

Ecologische beoordeling van de wateren in de Rijnwaarden

Inventarisatie van de macrofauna

Ecologische beoordeling van de wateren in de Rijnwaarden

Inventarisatie van de macrofauna

in opdracht van	RIZA Lelystad
------------------------	---------------

uitvoering	J. Mulder, D. Tempelman, ir. M. Wilhelm
namens opdrachtgever	Mevr. Dr. F. Kappers

rapportnummer	code opdrachtgever	status
10.1075	ION*RYNWAARD	Eindrapport

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	ir. A. Klink		25-8-97
goedgekeurd	Dr. H. van Dam		25-8-97



AquaSense TEC

Kruislaan 411a
Postbus 95125
1090 HC Amsterdam
telefoon 020-5922244
telefax 020-5922249

Generaal Foulkesweg 72
6703 BW Wageningen
telefoon 0317-419039
telefax 0317-426151

Url=<http://www.aquasense.com>

Citeren als: AquaSense TEC (2010). Ecologische beoordeling van de wateren in de Rijnwaarden Inventarisatie van de macrofauna - In opdracht van: RIZA Lelystad. Rapportnummer: 10.1075.

© AquaSense - Het copyright van deze notitie is nadrukkelijk voorbehouden aan AquaSense. Niets uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AquaSense, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het is vervaardigd. Het is de opdrachtgever toegestaan vrijelijk copieën van deze notitie te maken. Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier. Het kftje is gemaakt van PVC-vrije kunststof.

Inhoud

Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Methode	5
2.1. Ligging van de monsterpunten.....	5
2.2. Over ecotopen en biotopen	5
2.3. Veld- en laboratorium werkzaamheden.....	8
2.3.1. Macrofauna	8
2.3.2. Bepaling van korrelgrootte en organisch stof	9
2.4. Verwerking van de gegevens.....	9
3. Resultaten	11
3.1. Analyse van de macrofauna en de milieufactoren	11
3.2. Voedselgilde en biotoop van de macrofauna	15
3.3. Bijzondere soorten in dit onderzoek.....	17
4. Discussie	19
5. Aanbevelingen voor nader onderzoek	21
6. Literatuur	23
6.1. Aangehaalde literatuur	23
6.2. Determinatieliteratuur	24
Bijlagen	

Samenvatting

In mei 1997 is in de Rijnwaarden een onderzoek uitgevoerd naar de macrofauna-gemeenschappen in enkele plassen en in de Oude Waal bij Herwen. Deze inventarisatie is uitgevoerd voor een goede onderbouwing van de effecten van een herinrichtingsplan om de hoogwaterafvoer van de Rijn te vergroten.

De macrofaunagemeenschappen zijn sterk gerelateerd aan de inundatie-frekwentie in de onderscheiden deelgebieden. Met name in het gebiedsdeel dat vrijwel nooit overstroomt is de huidige en/of potentiële waarde gelegen in de toestroming van grondwater. Dit gebiedsdeel zal om die reden sterk in ecologische waarde achteruit gaan bij toename van de inundatie-frequentie. Voor de Oude Waal bij Herwen zijn er goede mogelijkheden om zowel de hoogwater-verwerking als de ecologische ontwikkeling verder te stimuleren. Hetzelfde geldt voor de Groene Rivier en de hierin aanwezige kleiput.

De huidige gegevens kunnen nog verder worden uitgewerkt tot het visualiseren van de effecten van de verschillende herinrichtingsvarianten. Dit is mogelijk door de koppeling van de huidige gegevens aan een bestand van de macrofauna in het rivierengebied.

1. Inleiding

Het RIZA heeft van RWS Directie Oost Nederland de opdracht gekregen om een inrichtingsplan te maken voor de uiterwaarden van de gemeente Rijnwaarden. Voorafgaande aan het vervaardigen van een inrichtingsplan bestaat er behoefte aan een goede inventarisatie van de terrestrische- en aquatische flora en fauna. Deze fase is ondergebracht in het deelproject 'Inventarisatie ecologie'.

Het doel van dit onderzoek is het inventariseren en evalueren van de aquatische macrofauna van een aantal wateren in het plangebied. De gegevens van deze inventarisatie worden aangevuld met onderzoek van Van den Brink (1990) die in de Rijnwaarden 5 wateren heeft onderzocht. Ook zullen de inzichten in macrofauna-gemeenschappen van elders in het riviereengebied worden ingebracht bij de evaluatie van de onderzoeksgegevens.

2. Methode

2.1. Ligging van de monsterpunten

In figuur 1 is de ligging aangegeven van de monsterpunten uit het onderzoek van Van den Brink (1990) en de monsterpunten in het huidige onderzoek. Punt 6 ligt in de Groene Rivier, tussen rivierkilometer 870 en 871. Punt 7 is een reservaat van SBB ten noorden van de Zorgdijk. De monsterpunten 8 - 11 zijn plassen gelegen in de Lobberdense Waard. De punten 12 - 14 liggen in de Oude Waal bij Herwen. De monsterpunten 2 - 5 van Van den Brink liggen eveneens in of in de omgeving van de Oude Waal. Zijn mp. 1 ligt in het grindgat de Bijland die in open verbinding staat met de rivier.

2.2. Over ecotopen en biotopen

De aquatische macrofauna in het rivierengebied bestaat momenteel uit zo'n 1200 verschillende soorten. Op grond van deze grote diversiteit is dit een groep die karakteristieke vertegenwoordigers heeft voor een veelheid van watertypen. De watertypen in het rivierengebied zijn door Rademakers en Wolfert (1994) onderverdeeld in ecotopen met de volgende definitie:

- Een ecotoop is een ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheid waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door de abiotische, biotische en anthropogene condities ter plekke. Daarnaast dienen ze herkenbaar, hanteerbaar en gebiedsdekkend te zijn.



Figuur 1: Ligging van de monsterpunten

Aquatische ecotopen, die gebruikt worden in de IVR (Integrale Verkenning inrichting Rijntakken) zijn:

diep zomerbed
ondiep zomerbed
moeras
nevengeul
dynamische strang
geïsoleerde strang
plas

Uit monitoringsonderzoek in het rivierengebied blijkt dat deze indeling nog nader moet worden uitgewerkt voor de aquatische macrofauna. Behalve ecotopen zijn ook de in het ecotoop aanwezige biotopen van

groot belang voor het voorkomen van de macrofauna. Onder een biotoop wordt in dit onderzoek het volgende verstaan:

- Een biotoop is een directe omgeving waarin/waarop de macrofauna leeft. Een verzameling biotopen maakt deel uit van een ecotoop. Biotopen worden onderverdeeld in vaste substraten zoals stenen, klinkhout en waterplanten. Ook de bodem is een biotoop waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen zand- en slibbodems of ondiepe en diepe bodems. Merkwaardig genoeg vormt de waterkolom zelf geen permanente biotoop voor de macrofauna. Hiervan wordt slechts gebruik gemaakt bij het vluchten (driften in stromend water), uitvliegen en jagen (water in ondiepe oeverzone). Voor inzicht in de macrofauna van een ecotoop is bemonstering van ondiepe en diepe bodem en oeverzone voldoende.

