevens als:

- Breedte van de rietkraag varieert tussen 1,0 en 3,0 m (dichtheid 50-70%) met hier en daar kattestaart (<5%)
- Oeverplantenvegetatie: S1 classif. Code 47: vegetatie met Duitse dot, Schietwilg, Amandelwilg en Spindotter”. Riet, Haagwinde, Brandnetel, Bitterzoet en Gewone valeriaan en Fluitekruid.
- Oeverplantenvegetatie: o.a. gele lis, wilg, dotterbloem, brandnetel, smeerwortel, braam, haagwinde, moeraswalstro, wolfspoot en zachte duizendknoop.
- Direct aan het water: 0,5-1,0 m brede strook bomen, gedomineerd door wilgen, hoogte 5 – 7 m. Oeverplanten bestaan uit riet, rietzone 3,0 m breed

Peilfluctuaties

Ook hier de vraag hoe met zaken om te gaan. Fluctuatie van peil zorgt voor variatie in dynamiek. Op deze manier worden wellicht ook soorten aangetrokken die kunnen voorkomen in wisselende omstandigheden (nat/droog). Een teveel aan dynamiek op dit vlak kan voor te extreme omstandigheden zorgen voor het gros van de soorten

- Waterstand fluctueert slechts weinig (5-10 cm)/ stuwing: -
- Peilstanden ter plaatse variëren 40-55 cm per etmaal, afhankelijk van getijde: +
- Peilfluctuaties lopen op tot 1,0-1,2m per dag (getijde):-

Dynamiek

Met dynamiek doel ik vooral op golfslag ten gevolge van scheepvaart of de wind (speelt vooral een rol op locaties aan IJsselmeer/ Markermeer/ Gouwzee). Over deze parameter zijn weinig gegevens bijgehouden. In feite kunnen alle bemonsterde wateren wel beschouwd worden als druk bevaren scheepvaartroutes. Waar dit minder regelmatig optreedt (op meren bijvoorbeeld) heeft de wind echter vrij spel. Toch kan ik mij voorstellen dat een water als bijvoorbeeld het Twentekanaal een andere orde van drukte heeft als de Maas. Dynamiek is echter weer niet los te zien van de breedte (en wellicht ook de diepte) van een water.

Is de factor “peilfluctuaties” niet in te passen is onder het kopje “dynamiek”?

Connectiviteit

Gegevens met betrekking tot deze factor zien er als volgt uit:

- De Gouwzee staat in open verbinding met het Markermeer/ Markermeer: randmeren/ sluis: ARK + IJsselmeer
- Open verbinding (alle rivieren in feite)
- Het IJsselmeer staat in open verbinding met de IJssel en de randmeren
- Markermeer in verbinding met randmeren en Amsterdam-Rijnkanaal
- Het kanaal staat in open verbinding met de kruisende (km60-61) Lek/Nederrijn.
- (Getijdekreek stroomt 1 maal per dag vol)

- kanaal met inundatiefrequentie x (afhankelijk van o.a. heersende waterstand in rivieren en regenval)

Vraag is of er onderscheid gemaakt kan worden tussen gevonden parameters. Misschien nemen kanalen een aparte plaats in ten opzichte van rivieren, zeker waar deze zijn gestuwd. Ik neem echter aan dat ook deze wateren weer in contact staan met allerlei zijstroompjes en sloten (dus in die zin toch weer connectief zijn). Punt hierbij kan zijn dat regen- en kwelwater in bepaalde periodes een grotere rol kan spelen. Denk bijvoorbeeld aan een regenperiode na een periode met lage waterstand. Ook sterk afhankelijk van ligging van kanaal ten aanzien van rivier/sluis (hoger of lager ten aanzien van rivier)

Bodem

Gegevens hebben betrekking op de bodemsoort ter plaatse. Regelmatig zijn meerdere substraattypen aangetroffen op 1 locatie. Misschien is het beter om deze factor om te zetten in variatie in bodemtypen over de afstand. Een grotere wisseling in bodemtypen (slib aan de rand, zand in het midden, het liefst nog wat stenen erbij i.p.v. zand of slib alleen) heeft waarschijnlijk een gunstig effect op de variatie aan micro-omstandigheden. Hier zijn echter geen gegevens van bijgehouden, maar zijn wellicht nog af te leiden.

Toch een poging voor huidige gegevens:

- (oppervlakkige) waterbodem uit de oever bestaat met name uit slib: -
- Zandbodem (???): 0
- Matig grof zand.: 0
- Zand: licht slibbig grof zand met kiezels en schelpen: +
- Iets onder het wateroppervlak, vlak bij de waterlijn, veel losse stenen: 0/ +
- Sliblaag is ongeveer 0,7-0,9 m diep. Hieronder bevindt zich zand.: -

Negatieve waarde voor slib is vooral gebaseerd op wat ik heb gezien en gehoord (tijdens bemonsteringen). Het voorkomen van veel losse stenen lijkt mij persoonlijk wel enigszins gunstig.

Kribben

Variatie in

- Niet aanwezig: 0
- wel aanwezig: +
- Afhankelijk van verhouding krib/ breedte rivier: 0, + of ++
- *Kribben aanwezig, bemonstering in/uit stromingsrichting?**

Het lijkt erop dat kribben voor wisseling in dynamiek zorgen en daarmee een gunstig effect hebben op variatie in omstandigheden.

** Geen parameter maar een invloed op het genomen monster ter plekke die wel of niet te verwaarlozen is...*

Doorzicht

Deze factor is niet frequent bijgehouden (alleen bij Maas en Noordzeekanaal. Vraag is ook: wat zegt het...

Groter doorzicht...groter gebied waar licht tot op bodem doordringt dus positiever!

Bijzonderheden

Hieronder vallen losse (incidentele) gegevens die van invloed kunnen zijn.

- veel aangespoeld fijn organisch materiaal te vinden rond en over de watergrens: +
 - In het water zelf veel dood plantaardig materiaal (**aan oever IJsselmeer**) : +
 - Stenen zijn begroeid met wier: +
 - Stenen zijn bedekt met een sliblaag:- of --.
 - In kreekrug riet en veel dood hout (stammen).Buiten de kreekrug oudere wilgen (ooibos)/ Kreupelhoutzone aan de oever: ++
 - Kreek is regelmatig overdekt met dood hout (stammen dwars over de kreek, al dan niet onder het wateroppervlak): 0/+
 - Breedte van de zgn. “kreupelhout-zone” is ongeveer 0,5 m. Hierna is slib/ klei aanwezig....
 - In het slib was een lichte olieverontreiniging aanwezig (zichtbaar als drijfslag): -
- Het voorkomen van dood hout heeft zoals bekend positieve invloed op hoeveelheid/ variatie in micro-omstandigheden/ habitatfactoren. Wier lijkt in dat opzicht ook gunstig. Dood plantaardig materiaal kan tot eutrofiering leiden in een gesloten water. In dit geval kan het een positieve invloed hebben als vergroting voedselbeschikbaarheid (genoeg contact met ander water, moet wel stroming/golfslag zijn echter anders alsnog plaatselijk te laag zuurstofgehalte). Sliblaag op stenen (slijkgarnaal?) heeft een ongunstige invloed op aanhechtingmogelijkheden van andere diersoorten.

