

Macrofauna in hoogwaterpoelen langs de Rijn

**Evaluatie van drift na de hoogwaters van begin 1995,
najaar 1998 en voorjaar 1999**

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

uitvoering	Drs. R. Geene, ir. A. Klink, J. Mulder, ir. M. Wilhelm
namens opdrachtgever	Dhr. A. bij de Vaate

rapportnummer	code opdrachtgever	status
08.1349		Concept

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	ir. A. Klink		21-06-99
goedgekeurd			21-06-99



AquaSense

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 (2008). - In opdracht van : . Rapportnummer:

© 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 kopieën van deze notitie te maken. Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier. De omslag is gemaakt van PVC-vrije kunststof.

Inhoud

Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Bemonstering	4
2.1. Ligging van de monsterpunten.....	7
2.2. Laboratoriumwerkzaamheden.....	12
3. Resultaten	13
3.1. Meest talrijke soorten	13
3.2. Bijzondere soorten	14
4. Drift in grote rivieren	19
4.1. Waar komen de dieren vandaan en waar gaan ze heen? .	19
4.1.1. Kolonisatie van de soorten in de drift.....	19
5. De betekenis van hoogwater voor natuurontwikkeling	27
6. Conclusies	29
7. Literatuur	31
Bijlage 1: Abiotische gegevens	33
Bijlage 2: Biotische gegevens	34

Samenvatting

1. Inleiding

Ongewervelde waterdieren (macrofauna) kunnen snel nieuwe wateren koloniseren, zoals onder andere is gebleken uit het monitoringsonderzoek in de Blauwe Kamer (Klink ea, 1995). Vrijwel direct na het graven van nieuwe wateren werden deze bewoond door pioniersoorten. Deze soorten komen vliegend op de nieuwe wateren af. De niet-vliegende soorten koloniseren deze wateren veel trager. Vooral schelpdieren kunnen lang op zich laten wachten.

In de Noordoostpolder is de waterslakkengemeenschap na 49 jaar nog steeds niet compleet en slakkenfauna in Zuidelijk Flevoland is na 23 jaar het pionierstadium nog niet ontgroeid (Klink en Mulder, 1992). In het rivierengebied is de situatie veel gunstiger. Drie jaar na oplevering zitten er al net zoveel soorten slakken in de nieuwe wateren van de Blauwe Kamer als in de Flevopolder na 25 – 30 jaar!

Het verschil tussen het rivierengebied en Flevoland is dat het rivierengebied aanvoer krijgt via een ecologische snelweg, terwijl in Flevoland de aanvoer waarschijnlijk plaatsvindt door toevallige en zeldzaam voorkomende omstandigheden.

In dit rapport wordt ingegaan op de betekenis van rekolonisatie van macrofauna in het rivierengebied tijdens hoog water en de processen die hieraan ten grondslag liggen. Tevens wordt ingegaan op de betekenis van hoogwater voor de terugkeer van soorten die verdwenen zijn uit de Nederlandse rivieren.

2. Bemonstering

De bemonstering is uitgevoerd na het hoge water van 1995, 1998 (alleen de Millingerwaard) en 1999 in een aantal uiterwaarden langs de Waal (Millingerwaard, plaat van Ewijk, Afferdense en Deestsche Waarden, Leeuwense Waard, Heesseltse Waarden, waard bij Opijnen) en Nederrijn (Blauwe Kamer)

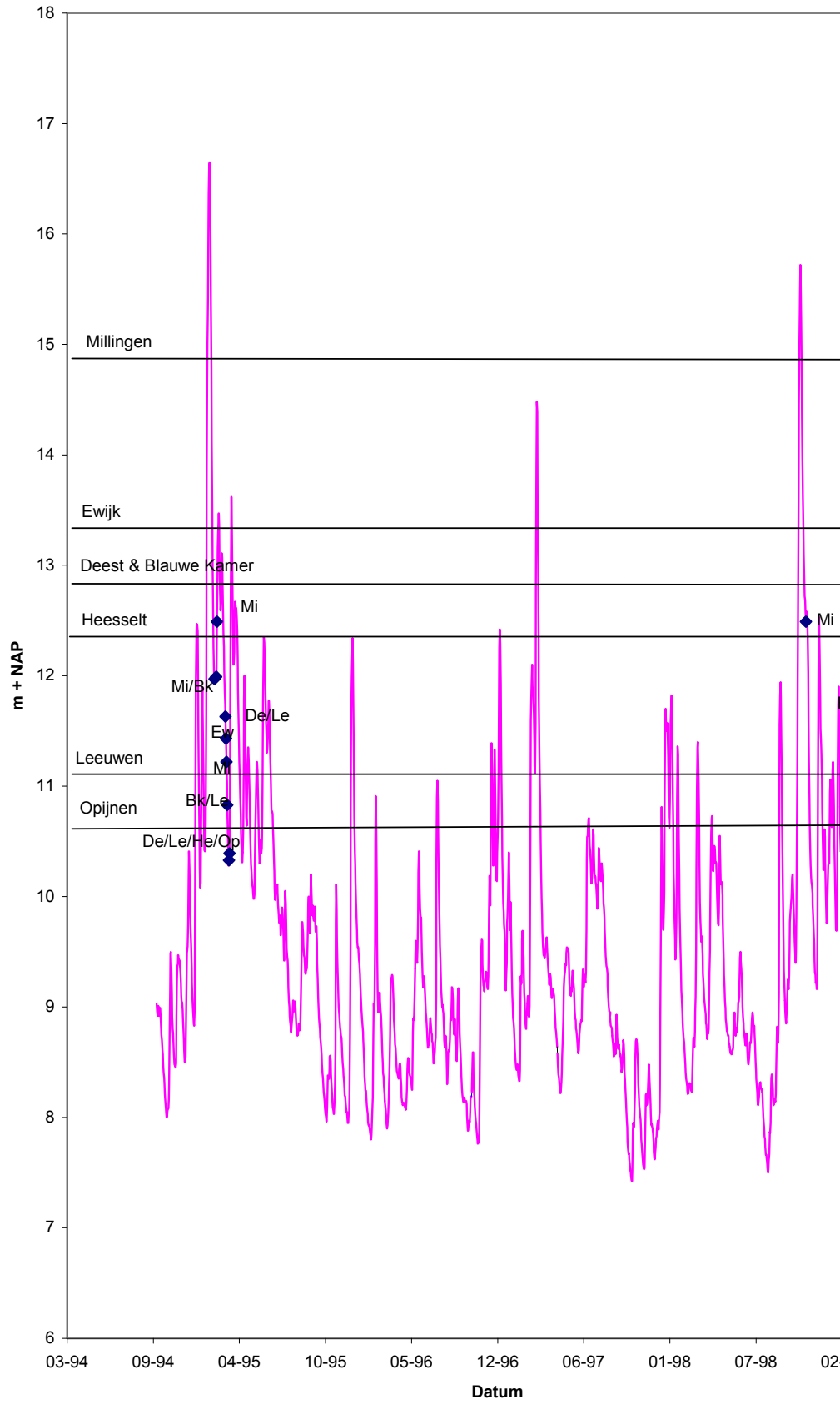
In figuur 2 wordt een overzicht gegeven van de waterstand bij Lobith vanaf september 1995 tot mei 1999. Tevens staat aangegeven wanneer welke uiterwaarden zijn bemonsterd en bij welke waterstanden de uiterwaarden gaan meestromen (deels gegevens Stichting Ark, deels eigen waarnemingen). De afkortingen bestaan uit de eerste twee letters van de betreffende uiterwaard (uitzonderingen BK = Blauwe Kamer en De = Afferden-Deest).

Op 1 februari 1995 bereikte de Rijn haar hoogste stand (16,65 m + NAP) sedert 1926. Op 5 november 1998 treedt een piekafvoer op van 15,62 m, terwijl op 26 februari 1999 een waterstand wordt gemeten van 15,05 m. De bemonsteringen zijn uitgevoerd tijdens aanmerkelijk lagere waterstanden. In een aantal gevallen waren poelen al bijna drooggevallen.

In de Millingerwaard, Plaat van Ewijk, Heesseltse Waarden en bij Opijnen zijn tijdens het hoogwater grote hoeveelheden zand overgeslagen. In Millingen, Ewijk en Heesselt zijn hierin door het water kolken uitgeschuurd (zie figuur 1) die op macrofauna zijn bemonsterd.



Figuur 1. Inundatiekolk op het Millingerduin



Figuur 2. Overzicht van de waterstanden en de bemonsteringsdata. De horizontale lijnen geven aan wanneer de betreffende uiterwaarden onder water gaan.

In de Leeuwense Waard zijn plaatselijk ook kolkjes ontstaan, niet in nieuwe zandafzettingen, maar in de bestaande zandbodem. In de Afferdense en Deestse Waarden, Blauwe Kamer, en de uiterwaard bij Opijnen zijn geen echte kolkgeden aangetroffen. Alleen in de Blauwe Kamer is in 1995 zand overgeslagen met daarin een uitgekolkt klikkerputje met vochtige detritus en wat riviersoorten. In deze uiterwaarden is de macrofauna bemonsterd in bestaende poelen of plassen die na de overstroming nog op het maaiveld stonden.