Bij het huidige onderzoek zijn de ecotopen in figuur 2 onderverdeeld naar land- en water-ecotopen. De onderzochte water-ecotopen laten zich als volgt omschrijven:

- Mp. 6 Kleiput in de Groene Rivier, gelegen in productiegrasland en zeer onbeschut. Oevervegetatie is nauwelijks aanwezig en de ondiepe bodem is bedekt met puin. De bemonsterde biotopen zijn ondiepe bodem en vegetatie. De inundatiefrequentie van deze plas bedraagt 2 - 20 dagen/jaar.
- Mp. 7 Kleiput langs de Zorgdijk. Aan de dijkkant in productiegrasland gelegen. Aan de rivierkant ontwikkelt zich een strook zachthoutoobos. De bemonsterde biotopen zijn oevervegetatie en ondiepe bodem. De inundatiefrequentie bedraagt < 2 dagen/jaar.
- Mp. 8 Kleiput langs de weg naar Kijfwaard. Aan alle zijden ontwikkelt zich zachthoutoobos. De aanwezige oevervegetatie is bemonsterd alsmede de ondiepe bodem. Ook zijn er takken afgeborsteld. De inundatiefrequentie bedraagt < 2 dagen/jaar.
- Mp. 9 Kleine kleiput langs de Rijndijk in de Lobberdense Waard. De put wordt aan de noordzijde begrenst door productiegrasland en vooral in het zuiden ontwikkelt zich een zachthoutoobos met een dichte ondergroei. Hier is de macrofauna bemonsterd van de ondiepe bodem en oevervegetatie. De inundatiefrequentie bedraagt < 2 dagen/jaar.
- Mp. 10 Recent uitgezogen zandput met nog kale oevers waarop zwarte populieren zijn aangeplant. De omgeving van de put is een zandwinterrein en de macrofauna van de ondiepe bodem is bemonsterd. Daarnaast is de macrofauna van hout en stenen verzameld. De inundatiefrequentie bedraagt < 2 dagen/jaar.
- Mp. 11 Kleiput ten westen van de steenfabriek in de Kijfwaard is omzoomd door een bosje met oude wilgen. Aan de oostzijde grenst de plas een weiland. De ondiepe bodem en de slecht ontwikkelde oevervegetatie zijn bemonsterd. De inundatiefrequentie bedraagt < 2 dagen/jaar.
- Mp. 12 Verbindingsloot tussen de Oude Waal (Herwen) en de Rijn. Deze sloot is gelegen in grasland met aan de zuidzijde enige aangeplante populieren. Langs de oevers staat een dichte vegetatie en in het water zijn grote velden Gele plomp aanwezig. Hier zijn de ondiepe bodem, oevervegetatie en drijvende waterplanten bemonsterd. De inundatiefrequentie bedraagt 2 - 20 dagen/jaar.
- Mp. 13 Oude Waal (Herwen). Deze strang wordt grotendeels omsloten door productiegrasland. Alleen op de NO oever is sprake van spontane bosopslag. Dit bos gaat over in een brede zegge-vegetatie. De ondiepe slibrijke bodem en de oevervegetatie zijn bemonsterd. De inundatiefrequentie bedraagt 2 - 20 dagen/jaar.
- Mp. 14 Oude Waal (Herwen). Op deze lokatie is geen oevervegetatie van betekenis aanwezig. De bodem is zandig en zeer plaatselijk zijn enige plukken Watergentiaan aanwezig. De ondiepe bodem en de Watergentiaan zijn bemonsterd op macrofauna. De inundatiefrequentie bedraagt 2 - 20 dagen/jaar.

2.3. Veld- en laboratorium werkzaamheden

In het veld werden de volgende fysisch-chemische parameters bepaald: elektrisch geleidingsvermogen (EGV), temperatuur en zuurgraad (pH). Deze gegevens werden genoteerd op een standaard AquaSense-veldformulier.

2.3.1. Macrofauna

De macrofauna is in mei 1997 bemonsterd. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een standaard-macrofaunanet (Van der Hammen e.a. 1984). In de meeste gevallen is 10 m ondiepe bodem (diepte: circa 50 cm) en 10 m oevervegetatie bemonsterd, voorzover die aanwezig was. Op mp. 12 en 14 (Oude Waal) is tevens de drijvende vegetatie bemonsterd. Vervolgens zijn de bodem- en oevermonsters samengevoegd. Alle monsters werden gefixeerd met formaline (2-4 %).

Bij het uitzoeken van de monsters is onderscheid gemaakt in 36 taxonomische groepen. Er zijn deelmonsters onderzocht, zodanig dat er in het eerste deelmonster circa 100 exemplaren van de meest abundante groep voorkomen. De deelmonsters zijn genomen met een door het RIZA ontwikkelde monstersplitser. Meestal is een achtste tot een kwart van het totale monster uitgezocht. In het algemeen werden slechts voor één of twee groepen 100 exemplaren verzameld, van de overige groepen waren minder individuen aanwezig.

De uitgezochte watermijten werden gefixeerd in Koenike-fixatief en de overige dieren in ethanol (70%). Ze werden gesorteerd op diergroep opgeborgen in zes tot acht potjes, waaronder aparte potjes voor Diptera, mollusken, wormen, wantsen en kevers en een potje voor de rest van de groepen. De verschillende potjes werden aan buitenkant geëtiketteerd.

De determinaties werden uitgevoerd met een Olympus SZ-ST5 zoom stereomicroscop (vergroting 9 tot 110 x). Preparaten van waterkevers (genitaal), wormen, watermijten en muggelarven werden bekeken met een Olympus microscoop (BH 2) bij een vergroting van 40 tot 400x. De gebruikte literatuur is vermeld in de literatuurlijst. In beginsel werd tot op soortsniveau gedetermineerd, behalve bij platwormen, nematoden en oligochaeten. Van deze laatste groep werden wel steeds de duidelijk herkenbare exemplaren tot een lager determinatieniveau (geslachts- of soortsniveau) onderscheiden.

Alle verzamelde individuen werden gedetermineerd (behalve wanneer er zeer grote aantallen van één of meer soorten in een door de opdrachtgever aangeleverd potje werden aangetroffen. In dat geval werd een ruime steekproef genomen, bijvoorbeeld de helft). Hierna werden de aantallen omgerekend naar het totaal aantal individuen van die groep in het gehele monster. Soorten die niet in de referentiecollectie van AquaSense TEC aanwezig waren of anderszins bijzonder zijn, werden apart gehouden ten behoeve van de opdrachtgever.

In tabellen en bijlagen worden de soorten afgekort met een lettercodering, die zoveel mogelijk in overeenstemming is met Lavaleye e.a. (1995).

2.3.2. Bepaling van korrelgrootte en organisch stof

In het veld werd op de plaats van de macrofaunabemonsteringen een bodemmonster genomen ten behoeve van het bepalen van de onderlinge verhoudingen van de in het substraat aanwezige korrel-grootteklassen. Met behulp van in maaswijdte verschillende zeven werd in het laboratorium het bodemmonster gesplitst in de diverse korrelgrootteklassen.

2.4. Verwerking van de gegevens

De in het veld bepaalde fysisch-chemische parameters, de resultaten van de determinaties aan de macrofauna en de resultaten van de bepaling van de korrelgrootte-fracties en gehalte organisch stof werden in EcoLIMS ingevoerd. Alle basisgegevens zijn in bijlagen opgenomen in de vorm van tabellen. De gegevens van zowel het onderzoek van Van den Brink als het huidige onderzoek zijn verwerkt met TWINSPAN en CANOCO. Voor de achtergrond van deze numerieke verwerkingsmethoden wordt verwezen naar Jongman et al. (1987). Bij het programma TWINSPAN ligt de nadruk op het achterhalen van gezelschappen van soorten. CANOCO berekent de relatie tussen de afzonderlijke soorten en monsterpunten met de gemeten milieufactoren. De aangetroffen aantallen van de macrofauna zijn ten behoeve van de numerieke verwerking getransformeerd ($\ln(x+1)$).

