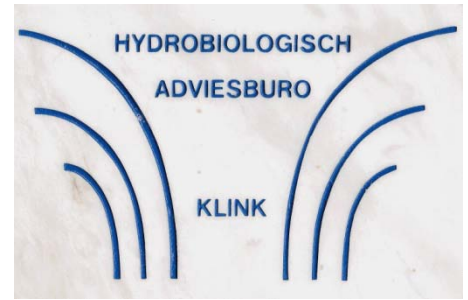
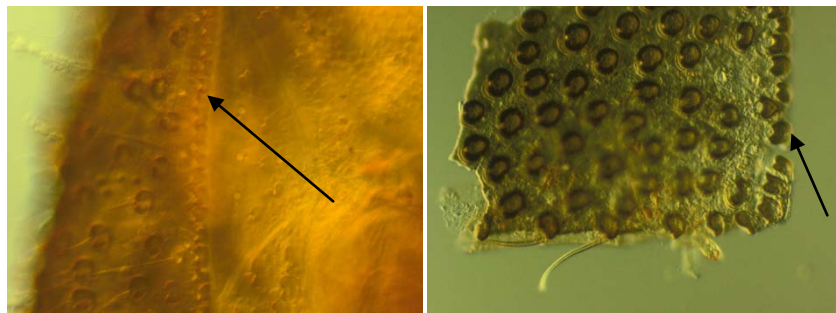




Paleo-ecologisch onderzoek van de Overijsselse Vecht

Onderbouwing van maatregelen ten behoeve van ecologisch herstel



Alexander Klink



Paleo-ecologisch onderzoek van de Overijsselse Vecht

Alexander Klink

Hydrobiologisch Adviesburo Klink Rapporten en Mededelingen nr. 121 Project 341

Juni 2012

In opdracht van Waterschap Velt en Vecht

Voorblad: keverlarve *Macronychus quadrituberculatus*

Links referentie exemplaar en rechts restant in sediment.

De soort is nooit levend in Nederland aangetroffen

Inhoudsopgave

DANKWOORD	2
1. SAMENVATTING	3
2. INLEIDING	6
3. KEUZE VAN DE MONSTERPUNTEN, MONSTERS EN GEBRUIKTE METHODEN	8
3.1. KEUZE VAN DE MONSTERPUNTEN EN DATERING.....	8
3.2. BEMONSTERING	16
3.3. KEUZE VAN DE MONSTERS	16
3.4. OPWERKEN VAN DE MONSTERS VOOR MACROFAUNA EN PLANTENRESTEN	17
3.5. OPWERKEN VAN DE MONSTERS VOOR DIATOMEËN.....	18
4. RESULTATEN	19
4.1. ALGEMENE KARAKTERISERING VAN DE INSECTENGROEPEN.....	20
4.2. RECONSTRUCTIE VAN DE VECHT MET BEHULP VAN DE TRAITS DATABASE VAN DE WEW	21
4.3. ANALYSE OP SOORTSNIVEAU	29
5. DISCUSSIE	38
5.1. GESCHIKTE LOCATIES EN DATERING	38
5.2. MATE VAN COMPLEETHEID VAN DE RECONSTRUCTIE	38
5.3. RECONSTRUCTIE VAN DE VECHT QUA MILIEUFACTOREN	39
5.4. SAMENSTELLING VAN DE FAUNA IN DE AFZETTINGEN	40
5.5. RECONSTRUCTIE VAN DE VECHT IN HET LANDSCHAP.....	41
5.6. OORZAKEN VOOR EEN EENZIJDIGE MACROFAUNA GEMEENSCHAP.....	44
5.7. BELANGRIJKE ASPECTEN WAARAAN NOG GEEN AANDACHT IS BESTEED.....	48
6. CONCLUSIES	52
7. LITERATUUR.....	54

Dankwoord

Vanaf hier wil ik Gilbert Maas en Piet Verdonshot (beide Alterra) bedanken voor respectievelijk de ondersteuning voor het vinden van geschikte Vechtafzettingen en het beschikbaar stellen van de “traits-database” van de Werkgroep ecologisch Waterbeheer (WEW). Otto Brinkkemper, mede samensteller van de Cultuurhistorische atlas van de Vecht, heeft plantenzaden bekeken van de afzettingen en gewezen op de mogelijkheden voor reconstructie van de (water)vegetatie.

1. Samenvatting

In de Overijsselse Vecht is een paleo-ecologisch onderzoek uitgevoerd om meer te weten te komen over de levensgemeenschap in het verleden. Hiertoe zijn op een aantal locaties tussen de Duitse grens en Ommen boringen gezet in verlaten restgeulen. Aan de hand van oude (betrouwbare) kaarten zijn deze afzettingen gedateerd in de periode 1670 – 1950. Een aantal afzettingen in bestaande wateren (oude meanders) blijkt geen stroomminnende fauna te bevatten, maar de meeste vanaf maaiveld geboorde afzettingen bevatten bruikbaar materiaal. Op basis van de traits-database van de Werkgroep Ecologisch Waterbeheer zijn milieuvariabelen bepaald aan de hand van de aangetroffen macrofauna.

Tabel 0. Milieuvariabelen herleid uit de macrofauna

	1670	2010
zoetwater	100%	88%
droogvallen	0,25mnd/j	0,30 mnd/j
diep stilstaand	12%	20%
diep stromend	11%	7%
saprobie	6 mgO ₂ /l	6 mgO ₂ /l
stroming	15 cm/s	9 cm/s
waterplanten	52%	43%
trofie	0,19 mgP/l	0,15 mgP/l
pH	7,0	6,4
KRW score	0,69 (1720)	0,59

De meeste berekende veranderingen zijn marginaal, ogen niet realistisch en de beperkingen van deze methode zijn groot omdat:

- Milieufactoren bepaald zijn aan de hand van alle wateren waarin een soort is aangetroffen. De Vecht is zeker geen “gemiddeld” water
- Validatie van de database voor de Vecht ontbreekt

De meest opvallende verandering heeft plaatsgevonden in de stroming, die in 1670 tot 1850 veel hoger was dan in de periode erna. Verder blijkt de herleide trofie en saprobie weinig veranderd te zijn in de afgelopen 340 jaar. Additionele analyse van hogere planten en diatomeeën uit betreffende afzettingen kunnen dit beeld nuanceren.

Om meer het eigen karakter van de Vecht in te brengen is vervolgens een eigen traits-database opgesteld op basis van de macrofaunagegevens die in 2005 – 2010 in de Vecht zijn verzameld (Klink, 2011a). Hierin ontbreken chemische gegevens, maar de toewijzing van de afzonderlijke soorten naar habitat oogt realistischer. De berekeningen wijzen er op dat de Vecht in voorgaande eeuwen een rivier was, waar de zandbodem verreweg de belangrijkste habitat was. Hout en oevervegetatie speelden een ondergeschikte rol en submerse vegetatie in

de stroming varieerde sterk tussen de afzettingen, maar ook binnen de afzonderlijke locaties. Hierdoor lijkt het aandeel van deze habitat iets te zeggen over de geomorfologische processen in de Vecht.