Bijlage 4a: Correlatiecoëfficiënten (R^2) “optimale” score voor reofiele taxa

Correlatiecoëfficiënten $>0,50$ zijn gemarkeerd.

	R^2	R^2 exclusief kunstmatig substraat
Totaal aantal taxa	0,1865	0,0428
IN	0,1600	0,0056
LB + LP	0,0456	0,0015
LB + LP + LR	0,1116	0,0255
RB + RP	0,1183	0,0395
RB + RP + RL	0,1554	0,0782
LR + RB + RP + RL	0,2202	0,0975

Overzicht samenhang tussen groepen met verschillende stromingvoorkeuren en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,2014	0,2432	0,2523	0,0802	0,2948
IN	0,2238	0,1383	0,3723	0,0365	0,3001
LB + LP	0,1399	0,0033	0,0745	0,0243	0,1680
LB + LP + LR	0,2742	0,1128	0,2083	0,0917	0,2425
RB + RP	0,1460	0,2461	0,0253	0,0226	0,3630
RB + RP + RL	0,1000	0,3708	$<0,0000$	0,0800	0,3299
LR + RB + RP + RL	0,2100	0,4081	0,1147	0,1232	0,3863

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,1337	0,0206	0,3204	0,0085	0,0371
IN	0,0548	- 0,0040	0,2328	- 0,0214	0,0890
LB + LP	0,1232	- 0,0968	0,1084	0,0013	- 0,0529
LB + LP + LR	0,1253	- 0,0132	0,2523	0,0244	0,0050
RB + RP	0,0773	0,2355	- 0,1176	0,0070	- 0,0338
RB + RP + RL	0,0254	0,3321	0,0000	0,0584	0,0224
LR + RB + RP + RL	0,0602	0,2327	0,2108	0,0657	0,0533

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI exclusief kunstm.substr.

	Grind	kunst	slib	stenen	Zand
Totaal	$<0,0000$	0,4502	0,2460	0,1036	0,0081
IN	0,0120	0,4480	0,3620	0,0218	0,0069
LB + LP	0,0108	0,4214	- 0,5719	0,0472	0,0021
LB + LP + LR	0,0124	0,3029	- 0,1314	0,0954	- 0,0116
RB + RP	0,0218	0,0752	0,4730	0,0061	0,0497
RB + RP + RL	- 0,0005	0,2103	0,0258	- 0,0032	0,0762
LR + RB + RP + RL	0,0010	0,3101	0,0073	0,0471	0,0061

Samenhang tussen taxa per substraattype en OKI.

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug- beg. sept *	aug/sept/ okt
Totaal	0,2514	0,1987	0,1054	0,1448	0,2703	0,1349
IN	0,1718	0,2095	0,1047	0,1445	0,2801	0,1387
LB + LP	0,0160	0,0912	0,0328	0,0545	0,1134	0,0599
LB + LP + LR	0,1429	0,1894	0,1378	0,1567	0,2454	0,1533
RB + RP	0,2107	0,0781	0,0172	0,0324	0,0435	0,0419
RB + RP + RL	0,3725	0,0430	0,0306	0,0372	0,0552	0,0523
LR + RB + RP + RL	0,3909	0,1449	0,1282	0,1389	0,1957	0,1495

Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug/ begin sept	aug/sept/ok t
Totaal	0,0245	0,1177	0,0305	0,0391	0,1300	0,0527
IN	0,0042	0,0277	0,0009	0,0022	0,0331	0,0048
LB + LP	- 0,0825	0,1098	0,0070	0,0237	0,1195	0,0269
LB + LP + LR	- 0,0016	0,1493	0,0346	0,0510	0,1431	0,0634
RB + RP	0,1151	0,0017	0,0004	0,0013	0,0056	0,0132
RB + RP + RL	0,2088	0,0499	0,0096	0,0164	0,0202	0,0375
LR + RB + RP + RL	0,1675	0,1126	0,0366	0,0468	0,0856	0,0739

Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI exclusief kunstm.substr.

	Beneden maas	Bergsche Maas	Boven maas	Getijde maas	Grens maas	Noordelijke Maas	Plassen maas
Totaal	0,0004	0,0755	0,1459	0,0173	0,2467	0,2564	0,4738
IN	- 0,0091	0,0514	0,1727	0,2000	0,2347	0,2825	0,6111
LB + LP	- 0,1029	0,0211	- 0,0230	0,3636	0,0377	0,1862	0,0481
LB + LP + LR	<0,0000	0,0358	- 0,0310	0,0000	0,1054	0,3045	0,2548
RB + RP	0,0092	0,0378	0,2735	0,0175	0,0618	0,2321	0,0778
RB + RP + RL	0,0072	0,1246	0,1384	- 0,0909	0,2119	0,3293	0,4422
LR+RB+RP+RL	0,0203	0,1249	0,0980	- 0,1379	0,2731	0,3739	0,5712

Samenhang tussen monsters afkomstig uit deeltrajecten van de Maas en OKI

Bijlage 4b: Correlatiecoëfficiënten (R^2) “optimale” score voor alle voorkomende taxa

Correlatiecoëfficiënten >0,50 zijn gemarkeerd.

	R^2	R^2 exclusief kunstmatig substraat
Totaal aantal taxa	0,3174	0,1836
IN	0,3803	0,2688
LB + LP	0,2554	0,1095
LB + LP + LR	0,2138	0,1241
RB + RP	0,0570	0,0203
RB + RP + RL	0,0483	<0,0000
LR + RB + RP + RL	0,1109	0,0241

Overzicht samenhang tussen groepen met verschillende stromingvoorkeuren en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,1804	0,4792	0,3870	0,2240	0,4635
IN	0,3079	0,5142	0,6184	0,1789	0,5584
LB + LP	0,2459	0,0990	0,3138	0,2762	0,4199
LB + LP + LR	0,2505	0,1662	0,3959	0,3480	0,4385
RB + RP	0,0770	0,2207	- 0,0109	0,0011	0,2198
RB + RP + RL	0,0031	0,2891	- 0,0937	0,0365	0,1765
LR + RB + RP + RL	0,0536	0,3033	0,0067	0,1578	0,2638

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,1838	0,3654	0,4467	0,1069	0,1426
IN	0,3871	0,3925	0,6676	0,0708	0,4100
LB + LP	0,2341	0,0036	0,2747	0,2062	0,0005
LB + LP + LR	0,1834	0,0175	0,2741	0,2335	0,1170
RB + RP	0,0813	0,1077	- 0,0926	0,0029	0,0003
RB + RP + RL	- 0,0329	0,0857	- 0,3044	0,0108	- 0,0037
LR + RB + RP + RL	0,0010	0,0668	0,0333	0,0759	0,0406

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI exclusief kunstm.substr.

	Grind	kunst	slib	stenen	Zand
Totaal	0,0062	0,4532	0,2355	0,2611	0,3594
IN	0,0727	0,4983	0,3328	0,1685	0,4836
LB + LP	0,0403	0,5518	- 0,6250	0,1046	0,4065
LB + LP + LR	0,0205	0,3215	- 0,1500	0,1744	0,4078
RB + RP	- 0,0013	0,0828	0,5714	- 0,0245	0,0502
RB + RP + RL	- 0,0016	0,1508	0,0311	- 0,0378	0,0386
LR + RB + RP + RL	0,0001	0,2332	0,0084	0,0312	0,1370

Samenhang tussen taxa per substraattipe en OKI.