3. Resultaten

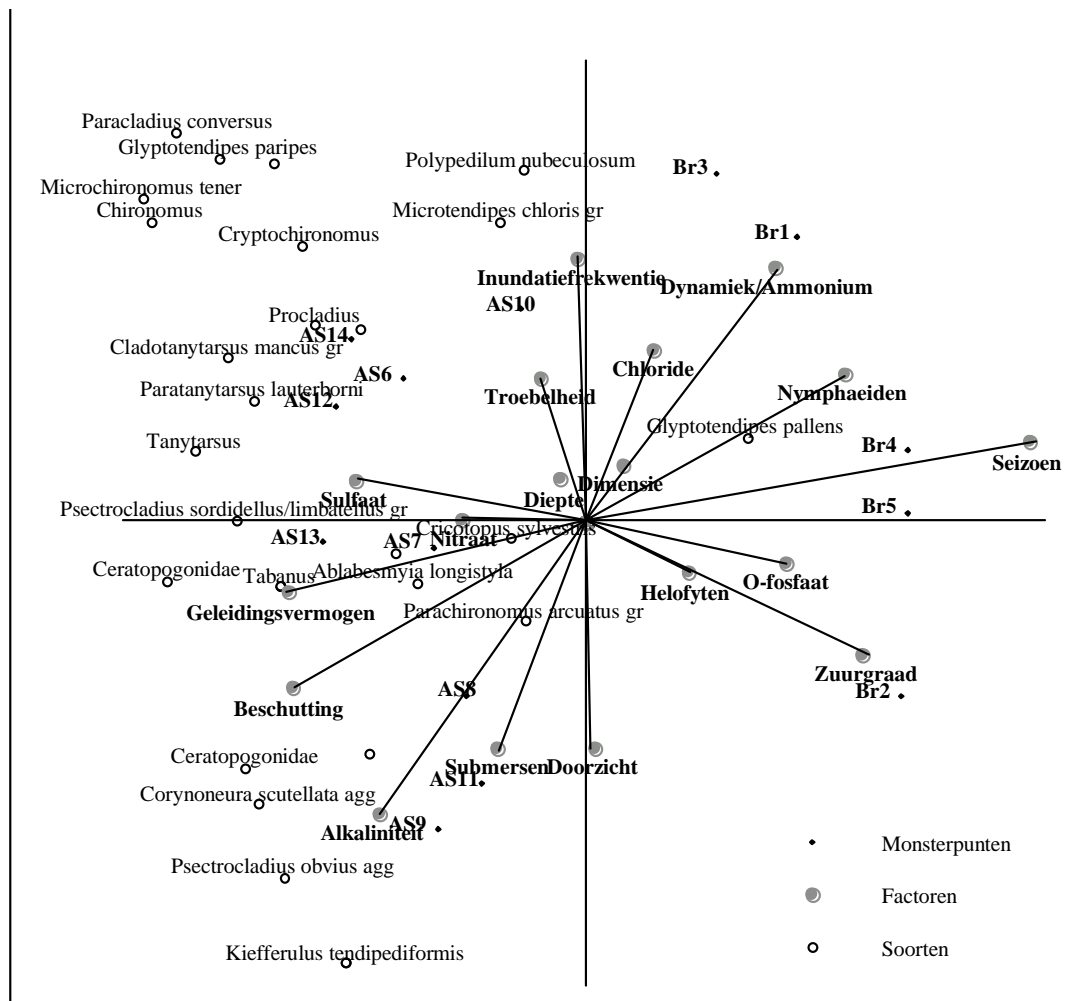
De fysisch-chemische parameters zijn tezamen met de veldgegevens vermeld in bijlage 1. In bijlage 2 staan de basisgegevens van de macrofauna. In bijlage 3 staat een clustertabel van de macrofauna-gegevens uit dit onderzoek en die uit Van den Brink (1990).

Bij de resultaten worden de uitkomsten van de numerieke verwerking geanalyseerd. Vervolgens wordt ingegaan op de voedingsgewoonte en biotoopvoorkeur van de afzonderlijke soorten. Tenslotte worden bijzondere soorten genoemd die tijdens dit onderzoek zijn aangetroffen.

3.1. Analyse van de macrofauna en de milieufactoren

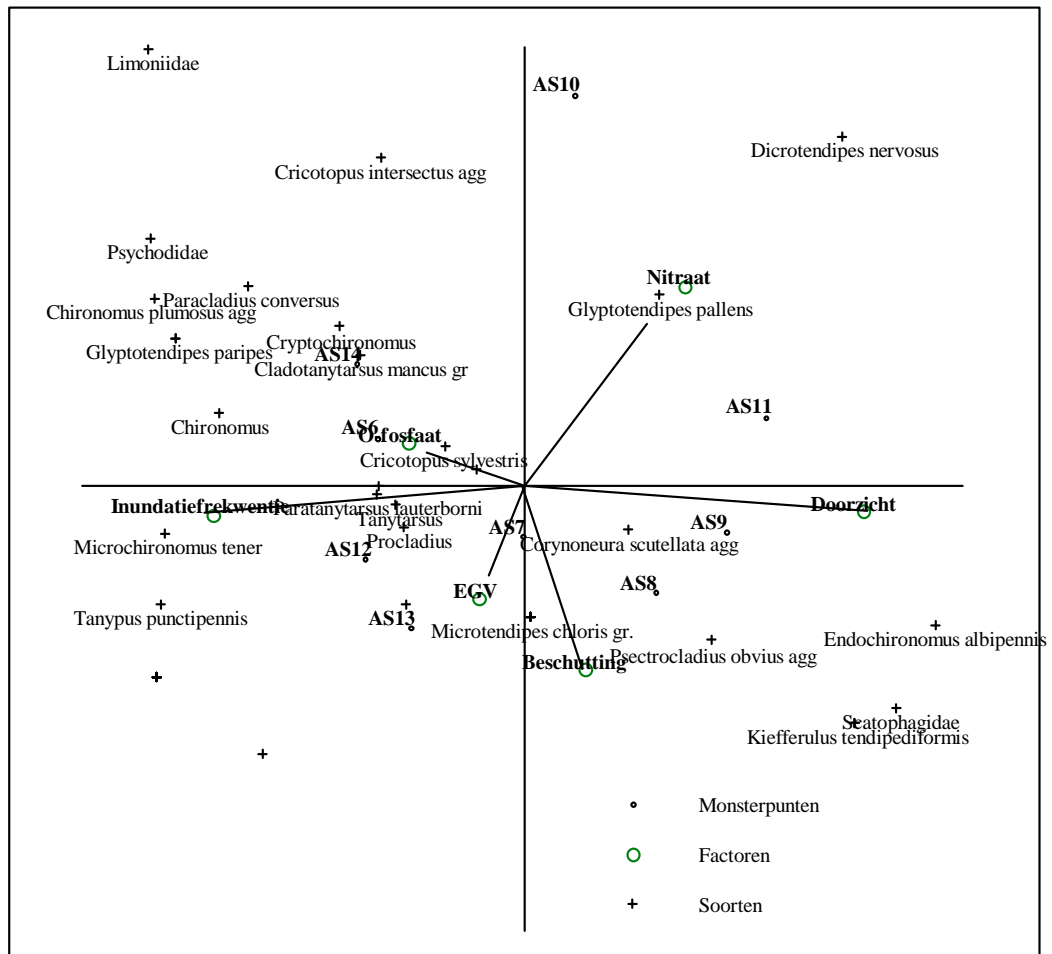
Met behulp van zowel TWINSPAN als CANOCO zijn de twee datasets (dit onderzoek en dat van Van der Brink (1990) met elkaar vergeleken. De TWINSPAN uitkomst staat vermeld in bijlage 3. In figuur 3 is de uitkomst van de CANOCO ordinatie weergegeven.