Er is met name in het traject bovenstrooms Hardenberg een aantal soorten gevonden die duiden op een veel natuurlijker karakter van de Vecht dan tot nu toe bekend was. De steenvlieg *Isoperla grammatica*, de kevers *Macronychus quadrimaculatus* en *Stenelmis canaliculatus* en de kokerjuffer *Ithytrichia lamellaris* komen niet meer in Nederland voor en zijn ook in het verleden nooit in de Vecht verzameld. Deze soorten zijn nog wel algemeen in de ongestuwde laaglandrivieren van Noord Frankrijk met een goede waterkwaliteit en een grote biotoopdiversiteit. Ondanks het (schaarse) voorkomen van deze bijzondere soorten is de dichtheid en de diversiteit van kritische macrofauna, ook in de oudste afzettingen bedroevend. Een vergelijking met de Aisne, een overeenkomstige rivier in Noord Frankrijk wijst uit dat in de afzettingen eendagsvliegen, kokerjuffers en kevers (Elmidae) sterk ondervertegenwoordigd zijn en Chironomidae en Simuliidae tezamen de fauna domineren met een aandeel van 97%. Deze constatering is een duidelijk signaal dat er ook in het verleden een sterke stress lag op de macrofaunagemeenschap.

Twee mogelijke oorzaken springen hierbij in het oog:

- Fysieke beperkingen voor de macrofauna zijn er in de vorm van een boomloos verstuiwend landschap, dat in 1722 treffend op kaart is gezet door Peter de la Rive (in Neefjes et al., 2011). De aanwezige macrofauna in de afzettingen wijst op een dominante rol voor zand en een wisselend aandeel van water- en oeverplanten. Het geringe aandeel van de fauna die toegerekend kan worden als houtbewoner wijst er op dat hout nauwelijks aanwezig was in de Vecht. In vergelijkbare rivieren met bos op de oevers, zijn houtbewoners de dominante groep ((Behning, 1932; Benke et al., 1985; Klink, 1992 en 2011b). Het kale landschap en de druk bevaren Vecht (Emst en Scharlo, 2006) zijn hiermee in overeenstemming.
- Chemische beperkingen worden gezien in het teruggerekende zuurstofgehalte dat over de onderzochte periode maximaal 6 mg/l bedraagt. Deze constatering zal geen gevolgen hebben voor het huidige ecologische herstel van de Vecht. Dat kan anders zijn voor de opgeloste gehalten aan zware metalen (periode 2004-2010). Met name het sterk verhoogde gehalte aan ijzer en aluminium, waarschijnlijk het gevolg van natuurlijke uitspoeling van ijzeroer, blijkt volgens de literatuur een ernstige bedreiging te vormen voor het voorkomen van eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (Beasley en Kneale, 2003; Clements et al., 2000; Deutsch, 1981; Hickey en Clements, 1998; Malmquist en Hoffsten 1998; Winner et al., 1975; Winner et al., 1980). Deze groepen leveren bij uitstek de doelsoorten van de KRW maatlat voor de Vecht.

Voor een beter begrip van het ecologische functioneren van de Vecht in het verleden, is het van groot belang om ook de resten van de hogere planten en de kiezelalgen te determineren en de resultaten te integreren in het huidig verkregen inzicht.

Dit onderzoek draagt wezenlijk bij tot het inschatten van de potenties van paleo-ecologisch onderzoek in stromend water. Droeg een eerdere publicatie al inzichten aan voor de enorme ecologische

betekenis van bomen in rivieren (Klink, 1992). In deze studie is de macrofaunagemeenschap van de Vecht vanaf 1650 opgediept. Dat de natuurlijke omstandigheden, waaronder het voorkomen van ijzeroer in het Vechtdal, mogelijk een beperking kan vormen voor de ecologische doelstellingen is een aspect dat nog niet eerder aan het licht was gekomen.

2. Inleiding

Vanaf 2005 zijn er inrichtingsmaatregelen uitgevoerd om de Vecht natuurlijker te maken. Inmiddels zijn er op kleinere schaal herstelprojecten uitgevoerd in de Uilenkamp, de Loozensche Linie en de Mölnmarsch. In de toekomst zullen er voor het ecologische herstel van de Vecht nog veel meer maatregelen worden uitgevoerd.

De Vechtmeander bij de Uilenkamp is in 2005 uitgegraven en volgt de loop van de Vecht in het einde van de 19^e eeuw. De oever zijn niet bestort en als gevolg daarvan treedt daar erosie en aanzanding op. Ook ontwikkelt zich een dichte oevervegetatie op de aangezande oevers.

Bij een recente evaluatie (Klink, 2011a) van de ecologische ontwikkelingen in de Uilenkamp, zijn een aantal aspecten blootgelegd die wijzen op de behoefte om meer te weten over de natuurlijke levensgemeenschap in de Vecht.

De belangrijkste aspecten uit deze evaluatie zijn:

- De meander bij de Uilenkamp scoort matig tot ontoereikend op de KRW maatlat voor de macrofauna in de periode 2005 – 2010
- De meander scoort ontoereikend tot slecht voor de hogere planten in 2006 en 2010.
- Bij de analyse van de macrofauna gemeenschap blijkt dat de voorkomende gemeenschap meer overeenkomt met die van ondiepe gebufferde plassen (M14), dan met die van type R6 (langzaam stromende riviertjes).
- Het ontbreken van een duidelijk beeld van een natuurlijkere levensgemeenschap van de Vecht komt duidelijk naar boven als een vergelijking wordt gemaakt met de macrofauna gemeenschap in de Aisne, een rivier in noord Frankrijk met vergelijkbaar debiet en verval als de Vecht. Het verschil in beide levensgemeenschappen is zo groot, dat we met de huidige kennis niet kunnen vaststellen of er in de Vecht ooit een dergelijke diverse gemeenschap heeft geleefd als in de huidige Aisne.

Op grond van deze aspecten komen we, zonder additionele informatie niet verder met de volgende dilemma's:

“Als de herstelmaatregelen niet leiden tot een betere score op de maatlatten, zijn de herstelmaatregelen dan niet op de juiste inzichten gebaseerd, of is de KRW maatlat niet van toepassing op een natuurlijker Vecht?”

Om toch een beter inzicht te krijgen in de antwoorden op deze vragen, is besloten tot het uitvoeren van een oriënterende paleo-ecologisch onderzoek. Dit onderzoek heeft primair tot doel om bodemlagen op te sporen met daarin resten van macrofauna, planten en diatomeeën. De ouderdom van deze lagen is vooral arbitrair begrensd als de periode 1500 – 1900, waarin al duidelijk sprake was van intensief grondgebruik. Aan beduidend oudere lagen is hier geen aandacht besteed omdat daarmee de relatie met het heden steeds onduidelijker wordt.

Op basis van de macrofauna (planten en diatomeeën komen in een volgend stadium aan de orde) zal een reconstructie worden gemaakt van de levensgemeenschap in de Vecht enkele eeuwen geleden. Bij de interpretatie hiervan zullen oorzaken en gevolgen worden verkent. Aspecten die ons verder zullen helpen bij het begrip van het ecosysteem en de wijze waarop het herstel vorm kan worden gegeven. Maar vooral ook een doorzicht geven naar de potentie van de Vecht in termen van KRW doelen.

In bredere zin is dit onderzoek bedoeld om de potentie te verkennen van paleo-ecologisch onderzoek in stromend water. Dit is een weeskind in deze tak van wetenschap waaraan, in ieder geval tot 1995, slechts één wetenschappelijke publicatie is gewijd. De honderden overige artikelen hebben betrekking op stilstaand water (Armitage et al., 1995). Het onderzoek is exploratief. De eerste stap is het zoeken van afzettingen, waarin zich mogelijk resten bevinden van doelsoorten. De tweede stap is de datering en na de uitdaging van het op naam brengen van de resten, volgt een interpretatie. Feitelijk de visualisatie van wat ooit geweest zou kunnen zijn.