Bij de bemonstering is gebruik gemaakt van een standaard-macrofaunanet (Van der Hammen e.a. 1984). In kleinere poelen is alle macrofauna verzameld. In de grotere poelen zijn monsters genomen met een lengte van ca. 5 m of meer, afhankelijk van de aantallen. Er is naar gestreefd om tenminste 500 individuen per monster te verzamelen.

2.1. Ligging van de monsterpunten

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de ligging van de monsterpunten. De code bestaat uit de aanduiding van het gebied, gevolgd door het jaartal en het monsternummer. In enkele gevallen is een poel twee maal in het betreffende jaar bemonsterd. Dan is er na het jaartal ook de maand weergegeven.

Er zijn drie soorten poelen onderscheiden:

Inundatiekolken

Dit zijn kolken die tijdens het hoge water zijn ontstaan in de oeverwallen. Deze kolken zijn aangetroffen op het Millingerduin, Plaat van Ewijk, Leeuwen en Heesselt. Deze kolken zijn alle gelegen in recente zandafzettingen. De bodem ervan is veelal bedekt met een laag grof organisch materiaal (takjes en bladeren).

Poelen

Dit zijn bestaende poelen die al dan niet uitdrogen bij laag water, maar niet ontstaan zijn tijdens het hoogwater waar dit onderzoek zich op gericht heeft. Ze zijn wel overstromd of volgelopen tijdens het hoge water.

Plasjes op het maaiveld

Dit zijn plasjes met een diepte van hoogstens enkele dm. Het rivierwater heeft het maaiveld overspoeld en in deze depressies is water achtergebleven.

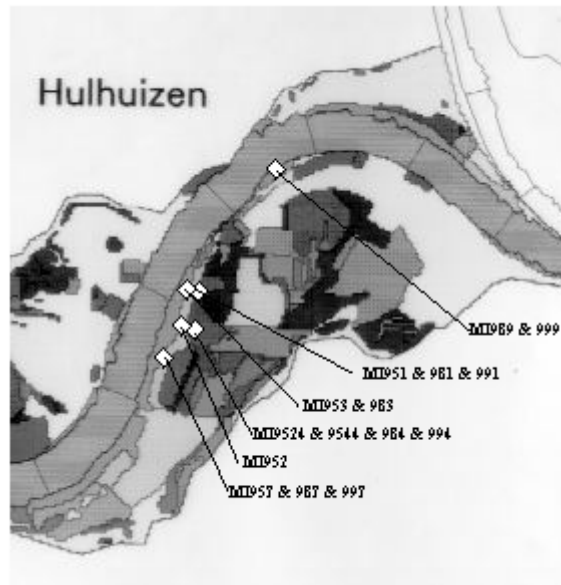
In de volgende kolom "overslag" staat aangegeven of er duidelijk aanzanding heeft plaats gevonden ter plaatse van het monsterpunt of niet.

In de laatste kolom staat de geschatte waterstand (Lobith) waarbij het monsterpunt is overstromd of volgelopen.

Tabel 1. Overzicht van de monsterpunten

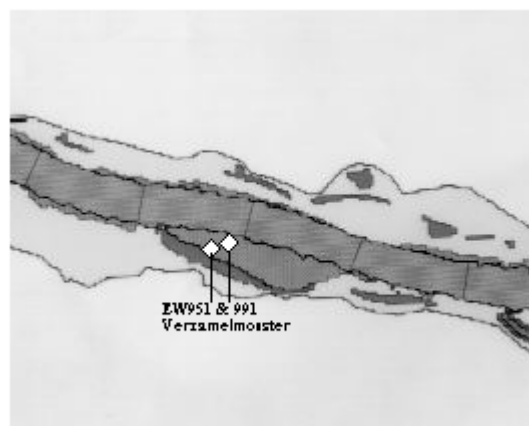
Code	Datum	Omschrijving	Aard	Overslag	Waterstand
BK951	16-02-95	Bl. Kamer poel Griendweidestrang	poel	nee	12,8
BK952	16-02-95	Bl. Kamer kolkje zomerdijk	poel	ja	12,8
BK953	14-03-95	Bl. Kamer moeras 9-morgenstrang	plasje in grasland	nee	12,8
BK991	30-03-99	Bl. Kamer poel zomerdijk	plasje in grasland	nee	12,8
DE951	10-03-95	Deest plasje op oeverwal	plasje in grasland	ja	13,8
DE952	18-03-95	Deest plas in grasland bij strang	plasje in grasland	nee	13,8
DE991	30-03-99	Deest plasje op oeverwal	plasje in grasland	nee	13,8
EW951	11-03-95	Ewijk verschillende poelen	poel	ja	13,2
EW991	30-03-99	Ewijk verschillende poelen	inundatiekolk	ja	13,2
HE951	19-03-95	Heesselt poel in weiland	inundatiekolk	ja	12,3
HE991	30-03-99	Heesselt poel in weiland	plasje in grasland	ja	12,3
LE951	14-03-95	Leeuwen weiland	plasje in grasland	nee	11,1
LE952	18-03-95	Leeuwen poel op punt N van strang	inundatiekolk	ja	11,1
LE991	05-04-99	Leeuwen poeltjes bij duiker	plasje in grasland	nee	11,1
LE992	05-04-99	Leeuwen poel langs nevengeul	poel	ja	11,1
MI951	13-02-95	Millingen grote poel op meidoornduin	inundatiekolk	ja	15,0
MI952	13-02-95	Millingen poeltje west van 4	inundatiekolk	ja	15,5
MI9524	18-02-95	Millingerwaard gr. poel met jonge wilgen	inundatiekolk	nee	14,5
MI953	13-02-95	Millingen poel meidoorn	inundatiekolk	ja	15,5
MI9544	23-04-95	Millingerwaard gr. poel met jonge wilgen	inundatiekolk	nee	14,5
MI957	12-03-95	Millingen poelen onder de Beijer	poel	nee	14,0
MI981	17-11-98	Millingerwaard ondiepe grote poel op duin	inundatiekolk	ja	15,0
MI983	17-11-98	Millingerwaard poel bij meidoorn	inundatiekolk	ja	15,5
MI984	17-11-98	Millingerwaard gr. poel met jonge wilgen	inundatiekolk	nee	14,5
MI987	17-11-98	Millingen poelen onder de Beijer	poelen	nee	14,0
MI989	17-11-98	Millingerwaard poel bij kolenbranderbos	inundatiekolk	nee	14,5
MI991	25-03-99	Millingerwaard ondiepe grote poel op meidoornduin	inundatiekolk	nee	15,0
MI994	25-03-99	Millingerwaard gr. poel met jonge wilgen	inundatiekolk	nee	14,5
MI997	25-03-99	Millingerwaard grote poel bij de Beijer	poelen	nee	14,0
MI999	25-03-99	Millingerwaard poel bij kolenbrandersbos	inundatiekolk	nee	14,5
OP951	19-03-95	Opijnen poel teen winterdijk	plasje in grasland	nee	12,0
OP991	30-03-99	Opijnen poeltjes oever vak D	poel	nee	11,0

In de Figuren 3 – 8 is per uiterwaard aangegeven waar de monsters zijn genomen.



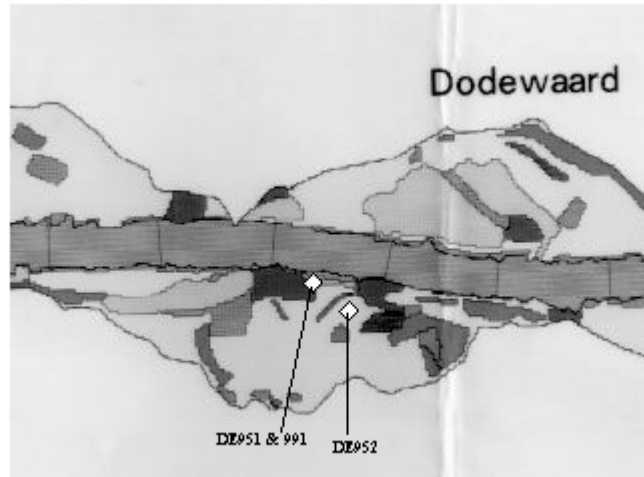
Figuur 3. Ligging van de monsterpunten in de Millingerwaard

Het water begint in het Millingerduin te stromen bij 13,65 m. Bij 14,80 m stroomt het laagste deel van het duin over. Pas bij een waterstand van 16,80 m zal ook de top van het Millingerduin inunderen (Stichting Ark, 1996). De kolk op Figuur 1 is MI953. De monsters 1 tm. 7 liggen op het Millingerduin. Mp. 9 ligt buitendijks iets ten westen van het Colenbrandersbos.



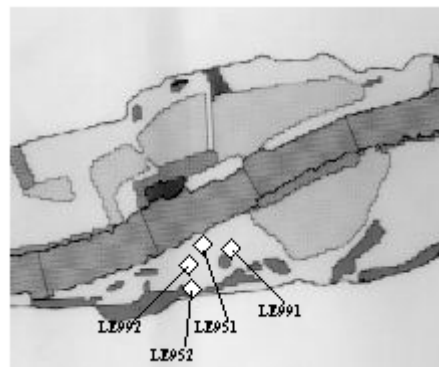
Figuur 4. Monsterpunten op de Plaat van Ewijk

De strang van Ewijk loopt aan de benedenstroomse kant vol bij 10,40 m (Lobith). Bij 12,70 m stroomt deze ook vol vanaf bovenstrooms. Bij 13,20 m stroomt het water over de Plaat van Ewijk. Op de Plaat zijn verzamelmonsters genomen in diverse kolken, zowel aan de zuid- als noordzijde.