De wijze van weergave wordt uitgelegd in Jongman et al (1987). De monsterpunten, factoren en soorten (in dit geval alleen van de tweevleugeligen of Diptera) zijn aan elkaar gerelateerd door hun plaats in de figuur. Zo is direct te zien dat de monsters van Van den Brink (Br 1 tm 5) afwijken van de monsters in dit onderzoek (AS 6 tm 14). De voornaamste oorzaak hiervoor is het seizoen van bemonstering. Van den Brink heeft in de zomer gemonsterd en het veldwerk van dit onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar. Tijdens dit onderzoek zijn er typische winter en voorjaarsbewoners aangetroffen, die in de zomer langs de rivieren niet verzameld worden. Voorbeelden hiervan zijn de kokerjuffer *Anabolia nervosa* en dansmuglarven van het geslacht *Orthocladius*. Andere belangrijk verschillen in de milieufactoren zijn



Figuur 3. CANOCO - plot van de fysisch-chemische en biologische gegevens uit dit onderzoek en dat van Van den Brink (1990)

Nymphaeiden, Zuurgraad, Orthofosfaat aan de rechterzijde in de figuur. Ter linkerzijde staan onder andere Alkaliniteit, Submersen en Beschutting. Hieruit kan worden opgemaakt dat in de wateren van Van den Brink Nymphaeiden een belangrijkere rol spelen dan in de wateren tijdens dit onderzoek. De hoge zuurgraad kan veroorzaakt worden door algenbloei. Ook het hogere fosfaatgehalte in zijn onderzoek wijst er op dat het doorzicht toen minder was, en als gevolg daarvan het voorkomen van submerse waterplanten beperkt is geweest. De hogere alkaliniteit gehalten in de wateren van dit onderzoek geven een indicatie voor toestromend grondwater. De belangrijkste factor op de Y as is de inundatiefrekwentie. Deze factor veroorzaakt weinig differentiatie tussen de punten van Van den Brink en de huidige punten. Het meest doorslaggevend verschil tussen beide onderzoeken ligt in de combinatie van seizoen, helderheid van het water en de hiervan afhankelijke ontwikkeling van de vegetatie, algen en macrofauna. De mogelijke toestroom van grondwater naar wateren in dit onderzoek, versterkt dit verschil alleen maar. In figuur 4 zijn de punten van Van den Brink weggelaten zodat de relatie tussen de macrofauna en de milieufactoren in de hier onderzochte wateren duidelijk wordt.



Figuur 4. CANOCO - plot van de fysisch-chemische en biologische gegevens (alleen Diptera) uit het huidige onderzoek.

In figuur 4 is komt heel sterk de invloed van de inundatiefrequentie en het doorzicht tot uitdrukking. De kleiputten in de hoog bekade Lobberdense Waard (AS 8, 9 en 11) liggen rechts in de figuur, terwijl de Oude Waal (AS12 tm 14) en de plas in de Groene Rivier links in het figuur gepositioneerd zijn. De inundatiefrequentie van deze wateren is beduidend hoger dan die van de Lobberdense Waard. Als gevolg hiervan ontvangen deze wateren veel meer rivierslib dat door de wind opgewerveld, verantwoordelijk is voor een gering doorzicht. De nieuwe zandput in de Lobberdense Waard wijkt duidelijk af van de kleiputten in deze waard. De plas is diep, zeer jong en er is nog nauwelijks sprake van oevervegetatie. Doordat de plas in het pionierstadium verkeert is het aantal soorten gering (31) in vergelijking met gemiddeld 51 in alle AS punten. De verspreiding van hoge nitraat gehalten is nog onduidelijk. De punten 8, 10 en 11 bevatten 5 - 11 maal hogere concentraties dan de overige wateren.

Tabel 1. Overzicht van enige kensoorten met betrekking tot de inundatiefrequentie. De kolom inundatiefrequentie geeft een indicatie van het aantal overstromingsdagen per jaar. De getallen zijn de $\ln(x+1)$ getransformeerde aantallen in de monsters.

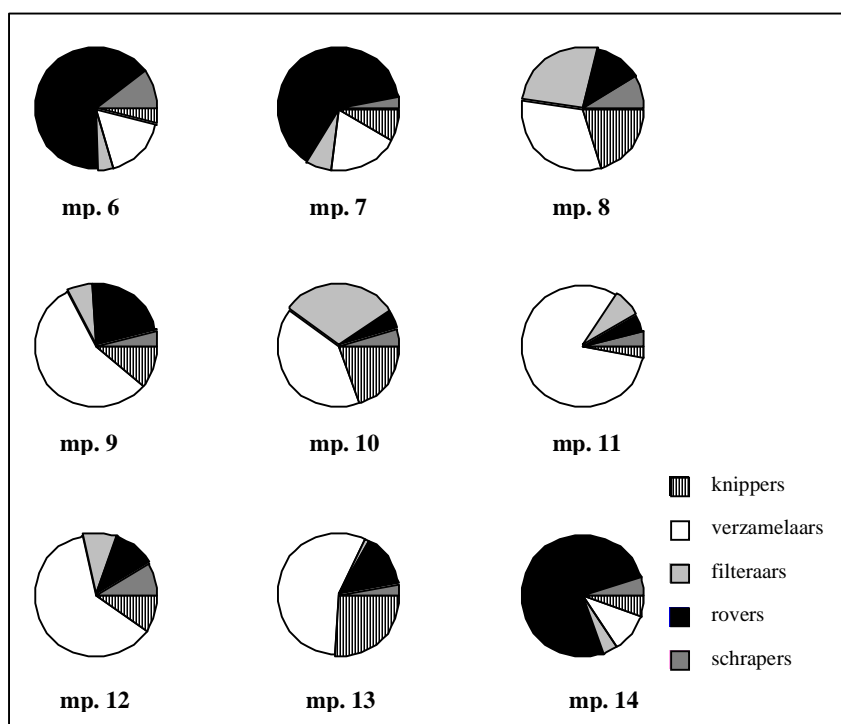
Soort	Inundatie- frequentie	AS7	AS8	AS9	AS11	AS6	AS10	AS12	AS13	AS14
<i>Caenis horaria</i>	0	2	2	3	6					
<i>Plea minutissima</i>	0	1		1						
<i>Laccophilus hyalinus</i>	0		1	2				1		
<i>Mystacides longicornis</i>	0	2			3					
<i>Hydrodroma despiciens</i>	0	1	2	3						
<i>Polypedilum sordens</i>	0		2	3	2					
<i>Haliplus lineolatus</i>	0				1					
Tabanidae	0			1	1					
<i>Caenis luctuosa</i>	0				2					
<i>Planorbis carinatus</i>	0				1					
<i>Pionopsis lutescens</i>	0-2	1	2	1	1	1				
<i>Enochrus testaceus</i>	0-2			1				1		
<i>Laccophilus minutus</i>	0-2	1		1				1	1	
<i>Asellus aquaticus</i>	0-2	1	3	2	1			3		
<i>Helophorus brevipalpis</i>	0-2			1	1					
<i>Planorbis planorbis</i>	0-2	2					1			
<i>Corynoneura scutellata</i> agg	2-20			1		1				
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	2-20		2	2	3	4		3	2	1
<i>Hippeutis complanatus</i>	2-20	1	1				1			
<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	2-20	1	1	1		1		2	3	1
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	2-20		1	1	1			1		
<i>Ischnura elegans</i>	2-20		1	1	1			1		
<i>Anisus vortex</i>	2-20	3			1			1		
<i>Hygrotus versicolor</i>	2-20	2			2				1	
<i>Sigara falleni</i>	2-20	3	1	2	1	3	2	1		2
<i>Sigara striata</i>	2-20				1					
<i>Neumania deltoidea</i>	2-20	1	1							
<i>Cricotopus intersectus</i> agg	2-20	2					2		1	2
<i>Paratanytarsus grimmii</i>	2-20							3		
<i>Paratanytarsus lauterborni</i>	2-20	1				1				
<i>Piona stjoerdalensis</i>	2-20		3	2						
<i>Piona coccinea</i>	2-20	2	3	1						1
<i>Cricotopus sylvestris</i>	2-20	3	3	4	1	4	5	5	6	4
<i>Piscicola geometra</i>	2-20		1	1						
<i>Piona imminuta</i>	2-20					2				1
<i>Endochironomus albipennis</i>	2-20		2	1	1					
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	>20				1		1			
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	>20	1		2	3		3			
<i>Haliplus fluviatilis</i>	>20	1	2							
<i>Physa acuta</i>	>20	1						1	3	2
<i>Dreissena polymorpha</i>	>20						4			
<i>Oecetis ochracea</i>	>20					1				
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	>20	1	2		1	1		3	2	4
<i>Pisidium supinum</i>	>20					1				2
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	>20		1			3	2			4