3. Keuze van de monsterpunten, monsters en gebruikte methoden

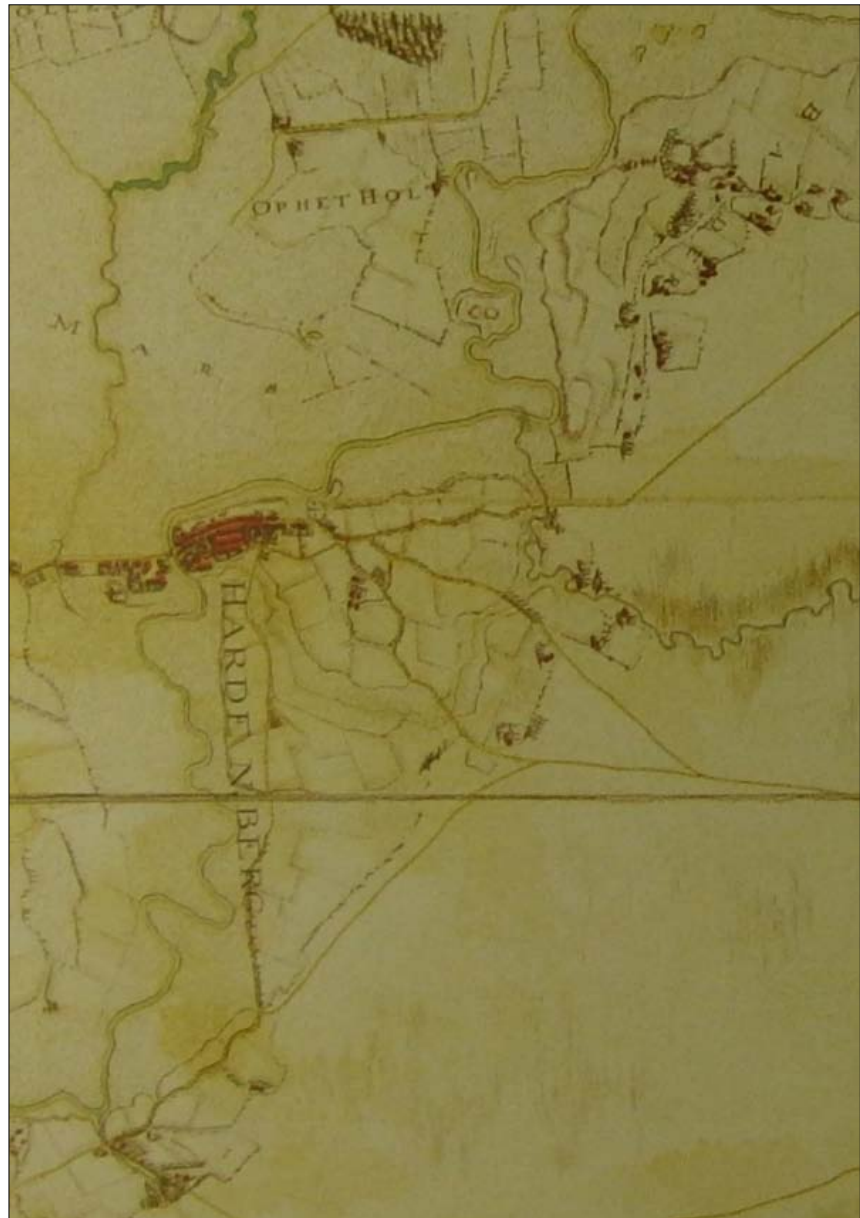
3.1. Keuze van de monsterpunten en datering

De monsterpunten zijn gekozen op basis van betrouwbaar kaartmateriaal met een geschikt geachte ouderdom en verwachting er bruikbare resten van het onderwaterleven in aan te treffen.

De oudst betrouwbare kaart is van Pieter De la Rive uit 1720, waarin de Vecht vanaf de Duitse grens tot benedenstrooms van Dalfsen in groot detail is afgebeeld. De kaart is opgenomen in de Cultuurhistorische Atlas van de Vecht (Neefjes et al., 2011). De daaropvolgende kaart is de Hottinger Atlas van 1773 – 1974 (Versfelt, 2003) waarin recent ontdekte kaarten zijn opgenomen van de omgeving van de stad Groningen, Oost Groningen een Oost Drenthe, Overijssel de Liemers en omgeving Nijmegen zijn afgebeeld. De kaarten van de periode 1830 – 1855 zijn opgenomen in de grote historische Atlas van Nederland 1 op 50.000 (Wolters-Noordhoff Atlasproducties, 1990). Kaarten van de periode rond 1900 zijn afkomstig van de grote historische topografische atlas ±1905 (uitgeverij Nieuwland, 2005). Bij het vinden van de juiste locaties in het veld is dankbaar gebruik gemaakt van een geïntegreerde kaart, gemaakt door Alterra, waarbij op moderne kaartbladen de loop van de Vecht is ingetekend uit perioden 1720, 1850 en 1900.



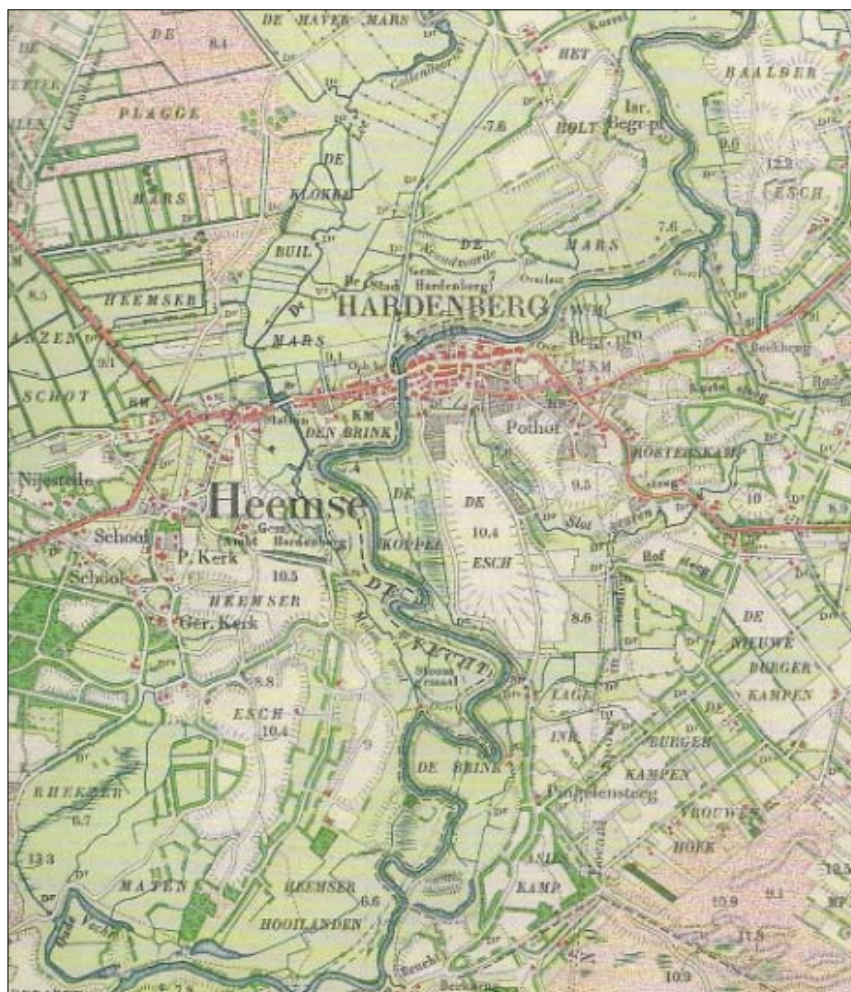
Figuur 1. Detail van de omgeving van Hardenberg van Pieter De la Rive uit 1720 (uit Neefjes et al., 2011) met het noorden rechtsboven