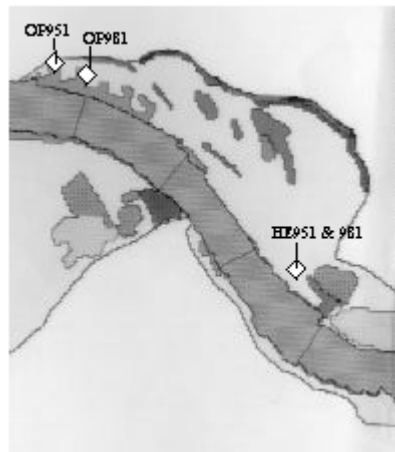
Figuur 5. Monsterpunten in de Afferdense en Deestsche Waarden

De oostelijke kant van de Afferdense en Deestsche Waarden begint vol te lopen bij een waterstand van 10,60 m (Lobith). Dit water wordt opgevangen door hoogbekade kleiputten. Vanaf 11 m stroomt er vanaf de benedenstroomse kant water het gebied in. Bij 12,90 m is de uiterwaard vol, maar stroming treedt er nauwelijks op. Mp. 1 ligt op de oeverwal, waar in 1995 wel en in 1999 geen aanzanding heeft plaatsgevonden. Mp. 2 bevat alleen water in 1995.



Figuur 6. Monsterpunten in de Leeuwense Waard

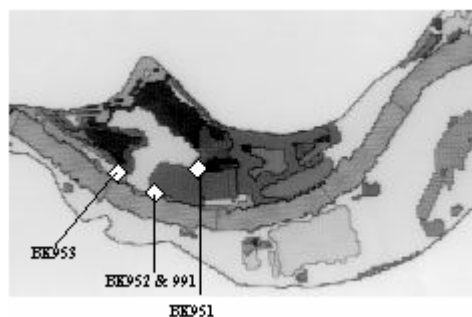
De uiterwaard van Leeuwen is onbekend en heeft een nevengeul. Bij een waterstand van ruim 11 m (Lobith) wordt de weg door de uiterwaard overstroomd en ontstaat er stroomafwaarts een waaiervan geulen.



Figuur 7. Monsterpunten in de Heesseltse Waarden en de uiterwaard bij Opijnen

De Heesseltsche Uiterwaarden stromen bij 12,30 m (Lobith) mee. Zowel in 1995 als in 1999 is hier zand overgeslagen en is een inundatiekolk bemonsterd.

De uiterwaard bij Opijnen heeft sedert 1994 een nevengeul die bij ca. 9,20 m bij Lobith begint te stromen. Bij een waterstand van ongeveer 11 m stroomt een groot gedeelte van de waard mee. In 1995 is een plasje bemonsterd aan de teen van de dijk bij de trap. In 1999 zijn in de oever van vak D enige poeltjes bemonsterd.



Figuur 8. Monsterpunten in de Blauwe Kamer

In de Blauwe Kamer is een deel van de zomerdijk verlaagd en hier stroomt water in bij 12,80 m. Bij 13,50 m stroomt het water weg door het westelijke deel van de uiterwaard. Bij 14,75 m wordt de zomerdijk overstroomd. Pas bij 15,50 m loopt de Veerweg onder water en vindt er ook afvoer plaats door de Plasserwaard en het oostelijke deel van de Blauwe Kamer. In 1995 zijn drie locaties bemonsterd. Mp. 1 is een kleipoel ten westen van de Griendweidestrang. Mp. 2 was een kolkje ter grootte van een knikkerputje in een zandoverslag. Mp. 3 is een ondergelopen grasland ten zuiden van de 9-Morgenstrang. In 1999 is

de ondergelopen laagte bij de inham in de zomerdijk onderzocht. Er is toen geen zand overgeslagen.

2.2. Laboratoriumwerkzaamheden

Bij de uitzoekprocedure 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 het totale monster uitgezocht.. De uitgezochte watermijten zijn gefixeerd in Koenike-fixatief en de overige dieren in ethanol (70%).

De determinaties zijn uitgevoerd met een Olympus SZ-STS zoom-stereomicroscop (vergroting 9 tot 110 x). Preparaten van waterkevers (genitaal), wormen, watermijten en muggenlarven 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 is tot op soortsniveau gedetermineerd, behalve bij platwormen en nematoden. In tabellen en bijlagen worden de soorten afgekort met een lettercodering, die zoveel mogelijk in overeenstemming is met Lavaleye e.a. (1995).

3. Resultaten

In totaal zijn in 32 monsters meer dan 50.000 individuen verzameld die verdeeld zijn over 391 taxa. Dit is ongeveer 35% van alle soorten die recent of subfossiel bekend zijn uit het gehele Nederlandse rivierengebied.

3.1. Meest talrijke soorten

In tabel 2 zijn de 20 meest talrijke taxa weergegeven

Tabel 2. De meest talrijke macrofauna-taxa in de hoogwaterpoelen

Taxon	groep	ecotoop	% totaal
Enchytraeidae	worm	land	26
Chaetogammarus ischnus	kreeftachtige	water	17
Gammaridae	kreeftachtige	water	13
Dikerogammarus villosus	kreeftachtige	water	8
Gammarus tigrinus	kreeftachtige	water	5
Ceratopogonidae	mug	water	4
Gammarus pulex	vlokreeft	water	4
Corophium curvispinum	slijkgarnaal	water	1
Hemimysis anomala	kreeftachtige	water	1
Nephrotoma	mug	land	1
Procladius	mug	water	1
Gammarus	kreeftachtige	water	1
Orthocladius	mug	water	1
Cricotopus sylvestris	mug	water	1
Hydropsyche contubernalis	kokerjuffer	water	1
Paratendipes albimanus gr	mug	water	1
Ochthebius minimus	kever	water	1
Micronecta	wants	water	0,5
Cladotanytarsus	mug	water	0,5
Hydropsyche bulgaromanorum	kokerjuffer	water	0,4
Totaal			87

Het meest talrijke taxon is de familie van de potwormen (Enchytraeidae) die hoofdzakelijk landbewoners zijn. De helft van de

totaal aangetroffen individuen behoort tot de kreeftachtigen en 47% hiervan behoort tot de vlokreeften (Gammaridae). Van deze groep is alleen *Gammarus pulex* (4%) inheems in de Nederlandse Rijntakken. *Gammarus tigrinus*, een immigrant uit Noord-Amerika, was in de 80-er jaren de enige vlokreeft die algemeen voorkwam in de Rijn. De overige soorten zijn afkomstig uit het Donauebekken en koloniseren in snel tempo het Rijnstroomgebied sinds de opening van het Rhein-Main-Donaukanaal in 1992. Deze kolonisatie vindt plaats door drift (Wittmann ea, 1999), maar ook ballastwater kan een belangrijke bijdrage leveren aan het transport van exoten van de Donau naar de Rijn (Mondel. Med. Centraal Bureau voor Rijn en Binnenvaart). Opmerkelijk is het massale voorkomen van *Chaetogammarus ischnus* en *Dikerogammarus villosus* in de monsters. Beide soorten zijn pas zeer recent in Nederland geïmmigreerd (resp. 1991 (Van den Brink ea, 1993) en 1994 (Bij de Vaate en Klink, 1996).

3.2. Bijzondere soorten

In Tabel 3 is een overzicht gemaakt van soorten in de hoogwaterpoelen die slechts zelden worden aangetroffen in het Nederlandse rivierengebied. Hierbij zijn de vondsten per uiterwaard en jaar getotaliseerd.

Tabel 3. Aantal bijzondere taxa, waargenomen in de uiterwaarden

Uiterwaard/ jaar	Aantal bijzondere taxa
MI95	31
MI98	14
MI99	6
EW95	18
EW99	10
LE95	7
LE99	10
HE95	5
HE99	7
BK95	6
BK99	3
DE95	3
DE99	2
OP95	3
OP99	2

In de Millingerwaard zijn in 1995 verreweg de meeste bijzondere soorten aangetroffen. Gevolgd door de Plaat van Ewijk en de Leeuwense Waard. Er zijn maar weinig bijzondere soorten waargenomen in de Afferdensche en Deestse Waarden en Opijnen. De Heesseltsche Waarden en de Blauwe Kamer (1995) nemen een tussenpositie in. Verder valt op dat er in 1995 in Millingen en Ewijk veel meer bijzondere soorten zijn aangetroffen dan in 1998 en 1999.

In tabel 4 zijn deze bijzondere taxa onderverdeeld naar de oorzaak waarom ze bijzonder zijn. Hierin zijn de volgende categorieën onderscheiden:

Winterbed: soorten die thuishoren in stilstaand water, maar in het winterbed zelden of nooit worden aangetroffen.

Verontreiniging: soorten die vroeger algemeen / niet zeldzaam waren in het zomerbed van de rivier, maar daar vermoedelijk uit zijn verdwenen door de waterverontreiniging. Dit zijn soorten die niet bijzonder kritisch zijn ten opzichte van hun biotoop, maar wel hoge eisen stellen aan de waterkwaliteit.