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug- beg. sept *	aug/sept/ okt
Totaal	0,3902	0,3373	0,1255	0,2142	0,2070	0,2265
IN	0,4837	0,4470	0,2164	0,3164	0,2967	0,3226
LB + LP	0,1579	0,3241	0,1726	0,2448	0,2592	0,2743
LB + LP + LR	0,2381	0,3923	0,1643	0,2449	0,2566	0,2646
RB + RP	0,1486	0,0137	0,0027	0,0035	0,0039	0,0025
RB + RP + RL	0,1338	<0,0000	0,0008	<0,0000	<0,0014	0,0020
LR + RB + RP + RL	0,1699	0,0788	0,0299	0,0498	0,0398	0,0675

Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug/ begin sept	aug/sept/ok t
Totaal	0,2864	0,1780	0,0885	0,1283	0,1544	0,1371
IN	0,4219	0,2587	0,1529	0,2049	0,1791	0,2113
LB + LP	0,0038	0,2802	0,1132	0,1884	0,2452	0,1915
LB + LP + LR	0,0590	0,2922	0,1055	0,1869	0,1814	0,1948
RB + RP	0,0626	0,0066	<0,0000	0,0002	0,0002	0,0040
RB + RP + RL	0,0135	- 0,0186	- 0,0226	- 0,0174	- 0,0310	0,0042
LR + RB + RP + RL	0,0393	0,0233	0,0010	0,0106	0,0054	0,0198

Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI exclusief kunstm.substr.

	Benede n maas	Bergsche Maas	Boven maas	Getijde maas	Grens maas	Noordelijke Maas	Plassen maas
Totaal	0,0145	0,3362	0,0915	0,0173	0,1980	0,2094	0,2464
IN	0,0178	0,4875	0,153	0,2000	0,2416	0,4808	0,5002
LB + LP	- 0,0663	0,0829	- 0,0015	0,3636	0,0560	0,1290	0,0211
LB + LP + LR	0,0097	0,1498	- 0,0075	0,0000	0,0783	0,0700	0,0483
RB + RP	0,0585	0,2176	0,1948	0,0175	0,0220	0,1607	0,1048
RB + RP + RL	0,0068	0,0351	0,0457	- 0,0909	0,0820	0,0711	0,1980
LR+RB+RP+RL	0,0412	0,0915	0,0295	- 0,1379	0,1209	0,0601	0,1849

Samenhang tussen monsters afkomstig uit deeltrajecten van de Maas en OKI

Bijlage 4c: Correlatiecoëfficiënten (R^2) aangepaste “optimale” score voor alle voorkomende taxa

Correlatiecoëfficiënten $>0,50$ zijn gemarkeerd.

	R^2	R^2 exclusief kunstmatig substraat
Totaal aantal taxa	0,2264	0,1204
IN	0,3200	0,2234
LB + LP	0,2172	0,0572
LB + LP + LR	0,1446	0,0656
RB + RP	0,0208	0,0070
RB + RP + RL	0,0287	- 0,0008
LR + RB + RP + RL	0,0613	0,0080

Overzicht samenhang tussen groepen met verschillende stromingvoorkeuren en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,0673	0,2750	0,3354	0,2013	0,3369
IN	0,1763	0,3902	0,5778	0,1666	0,4785
LB + LP	0,1037	0,1463	0,2317	0,3481	0,2767
LB + LP + LR	0,0847	0,1938	0,3078	0,3003	0,1803
RB + RP	0,0031	0,0504	- 0,0027	0,0011	0,1228
RB + RP + RL	<0,0000	0,0971	0,0598	0,0384	0,1230
LR + RB + RP + RL	0,0098	0,1429	0,0107	0,1234	0,1286

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI

	1996	1997	1998	2000	2001
Totaal	0,0925	0,2493	0,3238	0,1038	0,0040
IN	0,2326	0,3368	0,5984	0,0846	0,1450
LB + LP	0,0754	- 0,0005	0,1565	0,2822	- 0,0735
LB + LP + LR	0,0601	0,1096	0,1712	0,2206	- 0,0043
RB + RP	0,0001	0,0063	- 0,0400	0,0067	0,0046
RB + RP + RL	- 0,0151	0,0137	- 0,1976	0,0138	- 0,1127
LR + RB + RP + RL	<0,0000	0,0596	- 0,0182	0,0631	- 0,0402

Samenhang tussen taxa aangetroffen in een bepaald jaar en OKI exclusief kunstm.substr.

	Grind	kunst	slib	stenen	Zand
Totaal	0,0426	0,3273	0,1937	0,1567	0,0888
IN	0,1690	0,4227	0,2576	0,1364	0,1921
LB + LP	0,0649	0,5362	- 0,6469	0,0200	0,1531
LB + LP + LR	0,0492	0,2419	- 0,1662	0,0525	0,1204
RB + RP	<0,0000	0,0271	0,6868	- 0,0394	0,0034
RB + RP + RL	0,0017	0,1003	0,0374	- 0,0359	0,0027
LR + RB + RP + RL	0,0117	0,1396	0,0093	0,0027	0,0220

Samenhang tussen taxa per substraattype en OKI.

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug- beg. sept *	aug/sept/ okt
Totaal	0,2168	0,2984	0,0725	0,1481	0,1310	0,1688
IN	0,3660	0,3935	0,1795	0,2585	0,2478	0,2684
LB + LP	0,1524	0,2782	0,1361	0,1930	0,1717	0,2245
LB + LP + LR	0,1784	0,2895	0,1073	0,1615	0,1491	0,1860
RB + RP	0,0394	0,0344	- 0,0103	<0,0001	0,0024	<0,0000
RB + RP + RL	0,0356	0,0042	- 0,0032	<0,0000	0,0003	0,0028
LR + RB + RP + RL	0,0599	0,0747	0,0114	0,029	0,0295	0,0459

Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI

	mei	Aug.	sept.	aug./ sept.	eind aug/ begin sept	aug/sept/ok t
Totaal	0,1238	0,1708	0,0703	0,0948	0,1509	0,1371
IN	0,2668	0,2692	0,1478	0,1767	0,1777	0,2113
LB + LP	- 0,0080	0,2522	0,1016	0,1507	0,2129	0,1915
LB + LP + LR	0,0195	0,2370	0,0858	0,1298	0,1433	0,1948
RB + RP	0,0124	0,0186	0,0262	- 0,0045	0,0004	0,0040
RB + RP + RL	- 0,0037	0,0067	0,0271	- 0,0181	- 0,0160	- 0,0042
LR + RB + RP + RL	0,0037	0,0230	<0,0000	0,0033	0,0053	0,0198