Van den Brink (1990) heeft een aantal soorten ingedeeld naar inundatiefrequentie. In tabel 1 zijn enige soorten uit dit onderzoek gegroepeerd naar de hen toegekende inundatiefrequentieklasse. Een aantal soorten is kenmerkend voor wateren die nooit door de rivier worden overstroomd. Deze soorten (linksboven in de tabel) zijn vooral aangetroffen in de hoog bekade Lobberdense Waard. De eendagsvlieg *Caenis horaria* lijkt een zeer betrouwbare indicator te zijn voor wateren die niet worden geïnundeerd. Van de soorten die gekenmerkt worden door een inundatiefrequentie van 0-2 dagen komen de meeste soorten eveneens voor in de Lobberdense Waard. Opmerkelijk is verder dat op punt AS 12 vier soorten zijn verzameld uit deze categorie. Hieruit kan worden

afgeleid dat deze verbindingssloot tussen de Rijn en Oude Waal een “eigen” karakter heeft. Deze sloot ligt erg beschermd, waaraan de velden met gele plomp in grote mate bijdragen. De bodem is bedekt met een dikke laag modder, zodat de dynamiek er bij hoogwater blijkbaar beperkt is. De soorten die kenmerkend worden geacht voor hogere inundatiefrequenties vertonen een minder duidelijke voorkeur.

3.2. Voedselgilde en biotoop van de macrofauna

Aan de hand van de indeling van Verdonschot (1990) is in figuur 5 een overzicht gegeven van de verdeling van de voedselgilden in de afzonderlijke monsters.

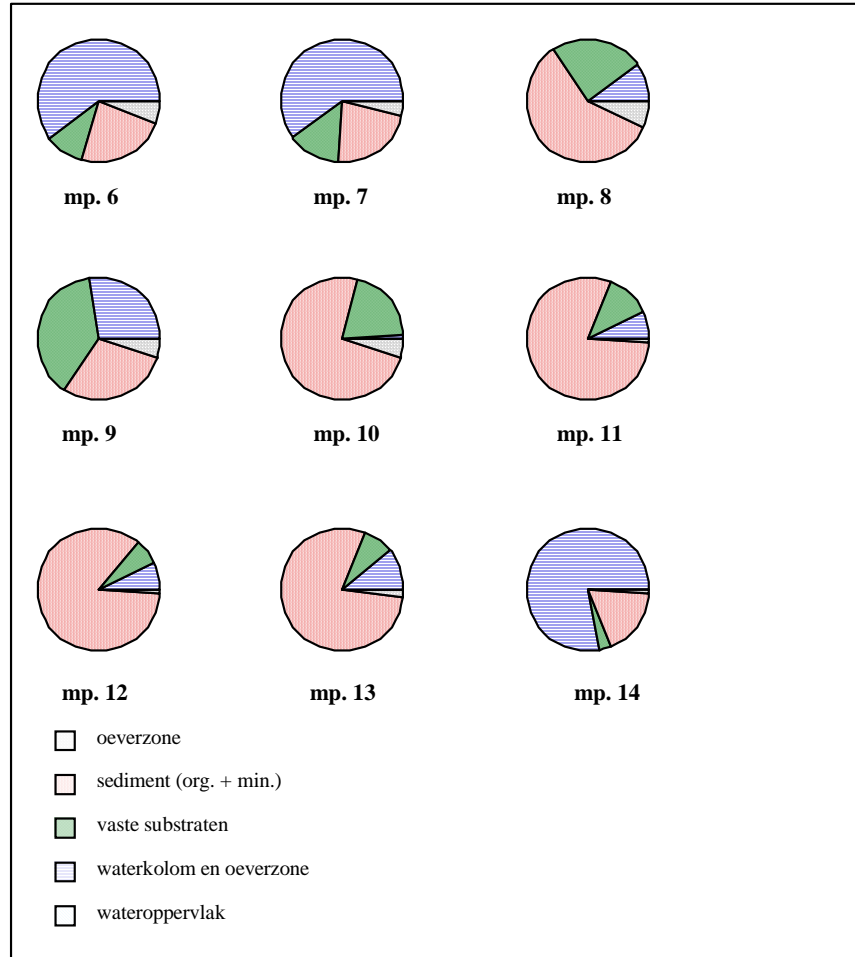


Figuur 5. Verdeling van voedselgilden over de monsterpunten

De rovers domineren in de monsterpunten 6, 7 en 14. Dit is het gevolg van het massale voorkomen van de waterwants *Micronecta*. Dit geslacht komt vooral voor in grotere open wateren. Na vertroebeling van het water blijft *Micronecta* vaak als enige duikerwants over. Op alle andere punten zijn verzamelaars de belangrijkste groep. Op de punten 8 en 10 komen relatief veel filteraars voor. Het zijn hoofdzakelijk dansmuglarven die hier een belangrijke rol spelen. Van den Brink (1990) vond predatoren dominant in de inundatieklassen van 0 - 20 dagen/jaar. Bij een inundatiefrequentie > 20 dagen/jaar traden de filteraars sterk op de voorgrond. Dit zelfde aspect kwam in de Blauwe Kamer naar voren (Klink e.a. 1995) In plassen die vaker in contact komen met de rivier

verdwijnen de oogjagers en wordt de gemeenschap gedomineerd door bodembewonende dansmuglarven en borstelwormen.

In figuur 6 wordt de macrofauna ingedeeld naar biotoop (Verdonschot, 1990).



Figuur 6. Macrofauna ingedeeld naar biotoop.

De plas in de Groene Rivier (mp. 6), de kleiput aan de Zorgdijk (mp. 7) en het oostelijke deel van de Oude Waal (mp. 14) herbergen macrofauna die zich hoofdzakelijk ophoudt in de waterkolom en oeverzone. In mindere mate geldt dit ook voor de kleine kleiput langs de Rijndijk (mp. 9). Op de overige punten zijn de bodembewoners de belangrijkste groep. Macrofauna van vaste substraten zijn in dit onderzoek van ondergeschikt belang. Opvallend is hun geringe aandeel in de Oude Waal bij Herwen, waar op mp. 12 moerasvegetatie en Gele plomp is bemonsterd en op mp 13 de macrofauna van de bodem en op/tussen de oevervegetatie is verzameld.

3.3. Bijzondere soorten in dit onderzoek

Tijdens dit onderzoek zijn enige bijzondere tot zeer bijzondere macrofauna-soorten aangetroffen voor het rivierengebied. De mate van bijzonderheid is afgeleid uit een databestand waarin in totaal gegevens aanwezig zijn van ca. 2000 monsters in het rivierengebied. Deze monsters zijn gecomprimeerd tot ca. 450 'verzamelmonster' met daarin de aangetroffen soorten.