Biotoop: soorten die afhankelijk zijn van een biotoop dat verdwenen is, of de biotoop is nog wel aanwezig, maar de omstandigheden zijn veranderd.

Bovenloop: soorten die in Nederland uitsluitend in beken en kleine rivieren worden aangetroffen, maar ontbreken in de grote rivieren.

Hyporheon: soorten die diep in de rivierbodem leven.

Exoten: soorten die veelal deze eeuw en in het bijzonder in de laatste 10 jaar in Nederland zijn verschenen.

Onbekend: soorten die zelden of nooit in het riviereengebied worden aangetroffen, maar waarvan evenmin bekend is waar ze bovenstrooms leven.

Tabel 4. Overzicht van bijzondere soorten en de oorzaak waarom ze zo bijzonder zijn

Taxa/oorzaak bijzonderheid	Winterbed	Verontreiniging	Biotoop	Bovenloop	Hyporheon	Exoot	Onbekend
Agabus nebulosus im	+						
Agabus nebulosus I	+						
Potamonectes canaliculatus	+						
Dina lineata	+						
Esolus		+					
Oulimnius		+					
Oulimnius tuberculatus		+					
Polycentropus flavomaculatus		+					
Neureclipsis bimaculata		+					
Aphelocheirus aestivalis im		+					
Aphelocheirus aestivalis I		+					
Mystacides azurea		+					
Psychomyia pusilla		+					
Heptagenia flava		+					
Baetis rhodani		+					
Heptagenia sulphurea		+					
Potthastia gaedii		+					
Potamanthus luteus		+	+				
Glyptotaelius pellucidus			+				
Halesus radiatus			+				
Siphonurus			+				
Limnephilus fuscicornis			+				
Gomphus vulgatissimus			+				
Thienemanniella flaviforceps agg			+				
Thienemanniella clavicornis agg			+				
Wilhelmia			+				
Odagmia ornata			+				
Simulium			+				
Boophthora erythrocephala			+				
Elodes				+			
Macropelopia				+			
Conchapelopia				+			
Thienemannimyia				+			
Platambus maculatus				+			
Nemoura				+			
Plectrocnemia geniculata				+			
Apsectrotanytus trifascipennis				+			
Nemoura cinerea				+			
Paratendipes albimanus gr				+			
Cricotopus vierriensis				+			
Parametrioctenus stylatus				+			
Eukiefferiella brevicar agg				+			
Heterotrissocladius marcidus				+			
Polypedilum laetum agg				+			
Zavrelimyia				+			
Centroptilum luteolum				+			
Polypedilum convictum				+			
Niphargus aquilex					+		
Echinogammarus trichiatus						+	
Crangonyx pseudogracilis						+	
Chaetogammarus ischnus						+	
Hydropsyche bulgaromanorum						?	
Dikerogammarus villosus						+	
Rhithropanopeus harrisii						+	
Dina punctata							+
Caenis macrura							+
Stempellinella							+

Winterbed

Agabus

nebulosus en *Potamonectus canaliculatus* zijn pioniers in pas gegraven poelen (Drost ea, 1992). Beide soorten zijn aangetroffen in de pas ontstane inundatiekolken op het Millingerduin. Twee maanden na de inundatie zijn er inmiddels ook larven uitgekomen van *A. nebulosus*. *P. canaliculatus* is daarnaast nog op de plaat van Ewijk gevonden. *Dina lineata* wordt slechts sporadisch in aquatisch onderzoek aangetroffen, vermoedelijk omdat de soort semi-terrestrisch is (Nesemann, 1993).

Waterverontreiniging

De soorten die vermoedelijk verdwenen zijn door de waterverontreiniging kunnen ook in de kunstmatige biotopen (stortsteen) overleven en voor hen is het een kwestie van tijd alvorens ze zich weer gevestigd hebben in de Nederlandse rivieren. Bijzondere taxa hierbij zijn de Elmide-kevers van het geslacht *Esolus* en *Oulimnius* en de platte waterwants (*Aphelocheirus aestivalis*). Zowel de kevers als de wants zijn, in tegenstelling tot de meeste andere kevers en wantsen, niet in staat om zuurstof uit de lucht te betrekken. Hierdoor zijn ze afhankelijk van hoge zuurstofgehalten in het water en daardoor gevoelig voor verontreiniging. Ook de overige soorten zoals de eendagsvliegen *Heptagenia flava*, *H. sulphurea* en *Baetis rhodani* en de kokerjuffers *Neureclipsis bimaclata*, *Mystacides azurea* en *Psychomyia pusilla* zijn vermoedelijk door verontreiniging uit de Nederlandse rivieren verdwenen.

Biotoop

De volgende groep soorten is zeldzaam/verdwenen in het rivierengebied omdat hun biotoop verdwenen is. *Siphonurus*, *Limnephilus fuscicornis*, *Glyphotaelius pellucidus* en *Halesus radiatus* zijn soorten die van nature in het winterbed voorkomen in poelen die in de winter kunnen overstroomd en in de zomer veelal uitdrogen. Deze soorten maken in de winter en voorjaar hun ontwikkeling door en vliegen begin mei uit. De zomerperiode brengen ze door in het ei stadium. Dergelijke biotopen zijn verdwenen met de normalisatie van de rivieren, waaronder het aanleggen van de kribben en de zomerkaden. De beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) is vermoedelijk ook verdwenen door biotoopverlies. De soort is bij voldoende waterbeweging in staat om te leven in stromend en stilstaand water met een matige zuurstofhuishouding (Heidemann en Seidenbusch, 1993). De beekrombout leeft in ondiep water tot een diepte van 1,4 m. Met name de oevers langs de Waal zijn door de scheepvaart absoluut ongeschikt als biotoop voor deze rivierbewoner.

Andere taxa die hun biotoop zijn kwijtgeraakt zijn de kriebelmuggen (*Simuliidae*). Deze dieren (*Wilhelmia*, *Odagmia*, *Boophthora* en *Simulium*) leven op vast substraat, van nature hout en ondergedoken waterplanten, in het stromende water. Wat deze filteraars zo kwetsbaar maakt is het feit dat ze geen grote schommelingen in de stroomsnelheid kunnen verdragen, waardoor de stenen op de kribben bij de huidige golfslag geen vervangend biotoop kunnen vormen. In afzettingen uit 5145 BP en 1745 blijkt dat deze dieren nog respectievelijk 18% en 25% uitmaakten van de insectenfauna in de Rijn. In een afzetting uit 1880 is hun aandeel reeds teruggelopen tot 6%. In de huidige Rijntakken zijn ze een grote zeldzaamheid (Klink ea, 1989). Ook deze dieren zijn het slachtoffer van de normalisatie, waardoor het hout uit de rivieren is verdwenen en de stroomsnelheden zo opliepen dat zelfs de scheepvaart eind vorige eeuw er ernstige hinder van ondervond (de Graaff, 1977). In het huidige zomerbed zou zelfs hout in de vaargeul geen geschikt biotoop meer vormen voor de kriebelmuggen. De enorme waterbeweging van de scheepvaart maakt dit onmogelijk.

Bovenlopen

De volgende groep bestaat uit soorten die, voor zover ze in Nederland voorkomen, beperkt zijn tot de bovenlopen van beken. Een aantal van deze soorten komt echter wel regelmatig tot veelvuldig voor in oude

rivierafzettingen zoals *Paratendipes gr. albimanus*, *Parametriocnemus stylatus*, *Heterotrissocladius marcides* en *Polypedilum laetum* agg. (Klink, 1989). Vermoedelijk hebben deze dieren deel uitgemaakt van de levensgemeenschap van het zomerbed, maar is ook hun biotoop verloren gegaan. In bovenlopen komen de soorten veelal voor op zand met een geringe hoeveelheid grof organisch materiaal. *Paratendipes gr. albimanus* is bestand tegen een matige waterkwaliteit, de overige soorten zijn kritischer (Moller Pillot en Buskens, 1990). Van de overige soorten zijn er een aantal bekend uit de Rijn in Duitsland. *Thienemannimyia*, *Zavrrelimyia* en *Centroptilum luteolum* zijn alleen bekend uit de Hoehrhain. Tot in de Oberrhein komen voor *Plectrocnemia geniculata*, *Heterotrissoclauidus marcidus* en *Polypedilum convictum*. Van de Mittelrhien zijn *Macropelopia* en *Eukiefferiella breviculvar* agg. bekend (Caspers, 1991; Tittizer en Krebs, 1996).

Hyporheon

Een aparte categorie vormt *Niphargus aquilex*, de blinde vlokreeft die diep in de rivierbodem leeft tussen het grind. Een dergelijke biotoop wordt vrijwel nooit onderzocht en het voorkomen van deze soort op het Millingerduin (1995 en 1998) wijst er op dat de bedding van de Rijn is omgewoeld en de dieren tijdens de inundatie in de kolken zijn terechtgekomen. Deze soort is bekend van de Oberrhein (Tittizer en Krebs, 1996).

Exoten

Tot de volgende categorie behoren de immigranten die grotendeels bestaan uit exoten vanuit het Donaustroomgebied. Uitzonderlingen zijn *Crangonyx pseudogracilis* en *Rhithropanopeus* (Zuiderzeekrabbe) die afkomstig zijn uit Noord Amerika. *Echinogammarus trichiatus* is tijdens dit onderzoek voor het eerst in Nederland waargenomen. De vindplaats is het inundatiekolkje afgebeeld in Figuur 1.