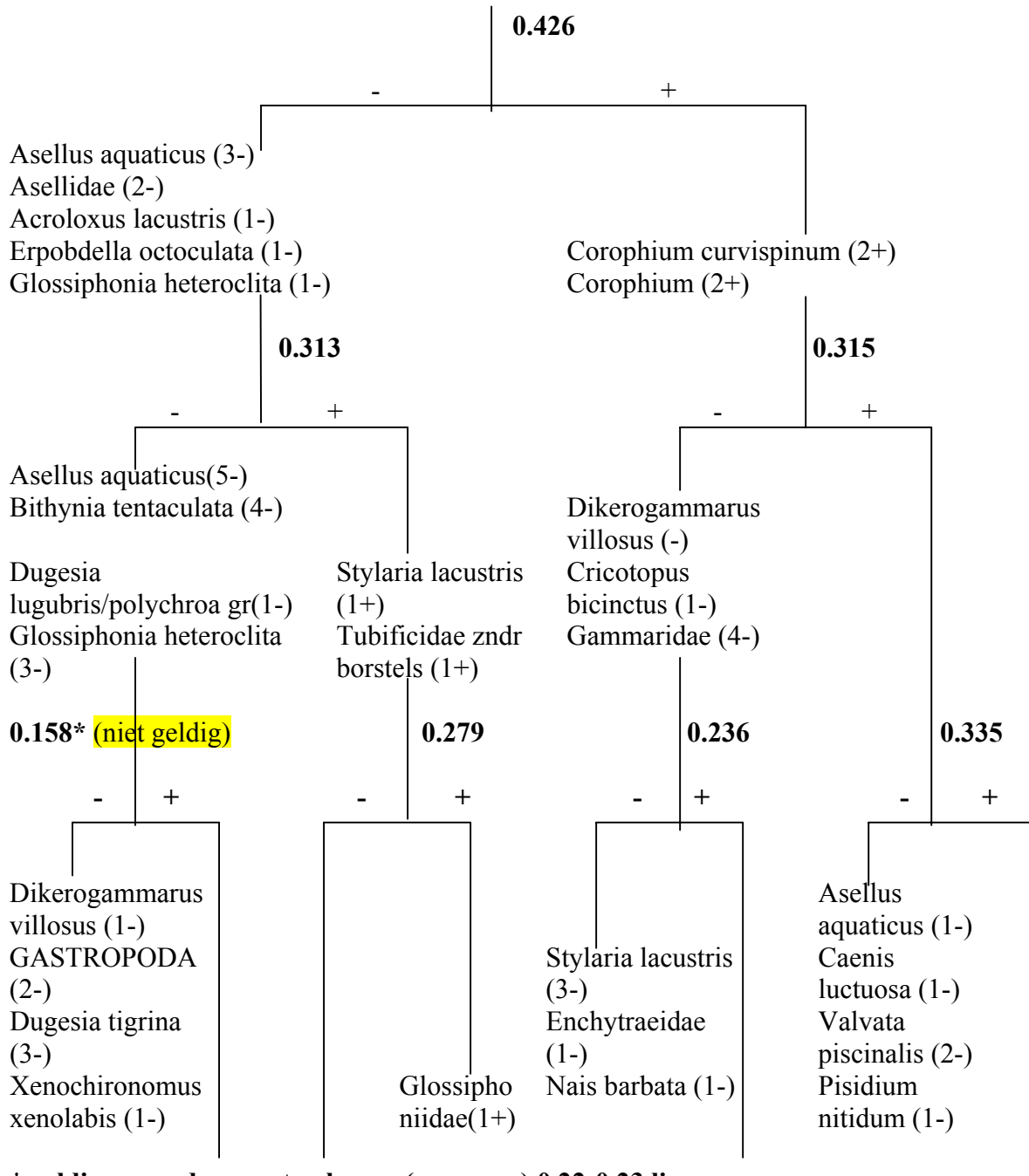
Samenhang tussen monsters genomen in een bepaalde maand en OKI exclusief kunstm.substr.

	Benede n maas	Bergsche Maas	Boven maas	Getijde maas	Grens maas	Noordelijke Maas	Plassen maas
Totaal	0,0061	0,2924	0,0436	0,0173	0,2449	0,1657	0,1691
IN	0,0009	0,5283	0,1036	0,2000	0,2883	0,4348	0,3878
LB + LP	- 0,0901	0,1312	- 0,0190	0,3636	0,0703	0,0934	0,0012
LB + LP + LR	0,0029	0,1856	- 0,0377	0,0000	0,0994	0,0450	0,0194
RB + RP	0,0335	0,1603	0,1374	0,0175	0,0313	0,1353	0,0582
RB + RP + RL	0,0076	0,0087	0,0499	- 0,0909	0,1059	0,0620	0,1549
LR+RB+RP+RL	0,0336	0,0526	0,0215	- 0,1379	0,1555	0,0472	0,1395

Samenhang tussen monsters afkomstig uit deeltrajecten van de Maas en OKI

Bijlage 5: TWINSPAN-analyse

Splitsingsboom (overzicht)



* geldige waarden moeten boven (ongeveer) 0,22-0,23 liggen

5a. Splitsingsboom inclusief bijbehorende locaties

Scheiding op het eerste niveau vond plaats aan de hand van de volgende soorten:

Asellus aquaticus ASEL AQUA3(-)
Asellidae ASEL LIAE2(-)
Acroloxus lacustris ACLO LACU1(-)
Erpobdella octoculata ERPO OCTO1(-)
CURV2(+)
Glossiphonia heteroclita GLSI HETE1(-)

Scheidingswaarde .426

Corophium curvispinum CORO

Corophium CORO PHSP2(+)

Berg of Bergen:

Grind: sept '96(W), mei '97 (W),
sept '00(M), okt '00 (W)

Steen: sept '96, mei '97,

Borgharen (kunstmatig):

april-sept '96, april-okt '97, april-aug '98,
april-okt '99, april-okt '00, april-okt '01,
april-okt '02, april-sept '03

Eijsden:

Grind: sept '98(W), aug '00(W), mei '01 (W)

Kunstmatig: aug '98, aug '00, maart '01
mei '01,

Steen: aug '98, aug '00, mei '01

Zand: aug '98(M), aug '00(M), mei '01,

Elsloo

Grind: mei '97(W), okt '00(W)

Steen: sept '96, mei '97

Zand: sept '96(W)

Geulle

Grind: mei '97(W)

Kunstmatig: mei '97

Grevenbicht

Kunstmatig: sept '96, mei '97

Keizersveer

Kunstmatig: sept '96

Maasband

Grind: sept '96 (M/S)

Kunstmatig: sept '96, mei '97

Ohe/Laak

Grind: mei '97(W), sept '00(W)

Steen: sept '96, mei '97

Zand: sept '96 (W)

Ool

Grind: mei '97(W)

Kunstmatig: mei '97

Belfeld:

Grind: sept '98(W), aug '00(W), mei '01(W)

Kunstmatig: aug '98, aug '00, mei '01

Steen: aug '98, aug '00, mei '01

Zand: aug '98(M), aug '00(M), mei '00(M)

Berg of Bergen:

Kunstmatig: sept '96(S), mei '97 (S),

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Zand: sept '96(V), juni '97(V), sept '00(V)

Drongelen:

Kunstmatig: sept '96, mei '97

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Zand: sept '96(V), mei '97(V), sept '00(V)

Elsloo: Grind: sept '00(M)

Geulle: Grind: sept '00(M)

Gewande:

Kunstmatig: okt '96, mei '97

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Zand: sept '96(V), mei '97(V), sept '00(V)

Grave:

Kunstmatig: april-sept '96, april-okt '97, mei-
aug '98, april-sept '99, april-okt '00, mei-
okt '01, april-okt '02, april-okt '03

Steen: mei '97, sept '96, sept '00

Zand: mei '97(V), sept '96(V), sept '00(V)

Grevenbicht:

Grind: sept '00(M)

Zand: sept '96(W), mei '97(M)

Keizersveer:

Kunstm.: mei '97, aug '98, aug '00, mei '01

Slib: sept '96(V), aug '98(V), aug '98 (M),

aug '00(V), aug '00(M), mei '01(M)

Steen: sept '96, mei '97, aug '98, aug '00, mei '01

Zand: mei '97(V), mei '01(V)

Maasband:

Grind: mei '97(M), sept '00(M)

Ohe: Grind: sept '00(M)

Ool:

Grind: sept '96(W), sept '00(W)

Kunstmatig: sept '96

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Zand: sept '96 (V)

Scheiding op het tweede niveau, binnen groep 0 (-)

Scheiding vond plaats aan de hand van de volgende soorten:

Asellus aquaticus ASEL AQUA5(-)	scheidingswaarde: 0,313
Bithynia tentaculata BINI TENT4(-)	
Dugesia lugubris/polychroa gr DUGE LUPO1(-)	Stylaria lacustrisSTLA LACU1(+)
Glossiphonia heteroclitaGLSI HETE3(-)	Tubificidae zndr borstelsTUF1 CIAZ1(+)

-	+
Borgharen: Kunstmatig: april-sept '96, april-okt '97, april-okt '98, april-okt '99, mei-okt '00, mei-okt '01, april-okt '02, april-sept '03 Eijsden: Grind: aug '00(W) Kunstm.: aug '98 Steen: aug '98 Grevenbicht: Kunstmatig: sept '96 Keizersveer: Kunstmatig: sept '96 Maasband: Kunstmatig: sept '96	Berg of Bergen: Grind: sept '96(W), mei '97(W), sept '00(M), okt '00(W), Steen: sept '96, mei '97, Borgharen: Kunstmatig: mei '97, april '00, april '01 Eijsden: Grind: sept '98(W), mei '01(W) Kunstmatig: aug '00, maart '01, mei '01 Steen: aug '00, mei '01 Zand: aug '98(M), aug '00(M), mei '01(M) Elsloo: Grind: mei '97(W), okt '00(W) Steen: sept '96, mei '97 Zand: sept '96(W) Geulle: Grind: mei '97(W) Kunstm: mei '97 Grevenbicht: Kunstmatig: mei '97 Maasband: Grind: sept '96(M) Kunstmatig: mei '97 Ohe: Grind: mei '97(W), sept '00(W) Steen: sept '96, mei '97 Zand: sept '96(W?) Ool: Grind: mei '97(W) Kunstmatig substraat: mei '97

Scheiding op het tweede niveau, binnen groep 1 (+)

Dikerogammarus villosus DIKE VILL(-)
Cricotopus bicinctus CRIC BICI1(-)
Gammaridae GAMM ARAE4(-)

scheidingswaarde: 0,315

Belfeld:

Grind: aug '00(W), mei '01(W)

Kunstmatig: aug '98, aug '00, mei '01

Steen: aug '98, aug '00, mei '01

Zand: aug '98(M), aug '00(M), mei '00(M)

Berg of Bergen:

Kunstmatig: sept '96(S), mei '97 (S),

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Drongelen:

Kunstmatig: sept '96, mei '97

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Zand: sept '96(V), mei '97(V), sept '00(V)

Geulle:

Grind: sept '00(M)

Gewande:

Kunstmatig: okt '96, mei '97

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Grave (kunstmatig):

Kunstmatig: april-sept '96, april-okt '97, mei-

aug '98, april-sept '99, april-okt '00, mei-

okt '01, april-okt '02, april-okt '03

Steen: mei '97, sept '00

Grevenbicht:

Zand: mei '97(M)

Keizersveer:

Kunstm.: mei '97, aug '98, aug '00, mei '01

Slib: aug '00(M), mei '01(M)

Steen: sept '96, mei '97, aug '98, aug '00, mei '01

Maasband:

Grind: mei '97(M)

Ohe: Grind: sept '00(M)

Ool:

Grind: sept '00(W)

Kunstmatig: sept '96

Steen: sept '96, mei '97, sept '00

Belfeld:

Grind: sept '98(W)

Berg of Bergen:

Zand: sept '96(V), juni '97(V), sept '00(V)

Drongelen:

Zand: sept '96(V), mei '97(V), sept '00(V)

Elsloo:

Grind: sept '00(M)

Gewande:

Zand: sept '96(V), mei '97(V), sept '00(V)

Grave:

Steen: sept '96

Zand: mei '97(V), sept '96(V), sept '00(V)

Grevenbicht:

Grind: sept '00(M)

Zand: sept '96(W)

Keizersveer:

Slib: sept '96(V), aug '98(V), aug '98 (M),
aug '00(V)

Zand: mei '97(V), mei '01(V)

Maasband:

Grind: sept '00(M)

Ool:

Grind: sept '96(W)

Zand: sept '96 (V)

Scheiding op het derde niveau, binnen groep 0 0 (- -)

Dikerogammarus villosus DIKE VILL1(-)

GASTROPODA GAST ROPO2(-)

Dugesia tigrina DUGE TIGR3(-)

Xenochironomus xenolabis XECH XENO1(-)

Scheidingswaarde 0,158 (niet geldig)

Borgharen (kunstmatig):

juni-okt '97, mei-okt '98,
mei-okt '99, mei-okt '00, juni-okt '01,
juni-okt '02, juni - sept '03

Eijsden:

Grind: aug '00(W)

Borgharen (kunstmatig):

april-sept '96, april-mei '97, okt '97, april '98,
april '99, mei '01, april-mei '02, april-mei '03

Eijsden:

Kunstmatig: aug '98

Steen: aug '98

Grevenbicht

Kunstmatig: sept '96

Keizersveer

Kunstmatig: sept '96

Maasband

Kunstmatig: sept '96

Scheiding op het derde niveau, binnen groep 0 1 (- +)

Glossiphoniidae GLSI PHAE1(+)	
Scheidingsgetal 0,279	
-	+
Berg of Bergen: Grind: sept '96(W), mei '97 (W), sept '00(M), okt '00 (W) Steen: sept '96, mei '97, Borgharen (kunstmatig): mei '97 Eijsden: Grind: sept '98(W) Steen: aug '00 Zand: aug '98(M), aug '00(M), Elsloo Grind: mei '97(W), okt '00(W) Steen: sept '96, mei '97 Zand: sept '96(W) Geulle Grind: mei '97(W) Kunstmatig: mei '97 Grevenbicht Kunstmatig: mei '97 Maasband Grind: sept'96 (M/S) Kunstmatig: mei '97 Ohe/Laak Grind: mei '97(W), sept '00(W) Steen: sept '96, mei '97 Zand: sept '96 (W) Ool Grind: mei '97(W) Kunstmatig: mei '97	Borgharen (kunstmatig): april '00, april '01, april-okt '02, april-sept '03 Eijsden: Grind: mei '01 (W) Kunstmatig: aug '00, maart '01, mei '01 Steen: mei '01 Zand: mei '01