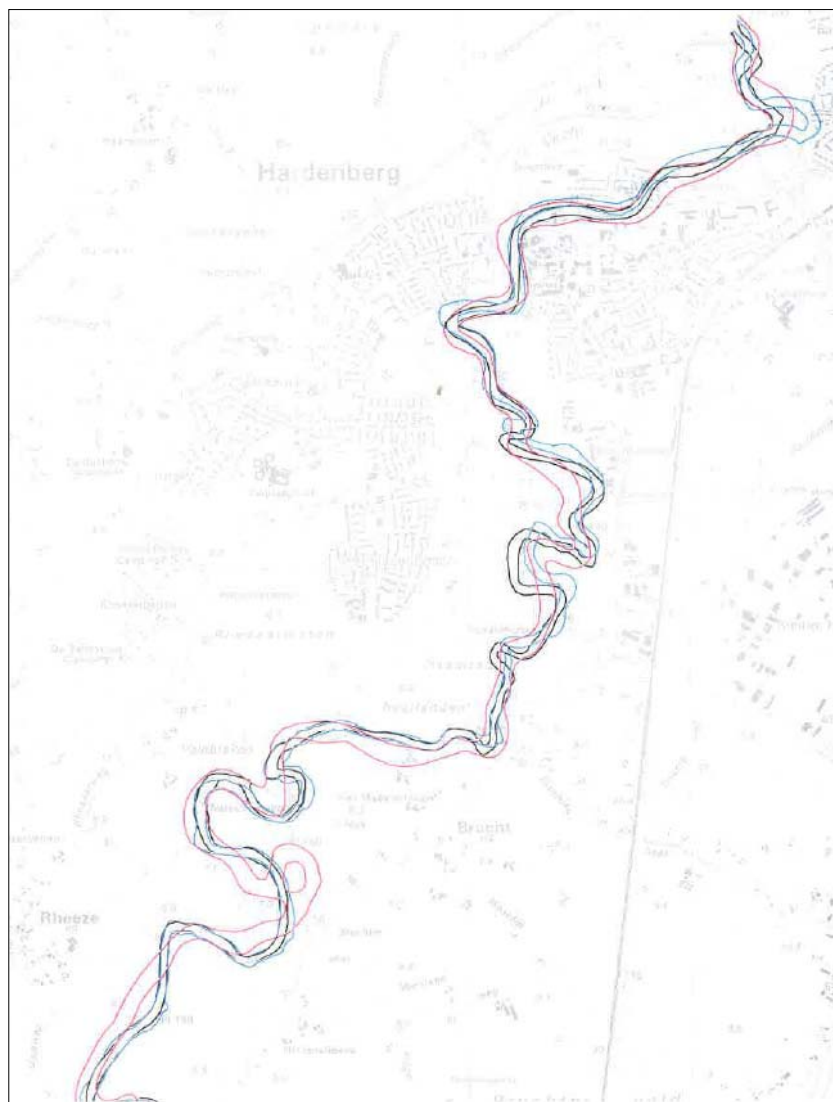
Figuur 2. Detail van de omgeving van Hardenberg uit de Hottinger Atlas van 1773 – 1794 (Versfelt, 2003) met het noorden boven



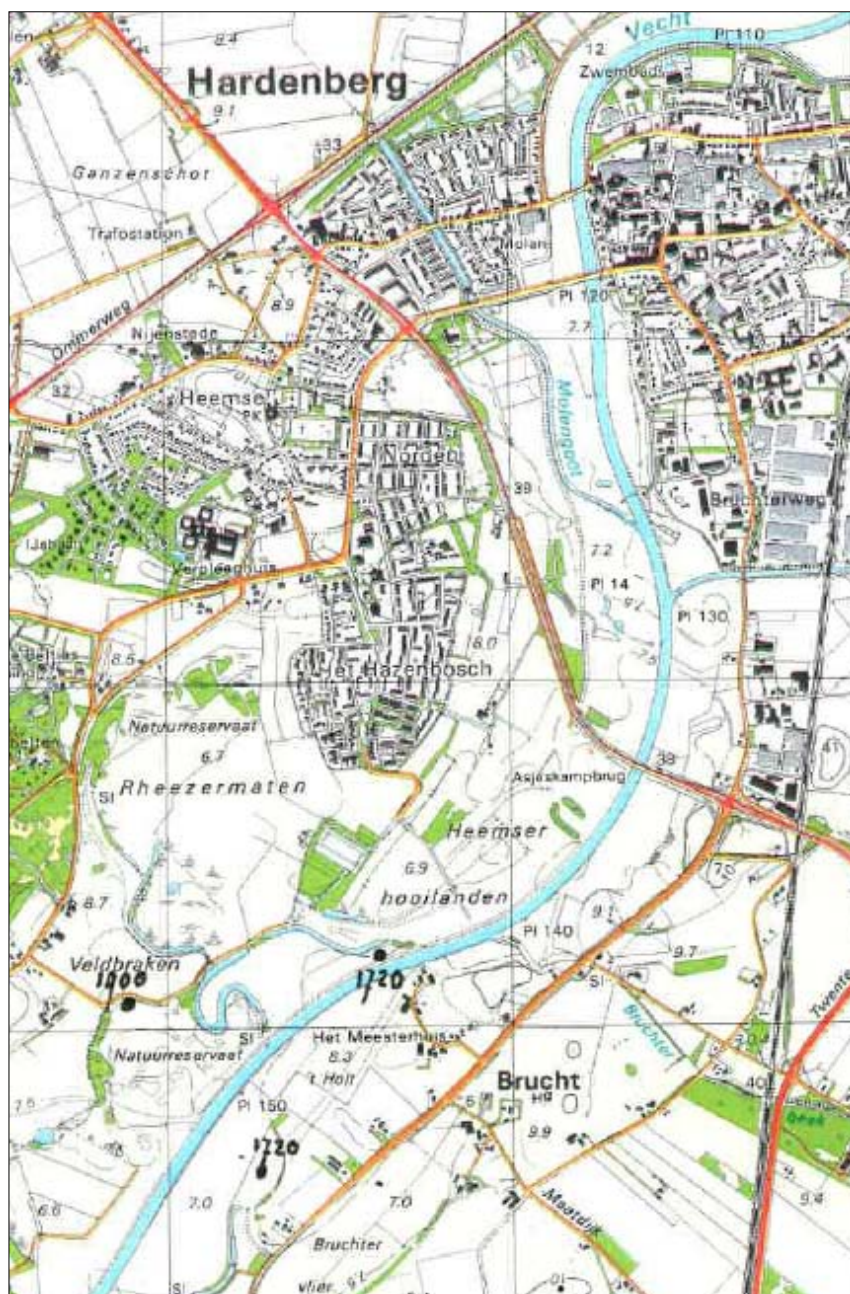
Figuur 3. Detail van de omgeving van Hardenberg uit de Grote Historische Atlas van Nederland 1830-1855 (Wolters-Noordhoff Atlasproducties, 1990)



Figuur 4. Detail van de omgeving van Hardenberg uit de Grote Historische Topografische Atlas Overijssel ± 1905 (Uitgeverij Nieuwland, 2005)