Onbekend

De laatste categorie bestaat uit soorten die ontbreken in het overzicht van Caspers, 1993 en Tittizer en Krebs, 1996. *Dina punctata* is een soort die nog niet bekend was uit Nederland. Deze bloedzuiger leeft semi-aquatisch langs snelstromende beken en rivieren. In de Alpenrijn is hij algemeen en wordt stroomafwaarts steeds zeldzamer. Benedenstrooms Düsseldorf ontbreekt de soort (Nesemann, 1993). *Caenis macrura* is een echte rivierbewonende eendagsvlieg die waarschijnlijk zeldzaam is in de Duitse Rijn. In Nederland voeren de waarnemingen terug op bemonsteringen tijdens hoogwater. De dansmug *Stempellinella* is een soort die in Nederland in het zomerbed recent noch subfossiel is waargenomen.

4. Drift in grote rivieren

De kolonisatie door aquatische macrofauna van de inundatiekolken, de (niet permanente) poelen en plasjes op het maaiveld is het gevolg van drift. Drift is een verschijnsel dat op een zeker moment dieren zich door de stroming laten meevoeren om zich elders te vestigen. Sommige groepen driften vooral 's nachts (bv eendagsvliegen) om aan hun predatoren te ontkomen. Andere groepen driften zowel overdag als 's nachts (bv dansmuglarven). Meestal is er een positieve relatie aanwezig tussen de afvoer en de hoeveelheid driftende individuen (Klink, 1988). Drift in grote rivieren is nauwelijks bestudeerd in tegenstelling tot drift in beken en kleine rivieren (Brittain en Eikeland 1988). Bovendien gaat het hierbij vrijwel uitsluitend om normale situaties en niet over drift tijdens piekafvoeren. In Nederland is in 1989 een onderzoek uitgevoerd naar drift in de Rijn en Grensmaas (Klink, 1990). Hieruit bleek dat tijdens normale afvoeren in de Rijn bij Lobith overdag gemiddeld 5 ind/m³ door de stroming zijn meegevoerd. Bij piekafvoeren is het aannemelijk om te veronderstellen dat deze concentratie nog veel verder zal oplopen als gevolg van catastrofale drift (Klink, 1988). Dit betekent dat er tijdens hoogwater per etmaal al snel een miljard dieren met de stroom worden meegevoerd.

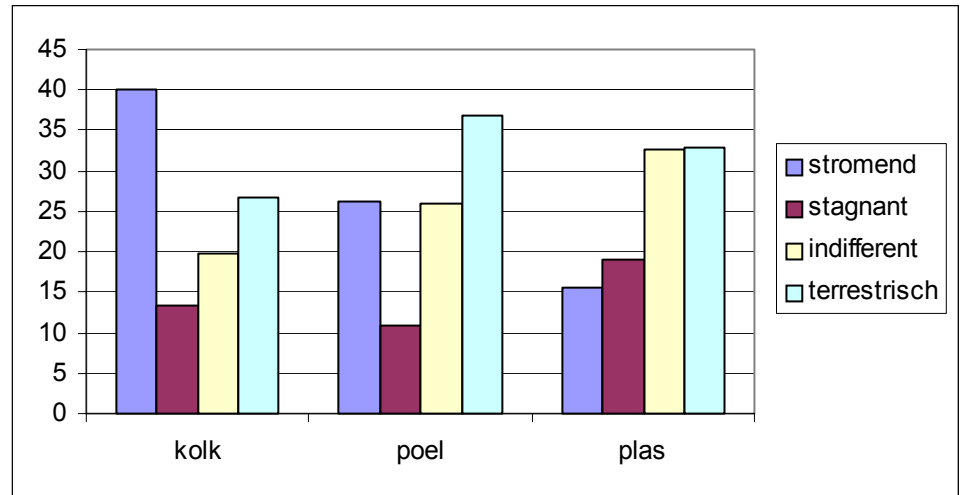
4.1. Waar komen de dieren vandaan en waar gaan ze heen?

In een review over drift van macrofauna (Brittain en Eikeland, 1988) worden driftafstanden genoemd van enkele m tot hooguit enige km tijdens normale afvoeren. In het bovenstaande hebben we gezien dat er veel bijzondere soorten zijn aangetroffen die alleen bekend zijn uit bovenstroomse delen van de Rijn of mogelijk afkomstig zijn uit zijbeken. Tijdens dit onderzoek zijn soorten aangetroffen die volgens opgaven van Caspers (1993), Tittizer en Krebs (1996) en IKSR (1996) vele honderden kilometers stroomopwaarts hun leefgebied hebben. Zo is het verspreidingsgebied van de beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) beperkt tot de Main en heeft de eendagsvlieg *Potamanthus luteus* nog slechts een restpopulatie in zuid Duitsland (IKSR, 1996). Hetzelfde is geconstateerd in hoogwaterpoelen langs de Grensmaas in 1995, waarbij veel soorten afkomstig bleken uit de Lotharingse Maas, zo'n 500 km stroomopwaarts (Klink, 1998)!

4.1.1. Kolonisatie van de soorten in de drift

Waar de soorten zijn heengegaan is een ander belangwekkend aspect aan dit onderzoek. Zo blijkt dat niet in ieder van de onderscheiden watertypen een vergelijkbare macrofauna-samenstelling is

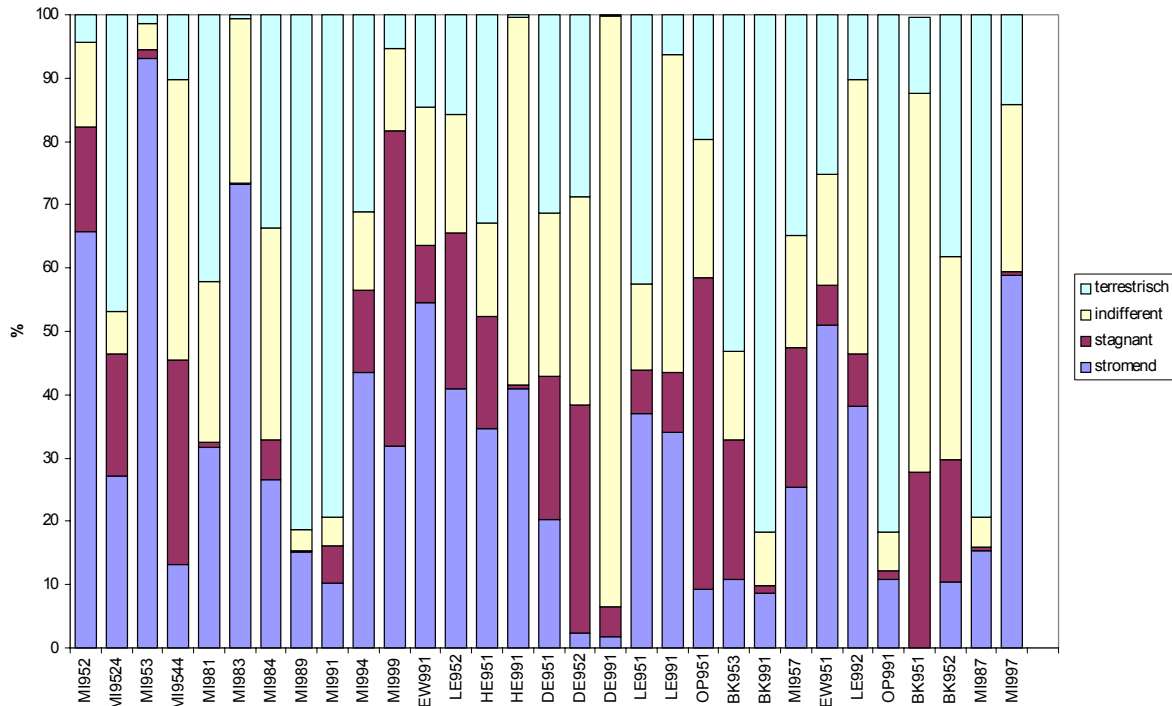
aangetroffen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de watertypen (inundatie)kolk, poel en plas (op het maaiveld) (zie ook tabel 1). De macrofauna is onderverdeeld naar ecotoop van herkomst (stromend water, stagnant water, zowel in stromend als stilstaand water (indifferent) en terrestrisch.



Figuur 9. Aandeel van de macrofauna naar ecotoop van herkomst over de onderscheiden watertypen

Uit Figuur 9 blijkt dat gaande van de inundatiekolken naar de plassen, het aandeel van de stroomminnende soorten afneemt. Het aandeel van de soorten van stilstaand water schommelt tussen 10 en 20%. Het aandeel van de indifferente soorten is wisselend, terwijl de terrestrische soorten in alle watertypen een aandeel hebben van ca. 25 - 35%. De overige macrofauna-groepen zijn van ondergeschikt belang.

In Figuur 10 is de macrofauna-samenstelling per monsterpunt weergegeven.