Tabel 2. Bijzondere soorten aangetroffen tijdens dit onderzoek

Soort	Monsterpunt Frequentie																
		AS6	AS7	AS8	AS9	AS10	AS11	AS12	AS13	AS14							
<i>Berosus signaticollis</i>	0.0		1														
<i>Berosus larve</i>	0.2									1							
<i>Nebrioporus canaliculatus</i>	0.2							1									
<i>Demeijerea rufipes</i>	0.4							3									
<i>Eylais hamata</i>	0.6																1
<i>Hydrachna globosa</i>	0.8					1											
<i>Libellula quadrimaculata</i>	0.8																1
<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	1.5				1												
<i>Piona nodata</i>	1.9				2	1											
<i>Stenochironomus</i>	1.9								3								
<i>Hydryphantes ruber</i>	2.1																1
Totaal aantal soorten		0	1	2	2	3	1	0	3	0							0

Een nieuwe soort voor het databestand is *Berosus signaticollis*. Dit kevertje is in Nederland vrij zeldzaam en hoofdzakelijk beperkt tot de Pleistocene zandgronden. Sporadisch komt deze soort ook voor in kleigaten die door kwelwater worden gevoed (Drost e. a. 1992). In het onderzoeksgebied is de soort verzameld in de kleiput aan de Zorgdijk waar het voorkomen van Bosbies (*Scirpus sylvaticus*) eveneens duidt op toevloeiend grondwater. De larven van *Berosus* zijn in mp. 11 verzameld.

Ook de kever *Nebrioporus canaliculatus* (voorheen *Potamonectus canaliculatus*) is een zeldzaamheid in het rivierenland. Dit komt omdat de soort een uitgesproken pionier is van zandputten. De soort zal uit de zandput in de Lobberdense Waard (mp. 10) verdwijnen als de put zich niet meer in het pionierstadium bevindt.

De dansmuglarve *Demeijerea rufipes* is vermeldenswaard omdat dit een specifieke bewoner is van zoetwatersponzen. In en buiten het rivierengebied is de soort vrij zeldzaam.

De dansmuglarve *Stenochironomus* is een zeer bijzondere soort in het Nederlandse rivierengebied. De larven maken gangen in het klinkhout. Vroeger (>300 jaar geleden) was *Stenochironomus* zeer algemeen in het rivierengebied (Klink 1989) als gevolg van de aanwezigheid van klinkhout in de rivier en de oude meanders in de uiterwaarden. In het verleden zijn wel verspreide vondsten gedaan van exuviae. In dit onderzoek zijn voor het eerst ook de larven verzameld in het hout in de zandwinput (mp. 10).

Van de vier soorten watermijten is *Hydrachna globosa* een bewoner van kleine wateren. De soort parasiteert op waterroofkevers (Van Haaren

1986). *Hydryphantes ruber* is een karakteristieke soort voor uitdrogende oevers. Het voorkomen in de nog niet uitgedroogde zegge-vegetatie in de Oude Waal is hiermee in overeenstemming.

Van de overige soorten uit tabel 2 is nog weinig bekend over hun ecologie.

De meeste van deze bijzondere soorten zijn aangetroffen in de Lobberdense Waard op mp. 8 - 10 en de oevervegetatie van de Oude Waal (mp. 13).

4. Discussie

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op herinrichting van het gebied, met als doel het vergroten van de afvoercapaciteit tijdens hoogwater. Op basis van onderzoek in natuurontwikkelingsgebieden als de Duursche Waarden, Blauwe Kamer, Beneden Leeuwen en de uiterwaard bij Opijnen kan worden aangegeven waar met een dergelijke herinrichting ook voor de aquatische ecosystemen winst te behalen is.

Op basis van het huidige onderzoek is het gebied in te delen in drie deelgebieden.

Allereerst is er de Lobberdense Waard en de kleiput aan de Zorgdijk. Dit gebied is vrijwel hoogwatervrij en ontvangt bij hoge rivierstanden kwel van ofwel de rivier, ofwel regionaal grondwater. De alkaliniteitgehalten zijn hoger dan die van de rivier, waardoor toestroom van hard grondwater hier waarschijnlijk is.

Het tweede deelsysteem bestaat uit de Oude Waal van Herwen. Deze strang heeft een aantal bijzondere aspecten. Allereerst bestaat de bodem aan de bovenstroomse zijde uit zand. Stroomafwaarts wordt de bodem slibrijker als gevolg van de afnemende dynamiek bij inundatie. Tezamen met de verbindingssloot naar de Rijn heeft deze strang een gevarieerd karakter.

Het derde deelsysteem bestaat uit de Groene Rivier met de daarin gelegen kleiput. Deze plas wordt 2 - 20 dagen/jaar geïnundeerd. De macrofaunagemeenschap wijst erop dat de inundatiefrequentie veel dichterbij ligt bij 20 dan bij 2 dagen.

Voor de herinrichting van het gebied is het van belang om de sterke en zwakke punten van het systeem te doorgronden.

In de Lobberdense Waard is de toestroom van grondwater een belangrijke factor voor de ecologische ontwikkeling van het gebied.

Afname van de kwelstroom en toename van de inundatiefrequentie zullen de huidige waarden doen afnemen.

In de Oude Waal liggen de potenties niet zo duidelijk. Momenteel is het een strang met variatie in bodemsamenstelling en begroeiing op de oevers. Indien de huidige inrichting gehandhaafd blijft, zal de strang dichtslibben en er kan zich een zegge- en/of wilgemoeras ontwikkelen. Uit oogpunt van ecologie zowel als de verwerking van hoogwater kan het aantrekkelijk zijn om de Oude Waal om te vormen tot een vrijwel permanent meestromende nevengeul. Dergelijke geulen zoals ze momenteel in het klein aanwezig zijn in de uiterwaard van Beneden Leeuwen en Opijnen veroorzaken een enorme impuls voor soorten die zowel het zomerbed als het winterbed tot hun ecotoop rekenen. De structuurdiversiteit van de Oude Waal zal bij permanente stroming enorm toenemen. Vooral als het klinkhout, afkomstig uit het zich ontwikkelende ooibos, in het water mag blijven liggen.

De kleiput in de Groene Rivier is een voorbeeld van een water waar natuurlijke processen geen kans meer krijgen. De plas is een bezinkbak voor slib dat de rivier tijdens hoogwater aanvoert. De plas zal nooit helder worden en op termijn zal er een moeras ontstaan. Evenals bij de Oude Waal kan het tweezijdig aantakken hier een sterke ecologische verbetering in gang zetten. Daar zijn zowel de veiligheid als de natuur bij gebaat.

5. Aanbevelingen voor nader onderzoek

In de discussie is een korte visie gegeven op de mogelijkheden om met een herinrichting ook ecologische winst te behalen. Deze visie kan worden onderbouwd en genuanceerd tot een inrichtingsplan met behulp van het ons ten dienste staande macrofauna-bestand van de grote Nederlandse rivieren. Hierin is het mogelijk om te visualiseren in welke richting een ecotoop zich ontwikkelt onder invloed van:

- Autonome ontwikkeling
- Eenzijdige aankoppeling
- Tweezijdige aankoppeling
- Doelbewust aanbrengen van biotoopvariatie

Als additionele bronnen van informatie zijn de grondwaterstromen, huidige vegetatie, bodemsamenstelling na afwerking en bodemhoogte ten opzichte van het rivierpeil in de Rijn ter plaatse van belang.

6. Literatuur

6.1. Aangehaalde literatuur

- Drost, M.B.P., H.P.J.J Cuppen & E. van Nieuwkerken (1992). De waterkevers van Nederland. Uitgeverij KNNV Utrecht 280p.
- Haaren, T. van (1996). De ecologie van de Nederlandse aquatische macrofauna, met een nadruk op soorten van stilstaand water. Een literatuuronderzoek. Interne publicatie Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden. Dordrecht, 152p.
- Jongman, R.H.G. & C.J.F. ter-Braak (1987). Data analysis in community and landscape ecology. PUDOC, Wageningen (ISBN 90-220-0908-4) 299p.
- Klink, A. (1989). The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe. G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. 183-201.
- Klink, A., J. Mulder, M. Wilhelm & M. Jansen (1995). Ecologische ontwikkelingen in de wateren van Blauwe Kamer 1989 - 1995. Doorzicht afgenomen en inzicht toegenomen. Mededelingen Hydrobiologisch Adviesburo Klink nr. 58: 79p.
- Lavaley, M.S.S., A. Stroo & J.P.H.M. Adema (1995). Naamlijst van zee- en zoetwaterdieren van Nederland en omstreken met IAWM-codes. RIKZ-rapport 95.031. Rijksinstituut voor Kust- en Zee, Den Haag. 77p.
- Rademakers, J.G.M. & H.P. Wolfert (1994). Het rivier-ecotopen-stelsel: Een indeling van ecologisch relevante en ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. Publ. Rapp. Ecologisch Herstel Rijn en Maas nr. 61. 73p.
- Verdonschot, P.F.M. (1990). Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Prov. Overijssel, RIN. 301p.