Scheiding op het derde niveau, binnen groep 1 0 (+ -)

Stylaria lacustris STLA LACU3(-)
 Enchytraeidae ENEI DAE 1(-)
 Nais barbata NAIS BARB1(-)

scheidingsgetal 0,236

	-	+
Belfeld:		Belfeld:
Kunstmatig: mei '01		Grind: aug '00(W), mei '01(W)
Steen: mei '01		Kunstmatig: aug '98, aug '00
Zand: mei '01(M)		Steen: aug '98, aug '00,
Berg of Bergen:		Zand: aug '98(M), aug '00(M)
Kunstmatig: mei '97 (S)		Berg of Bergen:
Steen: mei '97		Kunstmatig: sept '96(S),
Drongelen:		Steen: sept '96, sept '00
Kunstmatig: mei '97		Drongelen:
Steen: mei '97		Kunstmatig: sept '96
Gewande:		Steen: sept '96, sept '00
Kunstmatig: mei '97		Geulle:
Grave:		Grind: sept '00(M)
Kunstmatig: mei '97		Gewande:
Steen: mei '97		Kunstmatig: okt '96
Grevenbicht:		Steen: sept '96, mei '97, sept '00
Zand: mei '97(M)		Grave (kunstmatig):
Keizersveer:		Kunstmatig: april-sept '96, april '97, juni-okt '97,
		mei- aug '98, april -okt '99, april-okt '00, mei-
		okt '01, april-okt '02, april-okt '03
		Steen: sept '00
Kunstm.: mei '97, mei '01		Keizersveer:
Maasband:		Kunstm.: aug '98, aug '00
Grind: mei '97(M)		Slib: aug '00(M), mei '01(M)
Ool:		Steen: sept '96, mei '97, aug '98, aug '00, mei '01
Steen: mei '97		Maasband:
		Grind: mei '97(M)
		Ohe: Grind: sept '00(M)
		Ool:
		Grind: sept '00(W)
		Kunstmatig: sept '96
		Steen: sept '96, sept '00

Scheiding op het derde niveau, binnen groep 1 1 (+ +)

Asellus aquaticus ASEL AQUA1(-)
 Caenis luctuosa CAEN LUCT1(-)
 Valvata piscinalis VALV PISC2(-)
 Pisidium nitidum PISI NITI1(-)

scheidingsgetal: 0,335

Belfeld:

Grind: sept '98(W)

Drongelen:

Zand: sept '96(V)

Gewande:

Zand: sept '96(V)

Grevenbicht:

Grind: sept '00(M)

Zand: sept '96(W)

Keizersveer:

Slib: sept '96(V), aug '98(M)

Maasband:

Grind: sept '00(M)

Ool:

Grind: sept '96(W)

Zand: sept '96 (V)

Grind: sept '96(W)

Zand: sept '96 (V)

+

Berg of Bergen:

Zand: sept '96(V), juni '97(V), sept '00(V)

Drongelen:

Zand: mei '97(V), sept '00(V)

Elsloo:

Grind: sept'00(M)

Gewande:

Zand: smeit '97(V), sept'00(V)

Grave:

Steen: sept'96

Zand: mei '97(V), sept '96(V), sept '00(V)

Keizersveer:

Slib: aug '98(V), aug '00(V)

Zand: mei '97(V), mei '01(V)

5.b Betekenis afkortingen soorten volgens *Bayerisches Landesamt, 1996*

Habitat:

- Los klein sediment (slib, slijk <0,063mm):
- Vast klein sediment (leen, klei < 0,063 mm)
- Fijn tot grofzand:
- Fijn zand met kiezels:
- Stenen:
- Flab, hogere waterplanten:
- Organisch materiaal (detritus, hout, wortels):
- Niet nader omschreven substraat:

Stromingvoorkeur: (reeds bekend)

Manier van voorbewegen:

- In stilstaanwater zwevend/in stroming drijvend:
- Actief zwemmend of duikend:
- Gravend (zachte substraten)/borend (harde substraten)
- Kruipen of lopen
- Vastzittend op hard substraat
- Anders, meest half in water, vliegen of springen

Voedseltype:

- Grazers:
- Mineerders:
- Houteters:
- Knippers:
- Verzamelaars:
- Actieve filter-feeders:
- Passieve filter-feeders:
- Rovers:
- Parasiet:
- Onbekend:

Levensvorm:

- Planktonisch
- Benthisch
- Planktisch/benthisch
- Parasiet
- Amfibisch

Biozonotische regio:

- **KR: Krenal**
- **RI: Rhithral**
- **PO: Potamal**
- EK: Eukrenal
- HK: Hypokrenal
- ER: Epirhithral
- MR: Metarhithral
- HR: hyporithral
- EP: Epipotamal
- MP: Metapotamal
- HP: Hypopotamal

Litoraal/ profundaal:

- LI: litoral
- PR: profundal
- SO: overige

Overig:**Habitat:**

- Stromingvoorkeur:
- Manier van voorbewegen:
- Voedseltype:
- Levensvorm:
- Biozonotische regio:
- Litoraal/ profundaal:
- Overig:

5c. Eigenschappen van onderscheidende soorten

Eigenschappen soorten splitsing op het eerste niveau

Groep 0 onderscheidt zich van groep 1 door aanwezigheid van:

- *Asellus aquaticus* (3-)
 - o Habitat: Organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 4, Flab, hogere waterplanten: 3, Stenen: 2, Los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): , Fijn tot grofzand: +, Fijn zand met kiezels: +
 - o Stromingvoorkeur: IN (indifferent), over het algemeen in langzaam stromende binnenwateren
 - o Manier van voorbewegen:
 - In stilstaand water zwevend/in stroming drijvend: 5, Kruipen of lopen: 5 (tussen stenen)
 - o Voedseltype: Knippers: 7, Verzamelaars: 2, Grazers: 1, Houteters: +, Rovers: +
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 5, Rhithral: 3, Krenal: +**
 - Epipotamal: 2, Metapotamal: 2, Hypopotamal: 1 pnt, Eukrenal: 1, Epirhithral:1, Metarhithral:1,hyporhithral:1
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, overige: +
 - o Overig: meest algemene waterpissebed, ook aan te treffen bij sterke organische verontreiniging. Sterkere stroomsnelheden en meer zuurstofrijke omstandigheden hebben negatief effect op voorkomen
- *Asellidae* (2-)
- *Acroluxus lacustris* (1-)
 - o Habitat: fab, hogere waterplanten: 9 (met name hogere waterplanten), organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 1, stenen: +
 - o Stromingvoorkeur: LP (stilstaand water, zelden zwakstromend)
 - o Manier van voorbewegen: kruipen of lopen: 10
 - o Voedseltype: grazers: 9, verzamelaars: 1
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 4, Rhithral: +**
 - Epipotamal: 2 pnt, Metapotamal: 2 pnt, Hypopotamal: +, hyporithral: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 5, overig: 1
 - o Overig: Voorkomend tot op 13 m diepte, heldere wateren. Verdraagt lage zuurstofgehalten (hogere zuurstofgehalten hebben dus een negatieve invloed). Graast kiezel- en *blauwalgen* af vanaf rietstengels.
- *Erpobdella ocotoculata* (1-)
 - o Habitat: stenen: 5, flab, hogere waterplanten: 4, los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 1, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): +, fijn tot grofzand: +
 - o Stromingvoorkeur: IN (indifferent)
 - o Manier van voorbewegen: Kruipen of lopen: 7, actief zwemmend of duikend: 3
 - o Voedseltype: rovers: 10, verzamelaars: +
 - o Levensvorm:Benthisch
 - o Biozonotische regio: **krenal: 2, rhithral: 3, potamal: 3**