Figuur 10. Verdeling van de macrofauna naar ecotoop van herkomst (indifferent is zowel voorkomend in stilstaand als stromend water) voor de afzonderlijke monsterpunten

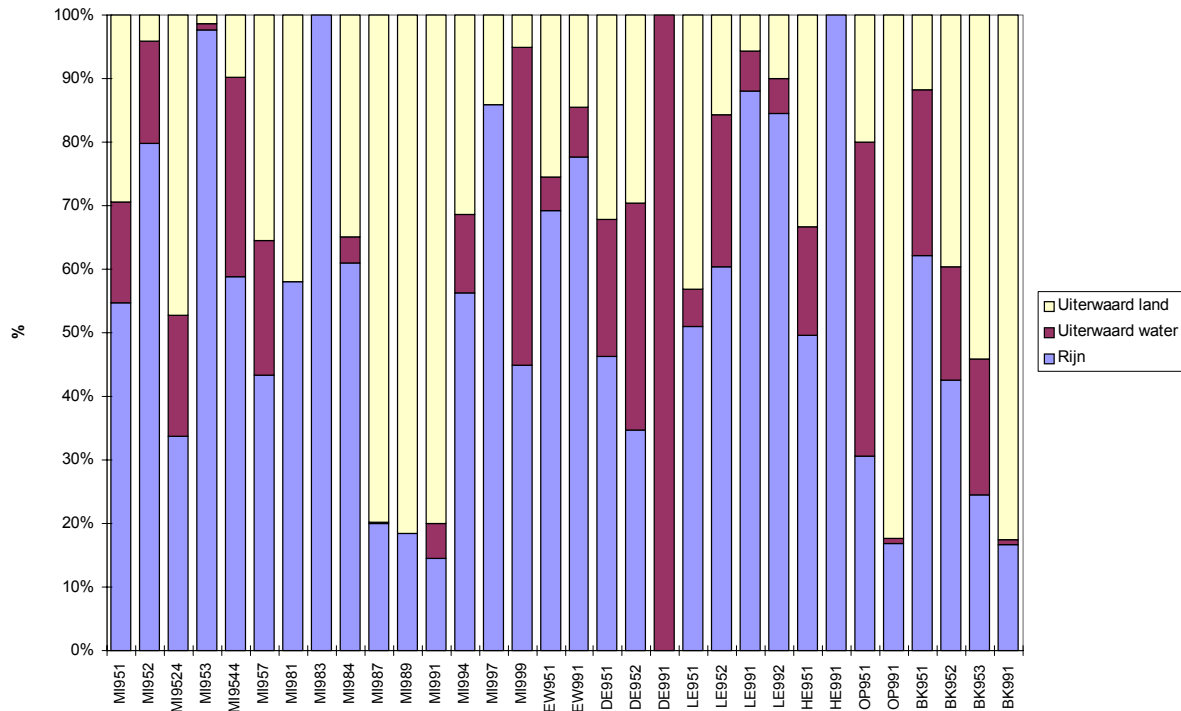
In Figuur 10 is te zien dat het aandeel aan soorten van stromend water vooral groot is in de dynamische uiterwaarden van Millingen, Ewijk, Leeuwen en Heesselt. Toch zijn er grote verschillen in samenstelling in de poelen in de Millingerwaard. Ondanks de zomerdijkverlaging in de Blauwe Kamer is dit nog steeds een laagdynamische uiterwaard. In de Afferdensche en Deestse Waarden en ook in Opijnen zijn geen inundatiekolken aangetroffen.

De samenstelling van de drijvende fauna in het rivierwater kan worden geschat aan de hand van de samenstelling in de inundatiekolkjes die hoog op het Millingerduin liggen (MI952, 953 en 983). Immers dit zijn nieuw ontstane kolken, waarin voorheen geen aquatische of terrestrische fauna aanwezig was. Het rivierwater stroomt hier de uiterwaard in zodat soorten uit de Millingerwaard zelf het duin niet zullen koloniseren tegen de stroom in. De gemiddelde samenstelling van de macrofauna in het rivierwater bedraagt dan:

Ecotoop	aandeel %
stromend	77
stagnerend	6
indifferent	14
terrestrisch	2

Dit houdt in dat meer dan $\frac{3}{4}$ van de fauna in de drift afkomstig is uit de stromende rivier zelf en dat 6% uit de stagnerende wateren in de uiterwaard komt. Van 14% zal een aandeel in de rivier zelf hebben geleefd en ook een gedeelte in de uiterwaarden. Slechts 2% van het aantal individuen is van terrestrische oorsprong. Indien we vervolgens

de indifferente fauna naar rato verdelen over het stromende en stilstaande water, dan bevat het rivierwater 91% riviersoorten, het aandeel van de soorten uit stilstaand water bedraagt 7% en 2% is terrestrisch. Met deze verdeling is in Figuur 11 uitgerekend welk aandeel rivierwater heeft gehad in de onderzochte poelen.



Figuur 11. Verdeling van het aandeel van het ecotoop van herkomst op de verschillende monsterpunten, gecorrigeerd voor indifferente soorten en samenstelling van het rivierwater.

Uit Figuur 11 komt hetzelfde beeld naar voren als in Figuur 10, zij het dat het aandeel van de rivier fors gestegen is op een aantal locaties met veel indifferente soorten.

Nu is het ook mogelijk om verschillen in faunasamenstelling beter te interpreteren in monsterpunten die meerdere jaren zijn bemonsterd.

Mp. 1 van Milliingen (grote poel op meidoornduin) heeft in 1995 een inbreng van de rivier gekregen van 55%. 16% van de fauna zou uit de uiterwaard zelf gekomen zijn en 29% kan toegerekend worden aan de landfauna ter plaatse. In 1998 is de rivierinbreng nagenoeg hetzelfde. In 1999 echter bedraagt de inbreng van de rivier nog naar 14%, terwijl 80% bestaat uit landfauna. De oorzaak voor deze verschillen ligt in de hoogte van de afvoerpiek. In 1995 (16,65 m) en in 1998 (15,75 m) is er een zodanige hoeveelheid water over de poel gestroomd dat er zand is afgezet en uit gekolkt. In 1999 (15,05 m) is de kolk wel vol gelopen, maar hij is niet overstroomd, aangezand of verder uit gekolkt. De fauna is hier een weerspiegeling van.

Ook mp. 7 (poel of poelen onder het fabrieksterrein van de Beijer) vertoont in die drie jaren een totaal verschillend beeld. In 1995 is het aandeel van de rivier 43%, van stagnant water 21% en van landfauna 35%. In 1998 is er nog maar een rivieraandeel van 20% en 80% van de fauna is terrestrisch. Voor het hoge aandeel van de rivier in 1999 is niet

direct een verklaring te geven. Voor het hoge aandeel aan landfauna in 1998 wel. In tegenstelling tot in 1995 en 1999 is in 1998 gemonsterd bij relatief hoog water. Hierdoor lag een groot gedeelte van het gebied plas dras. Bij het verder zakken van het water zullen langzamerhand steeds meer landsoorten verdwijnen en zullen de watersoorten zich in de overblijvende poelen concentreren.

Dat de waterstand tijdens de bemonstering in november 1998 hoog was komt ook tot uitdrukking in het hoge aandeel terrestrische soorten in poel 9 (buiten de dam bij het Colenbrandersbos). In 1999 bij lager water is het aandeel aquatische soorten groot en zijn er opvallend veel uiterwaard-soorten in de poel gevlogen (vooral kevers).

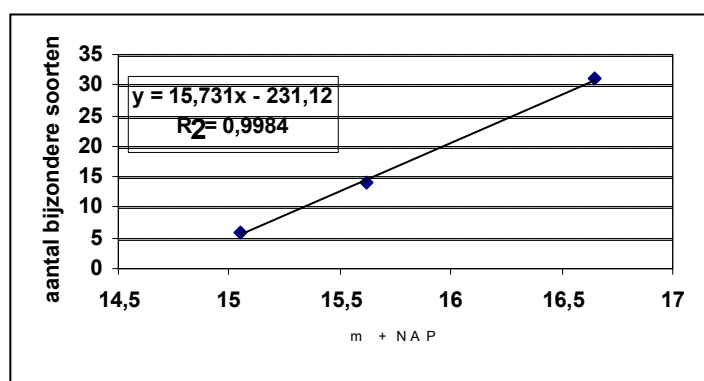
In de overige uiterwaarden zijn in 1999 veelal niet dezelfde poelen bemonsterd als in 1995, aangezien ze door het lagere hoogwater niet zijn overspoeld.