- Van den Brink, F. W. B., (1990). Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters. Publicaties en Rapporten Ecologisch Herstel Rijn, nr. 25: 157p. + bijl.
- Van der Hammen, H. & T.H.L. Claassen (eds.) (1984). Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. Eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, subwerkgroep Hydrobiologie. IAWM 3c/001/1. 61p.+bijl.

6.2. Determinatieliteratuur

Macrofauna

Bloedzuigers

- Cuppen, J.G.M. (1994). Life cycle and habitat of *Glossiphonia paludosa* (Hirudinea: Glossiphoniidae), a new leech for the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28(2): 193-197.
- Dresscher, Th.G.N. & L.W.G. Higler (1982). De Nederlandse bloedzuigers. Hirudinea. Wet. Med. KNNV Hoogwoud 154. 64p.
- Elliott, J.M. & K.H. Mann (1979). A key to the British freshwater leeches with notes on their life cycles and ecology. Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ. 40. 72p.

Borstelwormen

- Brinkhurst, R.O. (1971). A Guide for Identification of British Aquatic Oligochaeta. Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ. 22. 55p.
- Brinkhurst, R.O. & B.G.M. Jamieson (1971). The aquatic Oligochaeta of the world. Oliver & Boyd, Edinburgh: 200-707.
- Brinkhurst, R.O. (1982). British and other marine and estuarine Oligochaetes. Synopses of the British Fauna. Cambridge Univ. Press, Cambridge 21. 127p.
- Hartmann-Schröder, G. (1996). Die Tierwelt Deutschlands 58. Teil. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. 2., neubearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm. 594p.
- Sperber, C. (1950). A guide for the determination of European Naididae. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Uppsala, Zool. Bidrag 29: 46-78.
- Verdonschot, P.F.M. (1979). Aquatische oligochaeta, introductie. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke. Rapporten en verslagen 11. 45p.

Haften

- Geysels, H. (1991). Haftelarventabel. Onderzoekscentrum voor Landschapsekologie en Milieuplanning RU Gent, Gent. publicatie 17. 96p.
- Macan, T.T. (1979). A key to the nymphs of British species of Ephemeroptera with notes on their ecology. Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ. 20. 80p.
- Malzacher, P. (1984). Die europäischen Arten der Gattung *Caenis* Stephens (Insecta: Ephemeroptera) Stuttg. Beitr. Naturk. 373. 48p.
- Mol, A.W.M. (1983). *Caenis lactea* (Burmeister) in the Netherlands (Ephemeroptera: Caenidae). Ent. Ber., Amsterdam. 43: 119-123.
- Mol, A.W.M. (1985). Enkele interessante en nieuwe Nederlandse haften (Insecta: Ephemeroptera) uit de provincie Limburg. Natuurhistorisch Maandblad 74 (1): 5-8.

- Mol, A.W.M. (1985b). *Baetis tracheatus* Kieffermüller & Machel en *Caenis pseudorivulorum* Kieffermüller, twee nieuwe Nederlandse haften (Ephemeroptera). Ent.Ber., Amsterdam 45: 78-81.
- Mol, A.W.M. (1985c). Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera) 1. Siphonuridae, Baetidae en Heptageniidae. Ent. Ber., Amsterdam 45: 108-111.
- Mol, A.W.M. (1985d). Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera) 2. Overige families. Ent. Ber., Amsterdam 45: 130-135.

Kokerjuffers

- Edington, J.M. & A.G. Hildrew (1981). A key to caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ. 43. 91p.
- Higler, L.W.G. (sine anno, sine loco). De Nederlandse kokerjufferlarven. Determinatietabel in voorbereiding. 103p.
- Wallace, I.D., B. Wallace & G.N. Philipson (1990). A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Fresh. Biol. Assoc. 51. 237p.

Kreeftachtigen

- Carausu, S., E. Dobreanu & C. Manolache (sine anno, sine loco). Cheie de determinare a speciilor si subspeciilor genului *Dikerogammarus*: 54-70.
- Holthuis, L.B. & G.R. Heerebout (1986). De Nederlandse Decapoda (garnalen, kreeften en krabben). Wet. Meded. KNNV 179, Hoogwoud. 66p.
- Huwae, P.H.M. (1977). De isopoden van de Nederlandse kust. Wet. Meded. KNNV 118, Hoogwoud. 24p.
- Pinkster, S. & D. Platvoet. (1986). De vlokreeften van het Nederlandse oppervlaktewater. Wet. Meded. KNNV 172, Hoogwoud. 44p.
- Schellenberg, A. (1942). Krestiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda, Die Tierwelt Deutschlands 40. 252p.
- Tolkamp, H.H. (1982). Tabel voor het onderscheiden van waterpissebedden (Asellidae) in Nederland. 6p.
- Weinzierl, A., S. Potel & M. Banning (1996). *Obesogammarus obsesus* (Sars 1894) in der oberen Donau (Amphipoda, Gammaridae). Lauterbornia H. 26: 87-89.

Libellen

- Askew, R.R. (1988). The Dragonflies of Europe. Harley Books Colchester
- Heidemann, H. & R. Seidenbusch (1993). Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. Handbuch für Exuviensammler. Verlag E. Bauer. Keltern, 391p.

Mollusken

- Geene, R. m.m.v. R. Bank (1989). De Nederlandse zoetwaterslakken. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht. 34p.
- Glöer, P., C. Meier-Brook & O. Ostermann (1980). Süßwassermollusken. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung. 2. Auflage.
- Gloer, P. & C. Meier-Brook (1994). Süßwassermollusken. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg. 136p.
- Greijdanus-Klaas, M. (1993). Overzicht behandelde Mollusca taxa eerste macrofauna-expertdag . AOBL notitiën.: 93-13.
- Jansen, A.W. & E.F. de Vogel (1985). Zoetwatermollusken van Nederland. Ned. Jeugdb. Natuurst., Amsterdam.
- Macan, T.T. (1977). A key to the British fresh- and brackish water Gastropods. Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ., 13. 46p.
- Piechocki, A. (1989). The Sphaeriidae of Poland (Bivalvia, Eulamellibranchia) Annales Zoologici 42 (12): 249-320.
- Van Bentem Jutting, T. (1943). Fauna van Nederland Aflevering XII: Mollusca (I), Sijthoff's Uitgeversmaatschappij, Leiden. 477p..

Warmoes, T. & R. Devriese (1987). Land- en zoetwatermollusken van de Benelux. Jeugdbond voor Natuurstudie en Milieubescherming, Gent.

Zeissler, H. (1971). Die Muschel *Pisidium*. Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen Sphaeriaceae. *Limnologica* 8.2: 453-503.

Platwormen

Ball, I.R. & T.B. Reynoldson (1981). British Planarians (Platyhelminthes: Tricladida). Keys and notes for the identification of the species. Cambridge University Press, Cambridge. 141p.

Hartog, C. den (1962). Wormen-vermes. De Nederlandse platwormen - tricladida. *Wet. Meded. KNNV* 42, Hoogwoud. 40p.