- o Litoraal/ profundaal: litoraal: 1, profundal: 1, overige: +
- o Overig: algemene soort, tolerantie voor verontreiniging, brak water

Glossiphonia heteroclita (1-)

- o Habitat: stenen: 5, flab, hogere waterplanten: 5
- o Stromingvoorkeur: IN (indifferent)
- o Manier van voortbewegen: kruipen of lopen: 10
- o Voedseltype: rovers: 10 pnt
- o Levensvorm: benthisch
- o Biozonotische regio: **potamal: 6, rhithral 1**
 - epipotamal: 3, metapotamal: 2, hypopotamal: 1, hyporithral: 1
- o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, profundal: 1
- o Overig: ook tolerant voor brak water, leeft van het uitsuigen van slakken, wormen, muggenlarven etc.

Groep 1 onderscheidt zich van zijn kant van groep 0 door aanwezigheid van:

- Corophium curvispinum (2+)
 - o Habitat: stenen: 10
 - o Stromingvoorkeur: RP (stromingslievend)
 - o Voedseltype: filter-feeders: 10
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 7, rhithral: +**
 - Epipotamal: 3, metapotamal: 3, hypopotamal: 1, hyporithral: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 3
 - o Overig: ... Waarschijnlijk overige rivierdelen nog niet bereikt
- Corophium (2+)

Eigenschappen soorten splitsing op niveau 2

Binnen groep 0 onderscheidt groep 0 0 zich van groep 0 1 door voorkomen van:

- Asellus aquaticus(5-):
 - o Habitat: Organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 4, Flab, hogere waterplanten: 3, Stenen: 2, Los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): , Fijn tot grofzand: +, Fijn zand met kiezels: +
 - o Stromingvoorkeur: IN (indifferent), over het algemeen in langzaam stromende binnenwateren
 - o Manier van voorbewegen:
 - In stilstaand water zwevend/in stroming drijvend: 5, Kruipen of lopen: 5 (tussen stenen)
 - o Voedseltype: Knippers: 7, Verzamelaars: 2, Grazers: 1, Houteters: +, Rovers: +
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 5, Rhithral: 3, Krenal: +**
 - Epipotamal: 2, Metapotamal: 2, Hypopotamal: 1 pnt, Eukrenal: 1, Epirhithral: 1, Metarhithral: 1, hyporhithral: 1
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, overige: +
 - o Overig: meest algemene waterpissebed, ook aan te treffen bij sterke organische verontreiniging. Sterkere stroomsnelheden en meer zuurstofrijke omstandigheden hebben negatief effect op voorkomen

- *Bithynia tentaculata* (4-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 4, stenen: 3, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 2, los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 1
 - o Stromingvoorkeur: IN
 - o Manier van voorbewegen: kruipen of lopen: 8, Gravend (zachte substraten)/borend (harde substraten): 2
 - o Voedseltype: verzamelaars: 5, grazers: 3, filtreerders: 2
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 3, Rhithral: 2**
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 3, profundaal: 1, overige: 1
 - o Overig: tolerantie voor (matige, organische) verontreiniging, tolerantie voor tijdelijke droogval van wateren, tot 1,2% zoutgehalte, voorkeur voor kalkrijke wateren, kruipt graag onder stenen en ander hard substraat., in zomer voorkomend tot op 10 m waterdiepte. Voorkomen neemt met toenemende hydraulische stress af.

- *Dugesia lugubris*(samen met polychroa)(1-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 10
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, ook wel rustige delen van stromend water (LR)
 - o Manier van voorbewegen: kruipen of lopen: 10
 - o Voedseltype: rover: 10
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Overig: Redelijk sterke tolerantie voor temperatuurschommelingen en organische verontreiniging

- *Dugesia polychroa* (samen met lugubris)(1-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 10
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, zelden zwakstromend (LP)
 - o Voedseltype: rover: 8, anders: 2
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **rhithral: 1, potamal: +**
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 6, overige: 1, profundaal: +
 - o Overig: Redelijk sterke tolerantie voor temperatuurschommelingen (eurytherm)

- *Glossiphonia heteroclita* (3-)
 - o Habitat: stenen: 5, flab, hogere waterplanten: 5
 - o Stromingvoorkeur: IN (indifferent)
 - o Manier van voortbewegen: kruipen of lopen: 10
 - o Voedseltype: rovers: 10 pnt
 - o Levensvorm: benthisch
 - o Biozonotische regio: **potamal: 6, rhithral 1**
 - epipotamal: 3, metapotamal: 2, hypopotamal: 1, hyporithral: 1
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, profundaal: 1
 - o Overig: ook tolerant voor brak water, leeft van het uitsuigen van slakken, wormen, muggenlarven etc.

Groep 0 1 onderscheidt zich van groep 0 0 door voorkomen van:

- *Stylaria lacustris* (1+) :
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 5, los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 4, stenen: 1, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): +
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, zelden zwakstromend (LP)
 - o Manier van voorbewegen: kruipen of lopen: 6, actief zwemmend of duikend: 4
 - o Voedseltype: Verzamelaars: 7, grazers: 3
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **potamal: 3, rhithral: +**
 - Epipotamal: 1, Metapotamal: 1, Hypopotamal: 1, hyporhithral: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 5, profundaal 1, overige: 1
 - o Overig: zwak zout-tolerantie, soort kan zich ook bij sterk voorkomen organische substanties massaal ontwikkelen, bij stromingssnelheden boven 0,2 m/s vervangen door Nais-soorten
- Tubificidae zndr borstels (1+)
 - o Habitat: los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 5, fijn tot grof zand: 2, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 2, fijn zand met kiezels: 1
 - o Stromingvoorkeur: onbekend
 - o Manier van voorbewegen:
 - o Voedseltype: Verzamelaars: 9, mineerders: 1
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Overig: voorkomend op fijne sedimenttypen

Binnen groep 1 onderscheidt groep 1 0 zich van groep 1 1 door voorkomen van:

- *Dikerogammarus villosus* (-)
 - o Habitat: algemeen?
 - o Stromingvoorkeur: onbekend
 - o Manier van voorbewegen:...
 - o Voedseltype: : rovers: 3, verzamelaars: 2, knippers: 2, onbekent: 2, grazers: 1, houteters: +
 - o Levensvorm: benthisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 10
 - epipotamal: 4, metapotamal: 3, hypopotamal: 3
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal:1, overig: 1
 - o Overig:
- *Cricotopus bicinctus* (1-): soort *bicinctus* niet bekend in de beschikbare literatuur, hier *Cricotopus spec.*
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten, stromingsminnend