Tabel 5. Overzicht van bijzondere soorten per jaar en uiterwaard

Taxa / uiterwaard	MI95	MI98	MI99	EW95	EW99	DE95	DE99	LE95	LE99	HE95	HE99	OP95	OP99	BK95	BK99
Agabus nebulosus I	++														
Dina lineata	++														
Esolus	+														
Oulimnius	+														
Polycentropus flavomaculatus	+														
Neureclipsis bimaculata	+														
Aphelocheirus aestivalis	+														
Aphelocheirus aestivalis	+														
Gomphus vulgatissimus	+														
Niphargus aquilex	+														
Rhithropanopeus harrisii	+														
Elodes	+														
Macropelopia	+														
Thienemannimyia	+														
Platambus maculatus	+	+													
Agabus nebulosus im	+	+	+												
Glyptotaelius pellucidus	+	+		+											
Mystacides azurea	+	+		+											
Nemoura	+			+											
Potamonectes canaliculatus	+			+											
Psychomyia pusilla	+			+											
Halesus radiatus	++			+	++										
Crangonyx pseudogracilis	+	++			+										
Apsectrotanypus trifascipennis	+						+								
Heptagenia sulphurea	+			+				+							
Potamanthus luteus	+							+	+						
Caenis macrura	+			+					+		++				
Heptagenia flava		+													
Oulimnius tuberculatus		+													
Niphargus		+													
Echinogammarus trichiatus		++													
Thienemannimyia		+			+										
Dina punctata		+			++										
Thienemanniella flaviforceps agg			+												
Siphionurus			+		+										
Baetis rhodani				+											
Conchapelopia				+											
Plectrocnemia geniculata				+											
Thienemanniella clavicornis agg				+											
Polypedilum convictum				+											
Wilhelmia				+				+							
Parametrioctenemus stylatus				+					+						
Odagmia ornata				+											+
Potthastia gaedii									+						
Polypedilum laetum agg									+						
Simulium											+				
Boophthora erythrocephala											+				
Eukiefferiella brevicarica agg											+		+		
Heterotrissocladius marcidus												+			
Stempellinella												+			
Limnephilus fuscicornis													+		
Zavrelimyia															+
Centroptilum luteolum															+
Chaetogammarus ischnus	+++	++++	+++	++	+++			++	+					+	++
Hydropsyche bulgaromanorum	+++	++		++	+	+		+	+	+	+			+	
Dikerogammarus villosus	++	++++	+++	++	+			++	++		+++				++
Nemoura cinerea					+						+				
Paratendipes albimanus gr	+		++		++	+	+	++	+++	+	+	+	++	+	++
Cricotopus vierriensis								+	+				+		
Totaal aantal taxa	31	14	6	18	10	3	2	7	10	5	7	3	2	6	3

In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de bijzondere soorten die er per uiterwaard zijn waargenomen. In de Millingerwaard zijn de meeste monsters genomen en ook verreweg de meeste bijzondere soorten verzameld, gevolgd door de plaat van Ewijk, Leeuwen en Heesselt. Het minste aantal bijzondere soorten is aangetroffen in Deest, Opijnen en de Blauwe Kamer. Bovendien valt op dat tijdens het hoogwater van 1995 in de meeste uiterwaarden meer bijzonder soorten zijn aangetroffen dan in 1998 en in 1999. In Millingen en Ewijk is ook duidelijk de teoename te zien van *Chaetogammarus ischnus* en *Dikerogammarus villosus*.

In figuur 11 zijn de waterstanden bij Lobith uitgezet tegen het aantal bijzondere soorten in de Millingerwaard.



Figuur 11. Verband tussen het aantal bijzondere soorten in de Millingerwaard en de waterstand te Lobith tijdens de afvoerpiek.

Uit Figuur 11 blijkt dat er een zeer significant verband bestaat tussen de waterstand en het aantal bijzondere soorten. Het aantal waarnemingen is echter beperkt.

Tenslotte is nog nagegaan of er een relatie is tussen de aanzanding en soorten die niet mobiel zijn in de drift. Hiertoe dienen drie soorten, *Corophium curvispinum*, *Hydropsyche contubernalis* en *H. bulgaromanorum*. De slijkarnaal *Corophium curvispinum* bouwt een huisje van slib dat op stenen of grind zit geplakt en onder meer bescherming biedt tegen hoge stroomsnelheden. De *Hydropsyche* soorten trekken zich van medio oktober tot midden april terug in de diepe rivierbodem, waar ze beschermd zijn tegen uitdrogen en bevriezen (Becker, 1987). Van deze soorten kan worden verwacht dat ze alleen in de drift verschijnen indien hun substraat wordt opgewoeld en meegevoerd. Daarom is in Tabel 6 een overzicht gemaakt van de verspreiding van deze soorten in relatie tot zandoverslag op het monsterpunt, type water en jaar van bemonstering.

Tabel 6. Verspreiding van *Corophium curvispinum*, *Hydropsyche contubernalis* en *H. bulgaromanorum* over de verschillende uiterwaarden

Monster	Overslag	Type	Jaar	Aandeel
				Hydropsyche en Corophium
EW951	ja	inundatiekolk	95	28
MI952	ja	inundatiekolk	95	27
MI951	ja	inundatiekolk	95	24
LE992	ja	poel	99	20
MI953	ja	inundatiekolk	95	19
LE951	nee	plasje	95	14
MI9524	nee	poel	95	12
DE951	ja	plasje in grasland	95	12
LE952	ja	inundatiekolk	95	12
HE951	ja	inundatiekolk	95	8
MI957	nee	poel	95	7
BK952	ja	poel	95	4
EW991	ja	inundatiekolk	99	3
MI9544	nee	poel	95	2
MI981	ja	inundatiekolk	98	1
MI983	ja	inundatiekolk	98	1
HE991	ja	inundatiekolk	99	1
BK953	nee	plasje	95	0,3
BK991	nee	plasje	99	0,2
LE991	nee	plasje	99	0,2
MI987	nee	plasje	99	0,02
BK951	nee	poel	95	
MI984	nee	poel	99	
MI989	nee	poel	99	
MI991	nee	poel	99	
MI994	nee	poel	99	
MI997	nee	poel	99	
DE991	nee	poel	99	
OP991	nee	poel	99	
MI999	nee	poel	99	
DE952	nee	plasje	95	
OP951	nee	plasje	95	

Uit tabel 6 blijkt dat de macrofauna met een groot aandeel *Hydropsyche* en *Corophium* in 1995 zijn verzameld. Uitzondering is de Leeuwense Waard (LE 992), een poel die kort voor de bemonstering in verbinding heeft gestaan met de nevengeul, waardoor de kolonisatie niet via drift maar via direct contact zal hebben plaatsgevonden. Tevens is te zien dat de monsterpunten waar aanzanding is geconstateerd ook veel *Hydropsyche* en *Corophium* bevatten. Hetzelfde geldt voor de poelen die zijn gekwalificeerd als inundatiekolken.

5. De betekenis van hoogwater voor natuurontwikkeling

Tijdens hoogwater op de Nederlandse rivieren, treden er op kleine schaal morfologische processen op die zich in een natuurlijker rivier op grote schaal en in een veel hogere frequentie voordoen. Eén aspect hiervan is aanzanding van de oeverwallen. Tijdens de piekafvoer in 1995 heeft de Rijn op grote schaal zand afgezet op de oeverwallen en dan vooral in de binnenbochten van de Waal (Sorber, 1997). De hoogwaters van 1998 en 1999 blijken op grond van het aandeel *Hydropsyche* + *Corophium* nauwelijks in staat geweest te zijn tot zandoverslag. Dit houdt in dat in de huidige Rijntakken slechts afvoeren met een frequentie van grofweg 1 maal per 25 jaar of nog langer in staat zijn om een dusdanige aanzanding te bewerkstelligen dat oeverwalvorming kan optreden, waardoor enig herstel kan optreden van stroomdalgraslanden (één van de meest bedreigde vegetatietypen van Europa. Schaminée, 1999).

Tijdens dit onderzoek heeft de macrofauna ons twee belangrijke eigenschappen laten zien:

- Veel uit Nederland verdwenen soorten leven nog steeds in het stroomgebied van de Rijn en kunnen met hoogwater meegevoerd worden naar Nederland.
- De rivierbewoners zijn in staat op nieuw ontstane poelen te koloniseren, terwijl bestaande poelen veel minder “aantrekkingskracht” uitoefenen.

De eerste constatering wordt leidt tot een bijzonder gunstig perspectief voor de huidige en toekomstige natuurontwikkelingsprojecten in het rivierengebied.

De tweede constatering raakt de kern van het rivierecosysteem. Macrofauna families zijn al vele tientallen tot enige honderden miljoenen jaren oud en de huidige hier uit afgeleide soorten hebben zich geëvolueerd in een natuurlijk riviersysteem. Dit natuurlijke riviersysteem heeft een enorme rijkdom aan gradiënten gekend, van snelstromend tot stagnant water en van een grindbodem tot een slibbodem. Langs het zomerbed ontstonden oeverwallen en rivierduinen, terwijl in het winterbed verlaten meanders fungeerden als hoogwatergeulen in een zandig substraat. Verder van de rivier bezonk het slib in de kommoerassen. Ieder van deze situaties kent zijn eigen macrofaunagemeenschap. In dit onderzoek komt dat op treffende wijze tot uitdrukking. Riviergebonden soorten koloniseren die biotopen waar de dynamiek hoog is. Immers ze zullen niet overleven in de kommoerassen. Ze zijn aangepast aan zandige substraten en een aantal soorten komt zelfs uitsluitend voor in de poelen die jaarlijks door de rivier worden schoongespoeld bij hoog water om tijdens laag water in de zomer droog te vallen. Deze aanpassing van de rivierfauna om inundatiekolken te koloniseren geeft direct ook aan waar het in de grote (en kleine) Nederlandse rivieren aan ontbreekt.