Reynoldson, T.B. (1978). A key to the British species of freshwater Triclad (Turbellaria, Paludicola). *Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ.* 23. 32p.

Velde, G. van der & E.J. de Vries (1985). Handleiding voor het project triclade platwormen (Turbellaria, Tricladida). Instructies voor medewerkers EIS-Nederland 8 EIS, Leiden. 20p.

Tweevleugeligen

Algemeen

Smith, K.G.V. (1989). An introduction to the immature stages of British flies. Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae. Royal Entomological Society of London, London. 280p.

Chironomidae

Chernovskii, A.A. (1961). Identification of larvae of the midge family Tendipedidae (Transl. Lees, E. Ed. Marshall, K.E.) *Nat. Lend. Libr. Sci. Techn.* 300p.

Contreras-Lichtenberg, R. (1986). Revision der in der Westpaläarktis verbreiteten arten des Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913 (Diptera, Nematocera, Chironomidae) *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 88/89B: 663-726

Cranston, P.S. (1982). A key to the larvae of the British Orthoclaadiinae (Chironomidae). *Fresh. Biol. Assoc. Sc. Publ.* 45. 152p.

Hirvenoja, M. (1973). Revision der Gattung *Cricotopus* van der Wulp und ihrer Verwandten (Diptera, Chironomidae). *Ann. Zool. Fennici* 10, Helsinki. 363p.

Klink, A. (1982a). Het genus *Micropsectra* Kieffer. Een taxonomische en oekologische studie. *Medeklinker* 2. 58p.

Klink, A. (1983). Key to the Dutch larvae of *Paratanytarsus* Thienemann & Bause with a note on the ecology and the phylogenetic relations. *Medeklinker* 3. 36p.

Klink, A. (sine anno). Determinatietabel voor de poppen en larven der Nederlandse Tanytarsini. Deel 1: Algemene tabellen, Wageningen. 25p.

Langton, P.H. (1991). A key to pupal exuviae of West Palaeartic Chironomidae (inclusief Update, 1992), Huntingdon. 386p.

Langton, P.H. & P.S. Cranston (1991). Pupae in nomenclature and identification West Palaeartic *Orthocladus* s.str. (Diptera: Chironomidae) revised. *Syst. Ent.*, 16: 239-252.

Moller Pillot, H.K.M. (1984a). De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Inleiding, Tanypodinae & Chironomini. *Ned. Faun. Meded.* 1A, EIS, Leiden. 277p.

Moller Pillot, H.K.M. (1984b). De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Orthoclaadiinae sensu lato. *Ned. Faun. Meded.* 1B, EIS, Leiden. 175p.

Moller Pillot, H.K.M., H.J. Vallenduik & S.M. Wiersma (1994). Determinatietabel voor de larven van het genus *Glyptotendipes* in West-Europa. Riza Lelystad, Lelystad. 20p.

- Moller Pillot, H.K.M. & H.J. Vallenduuk (1995). Lesmateriaal expertdag muggelarven 8 december 1995. WSE. RIZA, Lelystad. Notitie Nr. 95.18. 23p.
- Vallenduuk, H.J., S.M. Wiersma, H.K.M. Moller Pillot & J.A. van der Velden (1995). Determinatietabel voor larven van het genus *Chironomus* in Nederland. RIZA Lelystad, Lelystad. 34p.
- Wiederholm, T. (ed.) (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1, Larvae. Ent. Scand. Suppl., 19. 457p.
- Wiederholm, T. (ed.) (1986). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 2, Pupae. Ent. Scand. Suppl., 28. 482p.

Stratiomyioidea

- Brugge, B. (1993). Stratiomyiidae. Larventabel. Typescript, Amsterdam. 31p.

Tipuloidea (Cylindrotomidae, Limoniidae & Tipulidae)

- Oosterbroek, P. & Br. Theowald (1991). Phylogeny of the Tipuloidea based on characters of larvae and pupae (Diptera, Nematocera), with an index to the literature except Tipulidae. Tijdschrift voor Entomologie 134 Amsterdam: 211-267 and figs. 1-180.

Waterkevers

- Angus, R. (1992). Insecta Coleoptera Hydrophilidae Helophorinae. Süßwasserfauna von Mitteleuropa 20/10-2. Verlag G. Fischer, Stuttgart. 144p.
- Barendregt, H. & A. van Nieuwenhuyzen (1995). Waterkevertabel voor Nederland. Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht. 124p.
- Drost, M.B.P., H.P.J.J. Cuppen, E.J. van Nieukerken & M. Schreijer (1992). De waterkevers van Nederland. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV, Utrecht 55. 280p.
- Holland, D.G. (1972). A key to the larvae, pupae and adults of the British Species of Elminthidae. Freshwater Biol. Assoc. Sc. Publ. 26. 58p.
- Holmen, M. (1987). The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark I. Gyrinidae, Haliplidae, Hygrobiidae and Noteridae. Fauna Entomologica Scandinavica 20. 168p.
- Huijbregts, J. (1982). De Nederlandse soorten van het genus *Cercyon* Leach (Coleoptera: Hydrophilidae). Zoölogische bijdragen 28: 127-173.
- Klausnitzer, B. (1991). Die Larven der Käfer Mitteleuropas. 1. Band: Adephaga. Goecke & Evers, Krefeld. 273p.
- Klausnitzer, B. (1994). Die Larven der Käfer Mitteleuropas. 2. Band: Myxophaga Polyphaga Teil 1, Goecke & Evers, Krefeld. 325p..

Watermijten

- Davids, C. & F.A.C. Kouwets (1987). The characteristics of some watermite species of the genus *Piona* (Acari; Hydrachnellae) with three new larval descriptions. Arch. Hydrobiol. 110. 18p.
- Davids, C. (1979). Spinachtigen-Arachnoidea. De watermijten (Hydrachnellae) van Nederland. Levenswijze en Voorkomen. Wet. Meded. KNNV 132, Hoogwoud. 78p..
- Haaren, T. van (1995). Enige verschilkenmerken tussen *Piona paucipora*, *P. variabilis* en *P. neumani*. Intern rapport ZHEW. Rotterdam. 1 p.
- Mommersteeg, W. (sine anno, sine loco). Soort sleutel voor *Neumania*. RIN i.s.m. C. Davids. 6p.
- Viets K. (1936). Wassermilben oder Hydracarina (Hydrachnellae und Halacaridae). Gustav Fischer Verlag, Jena. Tierw. Dtl. 31. 288p.; 32: 289-574.
- Viets, K. & K.O. Viets (1960). Nachtrag zu: Wassermilben, Hydracarina. Die Tierwelt Mitteleuropas III, Quelle & Meyer Verlag, Leipzig. 147p.

Waterwantsen

- Cuppen, J.G.M. (1988). *Sigara iactans* nieuw voor Nederland. Ent. Ber., Amst. 48 (6): 94-96.

- Jansson, A. (1986). The Corixidae (Heteroptera) of Europe and adjacent regions. Acta Ent. Fennica 47. 94p.
- Nieser, N. (1982). De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Gerromorpha). 3e druk. Wet, Med. KNNV 155. 78p.
- Savage, A.A. (1989). Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera. A key with ecological notes. Fresh. Biol. Assoc. Scientific Publ., 50. 173p.

Flora

- Meijden, R. van der (1996). Heukels' Flora van Nederland. 22e druk. Groningen, 662p.

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht veldgegevens, macrofyten, monsteroppervlaktes, chemische analyses, korrelgrootteverdeling en organisch stofgehaltes.

Bijlage 2a: Trofische functies van de aangetroffen macrofaunasoorten.

Bijlage 2b: Berekende aantallen macrofauna per monster.

Bijlage 2c: De $\ln(x+1)$ getransformeerde aantallen per monster.

Bijlage 2d: Percentages voedingsstrategie en habitat.

Bijlage 3: TWINSPAN matrix.