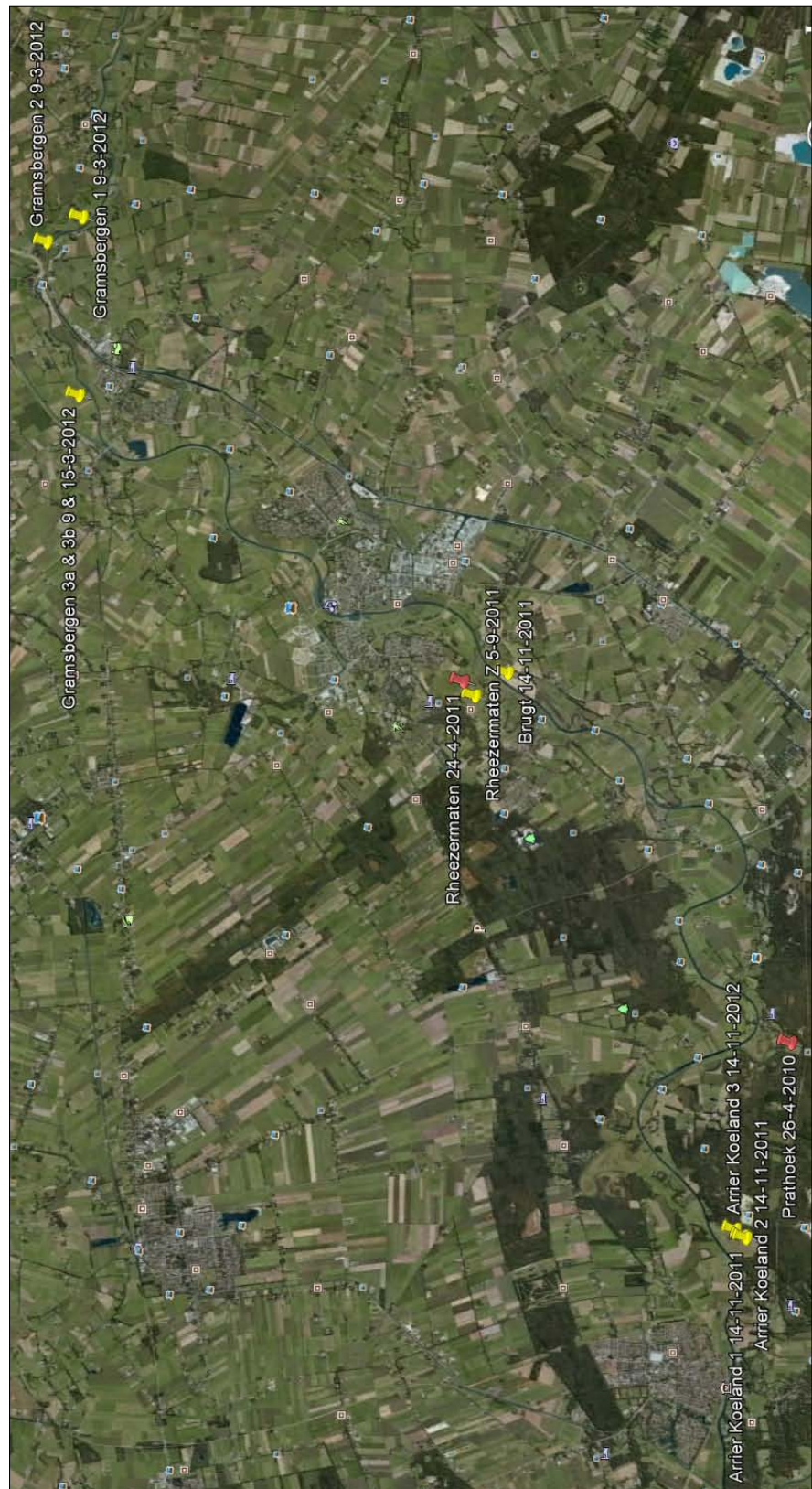
Figuur 5. Geintegreerde kaarten van de omgeving van Hardenberg uit 1720 (rood), 1850 (blauw) en 1900 (zwart) (ongepubliceerd Alterra)



Figuur 5. Aandachtspunten voor onderzoekslocaties met jaartal op een recente kaart (1: 25.000)

De eerste monsters zijn in het voorjaar van 2010 verzameld in de oude meander van de Prathoek bij camping de Roos. In het voorjaar van 2011 zijn in het open water in de Rheezermaten buizen gestoken in de bodem. Omdat de samenstelling van deze monsters te wensen overliet, is er in september 2011 een additionele bemonstering uitgevoerd in de Rheezermaten in een meander die onder het maaiveld is verdwenen. In november 2011 is opnieuw een bemonstering uitgevoerd. Hierbij zijn drie locaties in het Arrier Koeland geboord en een locatie ter hoogte van de oude meander bij Brucht. Na analyse van dit materiaal besloten om ook het deel bovenstrooms Hardenberg te onderzoeken, omdat de samenstelling van de ondergrond daar wezenlijk anders is dan in het traject Hardenberg – Ommen (Wolfert en Maas, 2007). Bovenstrooms

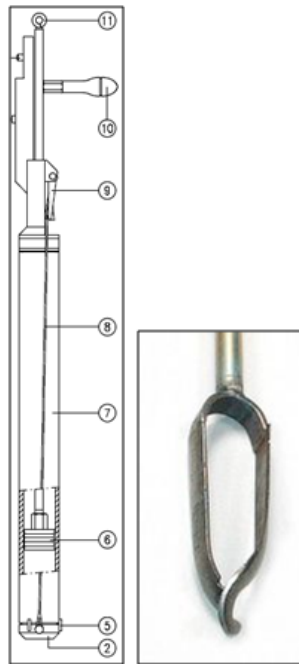
Gramsbergen zijn in maart 2012 nog op drie locaties boringen gezet. Na analyse van dit materiaal is kan er een bruikbare reconstructie van de levensgemeenschap macrofaunagemeenschap worden gemaakt.



Figuur 6 Ligging van de monsterlocaties (ondergrond © Aerodata int. Surveys, Tele Atlas en Google)

3.2. Bemonstering

Op twee locaties (Prathoek en Rheezermaten) is de onderwaterbodem bemonsterd met een multisampler van Eijkelkamp. Op de overige locaties is vanaf het maaiveld bemonsterd met behulp van een Edelmanboor (figuur 8)



Figuur 8. Multisampler (links) voor de waterbodem en rechts de kop van een Edelmanboor (Eijkelkamp.com)

3.3. Keuze van de monsters

In eerste instantie zijn binnen de boorkernen, de meest fijnkorrelige afzettingen bekeken op resten van macrofauna. Gezien het grote aantal monsters is vervolgens besloten om van ieder monster eerst een preparaat van de diatomeeën te maken en de monsters pas in verdere bewerking te nemen als er voldoende hoge dichtheden van aquatische diatomeeën werden aangetroffen. Uiteindelijk zijn er 10 monsters geheel of gedeeltelijk in analyse genomen.

In Tabel 1 staan de locaties vermeld waar een bemonstering is uitgevoerd en behoefte van het huidige onderzoek.