Er is sedert de aanleg van de zomerkaden geen natuurlijke relatie meer tussen de rivier en haar winterbed. Direct achter de zomerkaden treedt geen erosie meer op. De uiterwaarden slibben op en het natuurlijke reliëf is bedekt door een meters dikke kleilaag. Dankzij het plan Levende Rivieren van het Wereld Natuur Fonds is er inmiddels consensus over reliëfvolgende ontkleining, zodat de zandige ondergrond weer aan het licht komt. Ook zijn de eerste nevengeulen gegraven om meer biotoopdiversiteit in het stromende water te verwezenlijken dan in de scheepvaartgeul mogelijk is. In deze ontwerpen wordt echter niet expliciet rekening gehouden met de randvoorwaarde dat ook natuurlijke morfologische processen een belangrijke voorwaarde zijn voor het ecologische herstel. Impliciet wordt er in het plan Levende Rivieren wel van uitgegaan dat deze processen zich op termijn zullen herstellen, maar het is de vraag of dat ook wordt getolereerd. In de uiterwaarden van Opijnen en Leeuwen zijn permanent meestromende nevengeulen aangelegd. Na de afgelopen hoogwaters zijn er in deze geulen geen morfologische veranderingen opgetreden. Alleen in de geul van Opijnen vindt een snelle opslibbing plaats (Klink, 1999). Om de verdwenen rivierfauna een duurzame biotoop in de Nederlandse rivieren toe te staan, zullen de herinrichtings-concepten er expliciet vanuit moeten gaan dat het water in de nevengeulen de kans moet krijgen om zand te eroderen, dat elders wordt overgeslagen. Op die manier ontstaan er ook laag in het profiel weer kolken en zandige ruggen die overeenkomen met de natuurlijke situatie waaraan uiteindelijk de planten en dieren hun bestaansrecht aan ontleen.

6. Conclusies

Macrofauna in de Rijntakken kan tijdens hoge afvoeren vele honderden km driften. Hierdoor zijn veel soorten aangetroffen die al lang uit de Nederlandse rivieren zijn verdwenen. In totaal zijn er meer soorten verzameld dan in de afgelopen 20 jaar tijdens regulier onderzoek in het zomerbed.

De riviergebonden macrofauna koloniseert met een grote voorkeur nieuw ontstane kolken in zandbodems. Deze dieren zijn blijkbaar aangepast aan het **proces** en niet aan een bepaalde (bestaande) **situatie**. Dergelijke kolken in het zand weerspiegelen een normale situatie in een natuurlijke rivier, waaraan deze soorten hun bestaan ontlenen. De wijze waarop deze dieren dit klaarspelen is vooralsnog een aspect dat nader onderzoek verdient.

In het huidige rivierengebied treden inundatiekolken op in oeverwallen, die door hun hoge ligging geen enkele betekenis hebben als duurzame biotoop voor deze waterbewoners.

Door het plan Levende Rivieren is reliëfvolgende ontkleining in de uiterwaarden inmiddels een standaard activiteit bij natuurontwikkelingsprojecten. Vanuit ecologisch oogpunt zou hierbij verder als voorwaarde moeten worden gesteld dat het rivierwater ook in staat wordt gesteld om dit materiaal op een natuurlijke manier te verschikken zodat niet alleen een ecotoop (nevengeul) wordt aangeboden, maar ook de hierbij behorende morfologische processen kunnen plaatsvinden..

Uit de samenstelling van de macrofauna in de hoogst gelegen inundatiekolken is de volgende samenstelling in het rivierwater berekend:

rivierbewoners	91%
waterbewoners in de uiterwaarden	7%
landbewoners in de uiterwaarden	2%

Deze verhouding geeft aan hoe weinig uitwisseling er in de Rijn tot aan Nederland is geweest tussen de rivier en haar uiterwaarden. In een iets minder onnatuurlijke rivier als de Mississippi, gaan de uiterwaarden al bij relatief lage waterstanden meestromen. Uit driftbemonsteringen

aldaar blijkt dat het aandeel aan “uiterwaardsoorten” in de Mississippi zelfs hoger kan zijn dan het aandeel riviersoorten (Eckblad ea, 1984).

Van de rivierbewoners die in dit onderzoek zijn waargenomen, maken de vlokreeften (Amphipoda) de overgrote meerderheid uit. Vrijwel alle aangetroffen soorten zijn recent tot het Rijnstroomgebied doorgedrongen. Vele daarvan zijn afkomstig uit de Donau en komen op eigen kracht en/of door ballastwater in de Rijn terecht.

Echinogammarus trichiatus is tijdens dit onderzoek een soort die nieuw is voor de Nederlandse fauna.

De bloedzuiger *Dina punctata* is vermoedelijk ook nieuw voor Nederland.

De kokerjuffer *Hydropsyche* is in de winter beschermd tegen ongunstige situaties omdat ze diep in de rivierbodem wegkruipen. De slijkgarnaal *Corophium* is tegen hoge stroomsnelheden beschermd door een kokertje. Deze dieren komen pas ('s winters) in de drift voor als hun substraat in beweging. Het gevolg hiervan is dat het aandeel van deze soorten een weerspiegeling is van de hoeveelheid zand dat tijdens een afvoergolf op de oevers wordt afgezet.

Op basis van het aantal bijzondere rivierbewoners, het aandeel aan rivierbewoners en het aandeel *Hydropsyche* + *Corophium* komt duidelijk naar voren dat het hoogwater van 1995 voor deze dieren veel ingrijpender was dan het hoge water van 1998 en 1999. Een dergelijke massale drift als in 1995 zou deze eeuw dan nog maar eenmaal eerder zijn opgetreden (1926).

7. Literatuur

- Becker, G., 1987. Lebenszyklus, Reproduktion und ökophysiologische Anpassungen von *Hydropsyche contubernalis*, einer Köcherfliege mit Massenvorkommen im Rhein. Dissertatie Univ. Köln 107 pp.
- bij-de-Vaate, A., Klink, A., 1995. *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine. *Lauterbornia* 20: 51-54
- Brittain, J.E., Eikeland, T.J., 1988. Invertebrate drift - a review. *Hydrobiologia* 166(10 77-93
- Caspers, N., 1991. The actual biocoenotic zonation of the River Rhine exemplified by the chironomid midges. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1829-1834
- de-Graaff, A., 1977. De Rijn, slagader van West-Europa. *De Ingenieur* 89: 599-616
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwkerken, E. 1992. De waterkevers van Nederland. Uitgeverij KNNV Utrecht 280 pp.
- Eckblad, J.W., Volden, C.S., Weilgart, L.S., 1984. Allochthonous drift from backwaters to the main channel of the Mississippi River. *Amer. Midl. Nat.* 111(1): 16-22
- Heidemann, H., Seidenbusch, R., 1993. Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. *Handbuch für Exuviensammler.* Verlag Erna Bauer Keltern 399 pp.
- IKSR., 1996. Das Makrozoobenthos des Rheins 1990-1995 im Rahmen des Programms Lachs 2000. Rapport IKSR 29 pp. + bijl.
- 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., 1998. Dood hout, levende rivieren *Nieuwe Wildernis* 4: 20-23
- Klink, A., 1999. Macrofauna in de stromende nevengeul bij Opijnen. Evaluatie over de periode 1993 – 1998. Rapport AquaSense 1253: 33 pp. + bijl.
- Klink, A., Mulder, J., Wilhelm, M., Jansen, M., 1995. Ecologische ontwikkelingen in de wateren van Blauwe Kamer 1989 - 1995. Doorzicht afgenomen en inzicht toegenomen. *Rapp. Med. Hydrobiol. Adviesburo Klink* 58: 79 pp.
- Klink, A.G., 1988. Drift van makro-evertebraten. Een literatuuronderzoek. *Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Meded.* 34: 20 pp.
- Klink, A.G., 1990. Drift van makro-invertebraten in de Maas. *RWS/RIZA nota 90.071: 45 pp + bijl*

- Klink, A.G., Mulder, J., 1992. Inventarisatie van de ecologische waarden in oppervlaktewateren van de provincie Flevoland. Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. en Med. 41: 42 pp. + bijl.
- Moller Pillot, H.K.M., Buskens, R.F.M., 1990. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel C:autoekologie en verspreiding. Nederlandse faunistische Mededelingen 1C 87 pp.
- Nesemann, H., 1993. Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae Blanchard 1894 (Hirudinea). *Lauterbornia* 13: 37-60
- Sorber, A.M., 1997. Oeversedimentatie tijdens hoogwaters van 1993/1994 en 1995. RIZA rapport 97.015: 40 pp. + bijl.
- Stichting Ark 1995. Millingerwaard Jaarverslag 1993 – 1994. Rapport Stichting Ark 215 pp.
- Tittizer, T., Krebs, F., (eds.), 1996. *Okosystemforschung der Rhein und seine Auen*. Springer-Verlag Berlin 468 pp.
- van-den-Brink, Paffen, B.G.P., Oostenbroek, F.M.J. ea 1993. Immigration of *Echinogammarus* (Stebbing, 1899) (Crustacea:Amphipoda) into the Netherlands via the Lower Rhine. *Bull. Zool. Museum Univ. Amsterdam* 13: 167-169
- van-der-Hammen, H., Claassen, T.H.L., ea (eds.), 1984. Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. Eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, subwerkgroep Hydrobiologie IAWM. 3c/001/1 61 pp. + bijl.
- Wittmann, K.J., Theiss, J., Banning, M., 1999. Die drift der Mysidacea und Decapoda und ihre Bedeutung für die Ausbreitung von Neozoen im Main-Donau System. *Lauterbornia* 35: 53-66

Bijlage 1: Abiotische gegevens

Bijlage 2: Biotische gegevens