Gammaridae (4-)

Eigenschappen soorten splitsing op niveau 3

Binnen groep 0 0 onderscheidt groep 0 0 0 zich van groep 0 0 1 door voorkomen van (onderscheidende factor niet hoog genoeg):

- *Dikerogammarus villosus* (-)
 - o Habitat: algemeen?
 - o Stromingvoorkeur: onbekend
 - o Manier van voorbewegen: ...
 - o Voedseltype: : rovers: 3, verzamelaars: 2, knippers: 2, onbekent: 2, grazers: 1, houteters: +
 - o Levensvorm: bentisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 10
 - epipotamal: 4, metapotamal: 3, hypopotamal: 3
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal:1, overig: 1
 - o Overig:
- *GASTROPODA*(2-)
- *Dugesia tigrina* (3-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten:10
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, ook wel rustige delen van stromend water (LR)
 - o Manier van voorbewegen: kruipend of lopend: 10
 - o Voedseltype: rover: 10
 - o Levensvorm: bentisch
 - o Biozonotische regio: rhithral: 3
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 7
 - o Overig: weinig tolerantie voor waterverontreiniging en temperatuurschommelingen, thermofiel
- *Xenochironomus xenolabis* (1-)
 - o Habitat:
 - o Stromingvoorkeur: onbekend
 - o Manier van voorbewegen:
 - o Voedseltype: parasiet: 10
 - o Levensvorm: plantonisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 3, rhithral: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 5, overige: 2
 - o Overig: Kan ook voorkomen in veenplassen

Binnen groep 0 1 onderscheidt groep 0 1 1 zich van groep 0 1 0 door voorkomen van:

- *Glossiphoniidae*(1+): (te algemeen voor het geven van specificaties)

Binnen groep 1 0 onderscheidt groep 1 0 0 zich van groep 1 0 1 door voorkomen van:

- *Stylaria lacustris* (3-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 5, los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 4, stenen: 1, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): +
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, zelden zwakstromend (LP)
 - o Manier van voorbewegen: kruipen of lopen: 6, actief zwemmend of duikend: 4
 - o Voedseltype: Verzamelaars: 7, grazers: 3
 - o Levensvorm: Bentisch
 - o Biozonotische regio: **potamal: 3, rhithral: +**

- Epipotamal: 1, Metapotamal: 1, Hypopotamal: 1, hyporhithral: +
- o Litoraal/ profundaal: litoraal: 5, profundaal 1, overige: 1
- o Overig: zwak zout-tolerantie, soort kan zich ook bij sterk voorkomen organische substanties massaal ontwikkelen, bij stromingssnelheden boven 0,2 m/s vervangen door Nais-soorten
- Enchytraeidae (1-)
 - o Habitat: los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): 5, fijn tot grofzand: 2, flab, hogere waterplanten: 2, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 1
 - o Stromingvoorkeur: stromend water, rustige delen (RL)
 - o Manier van voorbewegen:...
 - o Voedseltype: verzamelaars: 9, overig: 1
 - o Levensvorm: benthisch
 - o Biozonotische regio:rhithral: 3, krenal: 2, potamal: 1
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, profundaal 1, overig: 1
 - o Overig: meeste soorten bewonen vochtige aarde en mos
- Nais barbata (1-)
 - o Habitat: flab, hogere waterplanten: 7, overig (niet nader omschreven): 3
 - o Stromingvoorkeur: stromingslievend (RP)
 - o Manier van voorbewegen: ...
 - o Voedseltype: grazers 5, verzamelaars: 5
 - o Levensvorm: benthisch
 - o Biozonotische regio:krenal: 6, rhithral: 4, potamal: +
 - Eukrenal: 3, hypokrenal: 3, epirhithral: 2, metarhithral: 1, hyporhithral: 1, epipotamal: +
 - o Litoraal/ profundaal:...
 - o Overig:

Binnen groep 1 1 onderscheidt groep 1 1 0 zich van groep 1 1 1 door voorkomen van:

- Asellus aquaticus (1-)
 - o Habitat: Organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 4, Flab, hogere waterplanten: 3, Stenen: 2, Los klein sediment (slib, slijk <0,063mm): , Fijn tot grofzand: +, Fijn zand met kiezels: +
 - o Stromingvoorkeur: IN (indifferent), over het algemeen in langzaam stromende binnenwateren
 - o Manier van voorbewegen:
 - In stilstaand water zwevend/in stroming drijvend: 5, Kruipen of lopen: 5 (tussen stenen)
 - o Voedseltype: Knippers: 7, Verzamelaars: 2, Grazers: 1, Houteters: +, Rovers: +
 - o Levensvorm: Benthisch
 - o Biozonotische regio: **Potamal: 5, Rhithral: 3, Krenal: +**
 - Epipotamal: 2, Metapotamal: 2, Hypopotamal: 1 pnt, Eukrenal: 1, Epirhithral:1, Metarhithral:1,hyporhithral:1
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, overige: +
 - o Overig: meest algemene waterpissebed, ook aan te treffen bij sterke organische verontreiniging. Sterkere stroomsnelheden en meer zuurstofrijke omstandigheden hebben negatief effect op voorkomen

- *Caenis luctuosa* (1-)
 - o Habitat: Fijn tot grofzand: 3, vast klein sediment (leen, klei < 0,063 mm): 2, fijn zand met kiezels: 2, los klein sediment (slib, slijk < 0,063mm): 1, stenen: 1, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 1
 - o Stromingvoorkeur: geen voorkeur (IN)
 - o Manier van voorbewegen: anders (meest half in het water, vliegen of springen): 10
 - o Voedseltype: verzamelaars: 10, grazers: +
 - o Levensvorm: bentisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 4, rhithral: 3
 - Epipotamal: 3, hyporhithral: 2, metarhithral: 1, metapotamal: 1, hypopotamal: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 3, profundaal: +
 - o Overig:

- *Valvata piscinalis* (2-)
 - o Habitat: los klein sediment (slib, slijk < 0,063mm): 9, organisch materiaal (detritus, hout, wortels): 1
 - o Stromingvoorkeur: stilstaand water, ook wel rustige delen van stromend water (LR)
 - o Manier van voorbewegen: kruipend/ lopend: 10
 - o Voedseltype: verzamelaars: 10, filtreerders: +, onbekend: +, grazers: +
 - o Levensvorm: bentisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 3, rhithral: 2
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 3, profundaal: 2
 - o Overig: hoge zuurstofbehoefte, voorkeur voor karbonatreichem Feinsedimentgrond, voorkomend tot op 20 m waterdiepte, verdraagt zoutgehalten tot 0,4%

- *Pisidium nitidum* (1-)
 - o Habitat: los klein sediment (slib, slijk < 0,063mm): 6, fijn tot grofzand: 3, stenen: 1,
 - o Stromingvoorkeur: stromend water, wel de rustige delen (RL)
 - o Manier van voorbewegen:
 - o Voedseltype: filtreerders: 10
 - o Levensvorm: bentisch
 - o Biozonotische regio: potamal: 4, rhithral: 4, krenal: +
 - o Litoraal/ profundaal: litoraal: 2, profundaal +, overige: +
 - o Overig: ook voorkomend in kalkarm water(dus...)