Tabel 1. Bemonsterde locaties

Locatie	code	object	methode	datering	datum	rd X	rd Y
Prathoek	PH1	meander	multisampler	1900	26-4-2010	231069	502623
Rheezermaten	RhM1	meander	multisampler	1950	24-4-2011	237059	508247
Rheezermaten Z	RhMZ	maaienveld	Edelmanboor	1900	5-9-2011	236896	508067
Arriër Koeland 1	AK1	maaienveld	Edelmanboor	1850	14-11-2011	227752	503314
Arriër Koeland 2	AK2	maaienveld	Edelmanboor	1900	14-11-2011	227759	503398
Arriër Koeland 3	AK3	maaienveld	Edelmanboor	1670	14-11-2011	227868	503490
Brugt	Br1	maaienveld	Edelmanboor	1720	14-11-2011	237255	507496
Gramsbergen 1	Gr1	maaienveld	Edelmanboor	1720	9-3-2012	244819	514800
Gramsbergen 2	Gr2	maaienveld	Edelmanboor	1720	9-3-2012	244420	515365
Gramsbergen 3a	Gr3a	maaienveld	Edelmanboor	1720	9-3-2012	241753	514792
Gramsbergen 3b	Gr3b	maaienveld	Edelmanboor	1720	15-3-2012	241753	514792

Op de locaties Prathoek en Rheezermaten 1 is de waterbodem bemonsterd met een multisampler van Eijkelkamp. De overige boringen zijn in het maaiveld gezet met een Edelmanboor (figuur 2)

3.4. Opwerken van de monsters voor macrofauna en plantenresten

De monsters worden nat gezeefd over zeven met een maaswijdte van 2 mm, 500 µm, 212 µm en 106 µm

Bij weinig materiaal kunnen de zeefresten direct worden uitgezocht onder een vergroting tot 40 maal. Bij veel materiaal is het noodzakelijk om de dierlijke (chitine) resten te scheiden van de plantaardige (cellulose) resten. Hiertoe wordt het materiaal gedroogd en verzadigd met paraffine overgebracht in een scheitrechter. Na toevoeging van water vindt er een scheiding plaats waarbij de plantaardige resten in de waterfase bezinken en de chitineresten in de paraffine achterblijven. De waterfase wordt gezeefd en in ethanol (96%) overgebracht in flesjes. De paraffinefractie wordt gezeefd met heet sop om de paraffine te vervangen door water en de gewassen zeefrest wordt vervolgens in melkzuur overgebracht in flesjes. In principe ontstaan zo maximaal 8 fracties (4 plantaardig en 4 dierlijk). Tijdens dit vooronderzoek zijn alleen de chitineresten in onderzoek genomen. In een later stadium zullen ook de zaden en andere macroresten worden onderzocht op nog meer informatie te achterhalen over de levensgemeenschap in de Vecht in de afgelopen eeuwen.

De in de melkzuur aanwezige resten worden bij een vergroting tot 64 maal met een stereomicroscop gedetermineerd of overgebracht op een objectglas en met een standaard microscop gedetermineerd bij een hogere vergroting. In veel gevallen volstaat de standaard determinatieliteratuur niet voor de determinatie en worden de resten

vergeleken met de referentiecollectie van HAK. De resten die zijn aangetroffen worden gescoord als eenheden. Bij *Chironomidae* en in mindere mate bij *Simuliidae*, worden vaak halve kopjes aangetroffen, die dan scoren als 1. Een gaaf kopkapsel wordt dan als 2 geregistreerd. Dit geeft bij onderlinge vergelijking tussen de afzettingen geen verschillen, maar wel als een vergelijking wordt gemaakt met reguliere macrofauna monsters.

3.5. Opwerken van de monsters voor diatomeeën

Van de in het veld uitgesplitste monsters wordt een hoeveelheid van 1-3 gram overgebracht in een kweekbuis en hieraan wordt 10-20 ml H₂O₂ (35%) toegevoegd en dit mengsel wordt een etmaal weggezet, waarna de vloeistof wordt afgegoten en de diatomeeën worden gespoeld met demiwater. Preparaten worden in naphrax gemaakt nadat er aan de hand van een proefpreparaat is bepaald hoe de gewenste dichtheid van de schaaltes kan worden bereikt (1-5 per beeldveld).

Deze preparaten zijn tijdens dit onderzoek niet gedetermineerd. Dit zal in een later stadium plaatsvinden en hierbij komt unieke informatie vrij over de verontreinigings-, trofie- en zuurgraad van het water.

4. Resultaten

De resultaten zullen in drie onderdelen worden gepresenteerd. Het eerste onderdeel is de algemene verdeling van de soort groepen over de geanalyseerde monsters. In tweede instantie zullen, met de hulp van de "Traits-database" van de WEW (concept nov. 2011) algemene milieuvariabelen worden berekend op basis van de aangetroffen soorten en hun aantallen. Tenslotte zullen de bijzondere soorten worden gepresenteerd, met daarbij hun voorkomen in Nederland. Als referentie zullen deze monsters worden vergeleken met die uit het monitoringprogramma van de Uilenkamp 2005-2010 (Klink, 2011).

In tabel 2 staat een overzicht van de monsterlocaties en de status die er bij één of meerdere monsters is toegekend. Stagnant en stromend hebben betrekking op het water waarin de soorten hun resten hebben achtergelaten. De datering is uitgevoerd op basis van oude topografische kaarten (zie boven). De locatie Rheezermaten, die in april 2011 met een multisampler is onderzocht, zou volgens oude kaarten veel ouderen moeten zijn dan 1720. Bij mijn bezoek in september 2011 ontmoet ik de eigenaar van het gebied, die mij wist te vertellen dat het open water in de Rheezermaten nog in de vorige eeuw is uitgebaggerd. Op basis hiervan en aan de hand van de aangetroffen resten wordt dit monsterpunt ingeschat medio vorige eeuw (1950). Een ander afwijkend punt is Arrier Koeland 3 dat circa 25 m ten oosten is gelegen van de Vecht uit 1720. Wolfert en Maas (2007) geven aan dat de Vecht in die periode ca. 0,5 m/jaar zijwaarts bewoog, zodat de rivier hier rond 1670 moet hebben gestroomd. Bij voldoende materiaal is een + genoteerd itt tot de – bij zeer weinig materiaal. Uiteindelijk zijn er 11 monsters geanalyseerd van 6 locaties.

Tabel 2. Overzicht van de monsterpunten, karakterisering van het biotoop, hoeveelheid bruikbaar materiaal en waarvan monsters in analyse zijn genomen, gesorteerd naar bemonsteringsdatum

Locatie	code	object	datum	datering	karakterisering	materiaal	analyse
Prathoek	PH1	multisampler	26-4-2010	1900	stagnant	+	-
Rheezermaten	RhM1	multisampler	24-4-2011	1950	stagnant	+	+
Rheezermaten Z	RhMZ	Edelmanboor	5-9-2011	1900	stagnant	+	+
Arriër Koeland 1	AK1	Edelmanboor	14-11-2011	1850	stromend/stagnant	+	+
Arriër Koeland 2	AK2	Edelmanboor	14-11-2011	1900	terrestrisch	±	-
Arriër Koeland 3	AK3	Edelmanboor	14-11-2011	1670	stromend	+	+
Brugt	Br1	Edelmanboor	14-11-2011	1720	terrestrisch	+	-
Gramsbergen 1	Gr1	Edelmanboor	9-3-2012	1720	terrestrisch	-	-
Gramsbergen 2	Gr2	Edelmanboor	9-3-2012	1720	?	-	-
Gramsbergen 3a	Gr3a	Edelmanboor	9-3-2012	1720	stromend/stagnant	+	+
Gramsbergen 3b	Gr3b	Edelmanboor	15-3-2012	1720	stromend/stagnant	+	+

De monsters in het open water van de Prathoek en Rheezermaten geven aan dat het materiaal dat is verzameld met de multisampler is afgezet in stagnant water en als zodanig dus niet bruikbaar is als referentie van een natuurlijkere Vecht. De meander die in Rheezermaten zuid is opgeboord bevat wel stroomminnende soorten. In het Arriër Koeland stuitte we bij monsterpunt 1 en 3 op afzettingen met een aanzienlijke hoeveelheid resten van soorten van stromend water. Monsterpunt 2 bevat, evenals de kleihoudende laag in Brugt, vrijwel alleen terrestrische soorten. Op Gramsbergen 1 worden nauwelijks resten aangetroffen en deze zijn dan ook nog van (semi)terrestrische soorten. In Gramsbergen 2 worden geen diatomeeën aangetroffen en van deze boring wordt geen enkel monster opgewerkt ten behoeve van de macrofauna. In Gramsbergen 3 komen we er na 9 maart jl. al snel achter dat er nog dieper geboord moet worden en vooral de boring op 15 maart levert een enorme hoeveelheid macrofauna resten op.

4.1. Algemene karakterisering van de insectengroepen

In totaal zijn er 11 monsters geanalyseerd en aangevuld met de verzamelde monsters in de Uilenkamp uit 2005-2010, kunnen we beschikken over 12 eenheden. In tabel 3 staan de aantallen van de geanalyseerde organismen. Hierbij zijn alleen de insecten (larven) in beschouwing genomen, omdat andere groepen (bv. wormen, schaaldieren en kreeftachtigen) meestal geen herkenbare resten achterlaten in het sediment.

Tabel 3. Algemene kenmerken van de monsters en de samenstelling over de afzonderlijke groepen insecten. De monsterpunten zijn gesorteerd naar opklimmende ouderdom

Naam	Datum	boven cm	onder cm	Datering	Individen geanalyseerd	Groepen insecten												
Uilenkamp	2005-2010	nvt	nvt	2010	17280	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Rheezematen O - 77	24-4-2011	65	77	1950	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Rheezematen D - 43	24-4-2011	30	43	1950	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rheezematen D - 10	24-4-2011	0	10	1950	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rheezematen zuid - 84	5-9-2011	74	84	1900	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rheezematen zuid - 111	5-9-2011	90	111	1900	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arriër Koeland 1 - 78	14-11-2011	50	78	1850	416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arriër Koeland 1 - 115	14-11-2011	78	115	1850	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arriër Koeland 1 - 145	14-11-2011	115	145	1850	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gransbergen 3a	9-3-2012	125	170	1720	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gransbergen 3b	15-3-2012	190	220	1720	1591	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arriër Koeland 3	14-11-2011	72	82	1670	422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

De levend verzamelde monsters in de Uilenkamp wijken een aantal punten sterk af van de paleolimnologische monsters. Het meest opvallende verschil is het grote aandeel van de waterwantsen (*Heteroptera*). Hier is vrijwel uitsluitend *Micronecta* voor verantwoordelijk. Door het grote aandeel wantsen is het aandeel van de dansmuggen (*Chironomidae*) navenant kleiner. De overige groepen dragen marginaal bij aan het totaal aan individuen. Een uitzondering hierop vormen de kriebelmuggen (*Simuliidae*) in de oudere afzettingen. Opmerkelijk is verder dat er niet één de rest is gevonden van een Libellelarve (*Odonata*). Ook eendagsvliegen (Ephemeroptera), kevers (*Coleoptera*) en kokerjuffers (*Trichoptera*) zijn uiterst schaars in zowel de huidige Vecht als in de oude afzettingen.

4.2. Reconstructie van de Vecht met behulp van de traits database van de WEW

De Werkgroep Ecologisch Waterbeheer heeft een zg. traits database samengesteld, waarbij aan veel macrofaunasoorten kenmerken zijn toegevoegd over het type water waarin ze leven. Voorbeelden hiervan zijn zoutgehalte, diepte, droogval, stroming, oppervlakte, verontreiniging, substraat. Hieronder wordt een selectie nader toegelicht. De fauna wijst op alle punten dat we te maken hebben met zoet permanent water, waarin sporadisch soorten voorkomen die ook in temporair water kunnen leven. Er moet gewezen worden op de grote beperkingen van deze methode omdat:

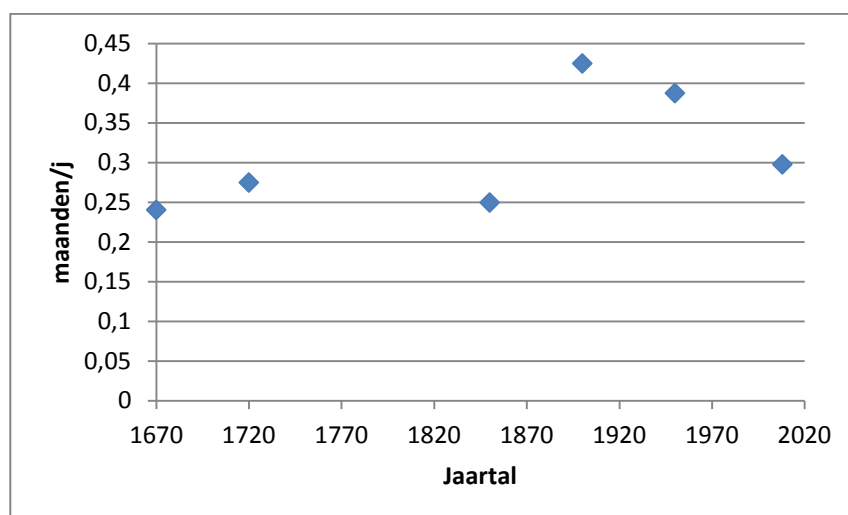
- Milieufactoren bepaald zijn aan de hand van alle wateren waarin een soort is aangetroffen. De Vecht is zeker geen “gemiddeld” water
- Validatie van de database voor de Vecht ontbreekt

De afzonderlijke tabellen zijn als volgt opgebouwd:

Links staan de monsterpunten gesorteerd op ouderdom. Iedere rij getallen is gesommeerd 100% en de kleuren zijn van laag (groen) naar hoog (rood) met als omslag (geel) 50 percentiel van de monsters boven/onder die waarde.

Bij de grafieken zijn de monsters van dezelfde (geschatte) ouderdom samengevoegd en uitgezet tegen het betreffende jaartal, waardoor er een verloop in de tijd ontstaat. Hier moet nog wel de kanttekening worden gemaakt dat de fractie (106-212 μm) Rheezermaten zuid niet is geanalyseerd. Hierdoor kan de stroomsnelheid onderschat zijn door het ontbreken van kleine stroomminnende *Rheotanytarsus* larven (*Chironomidae*).

4.2.1. Droogvallen



Figuur 8. Indicatie voor droogvallen in de tijd

De berekende periode van droogvallen komt uit op een tot twee weken per jaar. Hierbij zijn er in de oudere afzettingen blijkbaar minder soorten aanwezig die bestand zijn tegen droogvallen dan in de meer recente monsters. De monsters van Rheezermaten (1900 en 1950) wijzen op de aanwezigheid van meer soorten die bestand zijn tegen droogvallen.

4.2.2. Diepte

Tabel 4. Diepte en stromingsindicatie

Diepte	(zeer) ondiep (moerassig)	ondiep stilstaand	diep stilstaand	ondiep stromend	diep stromend
Uilenkamp	23	27	20	23	7
Rheezermaten O- 77	32	31	12	19	6
Rheezermaten D - 43	32	31	19	10	7
Rheezermaten D -10	36	25	14	16	8
Rheezermaten zuid - 84	13	29	14	34	10
Rheezermaten zuid 111	32	34	9	18	6
Arriër Koeland 1 - 78	15	28	10	39	8
Arriër Koeland 1 - 115	16	30	10	36	9
Arriër Koeland 1 -145	16	34	7	34	8
Gramsbergen 3a	24	36	11	22	8
Gramsbergen 3b	16	30	11	34	10
Arriër Koeland 3	17	28	12	32	11

In deze trait is duidelijk te zien dat ondiep het dominante karakter is van het geïndiceerde watertype. Zijn het in de Uilenkamp en Rheezermaten (open water en zuid – 111) vooral ondiep moerassig en ondiep stilstaand. In de meeste oudere monsters verschuift het accent naar ondiep stromend en neemt het aandeel van diep stilstaand af. In de traits database wordt niet aangegeven welke diepte de overgang vormt tussen ondiep en diep. Ondanks dat de Uilenkamp een gemiddelde diepte heeft van ca. 1,5 m en het merendeel van de bodem zeker diep genoemd mag worden, worden deze habitats (stilstaand en stromend) maar toegerekend aan 27% van het totaal aan habitats. Behalve reeds genoemde beperkingen van deze rekenmethode, kan als mogelijke oorzaak nog de relatieve onderbemonstering van de diepe bodem worden aangevoerd.

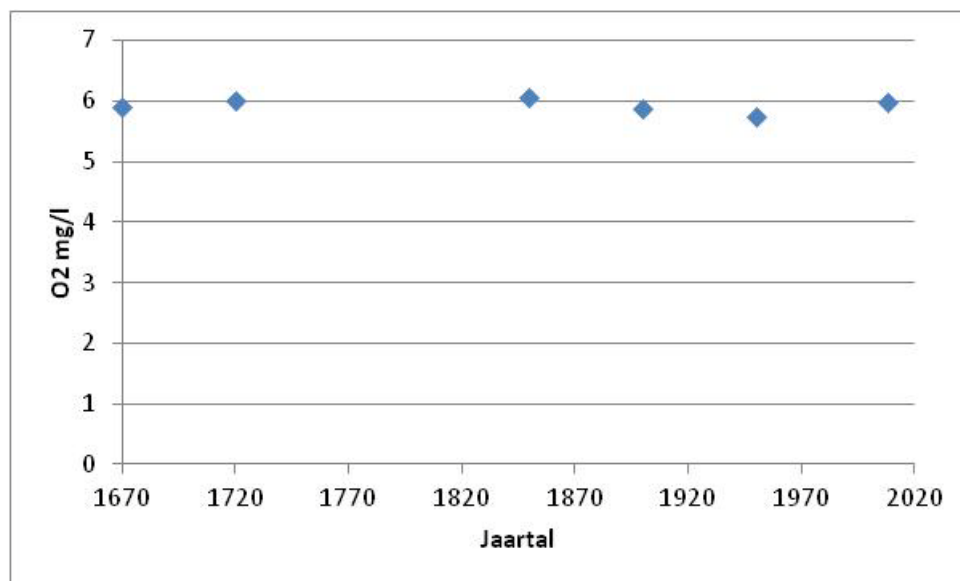
4.2.3. Verontreinigingsgraad of saprobie

Tabel 5. Saprobie-indicatie

Saprobie	Oligosaproob	β -mesosaproob	α -mesosaproob	Polysaproob
Uilenkamp	18	46	32	4
Rheezermaten O- 77	14	47	35	4
Rheezermaten D - 43	10	47	37	6
Rheezermaten D -10	11	46	37	6
Rheezermaten zuid - 84	15	43	38	5
Rheezermaten zuid 111	16	46	33	5
Arriër Koeland 1 - 78	17	46	31	5
Arriër Koeland 1 - 115	15	47	33	5
Arriër Koeland 1 -145	12	46	37	5
Gramsbergen 3a	14	45	35	6
Gramsbergen 3b	20	48	29	3
Arriër Koeland 3	15	48	33	5

In tabel 5 is duidelijk te zien dat de geïndiceerde verontreinigingsgraad in de afgelopen 340 jaar (1670 – 2010) niet veranderd is. Dit is het gevolg van het feit dat in veel monsters dezelfde soorten dominant zijn. Hierbij gaat het vooral om de Chironomidae larven *Chironomus spp.*, *Dicrotendipes nervosus*, *Glyptotendipes gr. pallens*, *Microtendipes gr. chloris*, *Polypedilum nubeculosum* en *Cladotanytarsus*. Deze tabel logenstraft het dogma dat vroeger alles beter was.

In figuur X is de verontreinigingsgraad uitgedrukt in zuurstofgehalte. Dit geeft hetzelfde beeld als was de saprobie uitgedrukt in ammonium of BZV.



Figuur 9. Verloop van het zuurstofgehalte in de tijd

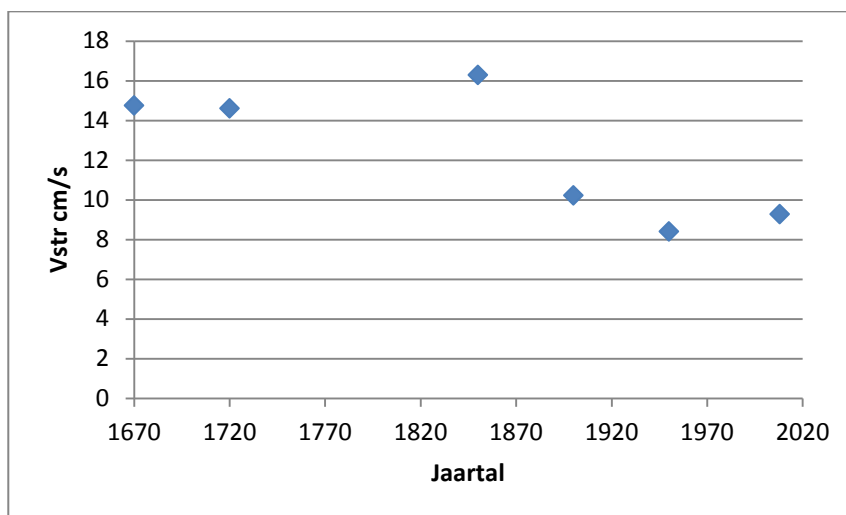
Het verloop van het zuurstofgehalte (of ammonium of BZV) is vrijwel constant over de betreffende periode bedraagt 6 mg/l.

4.2.4. Stroming

Tabel 6. Stromingsindicatie

Stroming	Stilstaand	Zeer langzaam stromend	Langzaam stromend	Matig stromend	Snel stromend
Uilenkamp	40	20	16	13	10
Rheezermaten O- 77	46	17	18	12	8
Rheezermaten D - 43	48	20	14	11	7
Rheezermaten D -10	51	20	14	10	5
Rheezermaten zuid - 84	38	20	12	14	15
Rheezermaten zuid 111	46	19	13	12	9
Arriër Koeland 1 - 78	31	17	17	17	18
Arriër Koeland 1 - 115	31	18	17	17	18
Arriër Koeland 1 -145	39	18	15	14	15
Gramsbergen 3a	41	19	13	13	13
Gramsbergen 3b	29	17	16	17	21
Arriër Koeland 3	32	17	16	16	19

Opmerkelijk is dat de categorie stilstaand het grootste aandeel heeft op alle monsterpunten. De categorie zeer langzaam stromend vertoont geen verandering met de ouderdom. Dit is wel het geval met “snel stromend” die in de oudere afzettingen hoger wordt.



Figuur 10. Verloop van de berekende stroomsnelheid

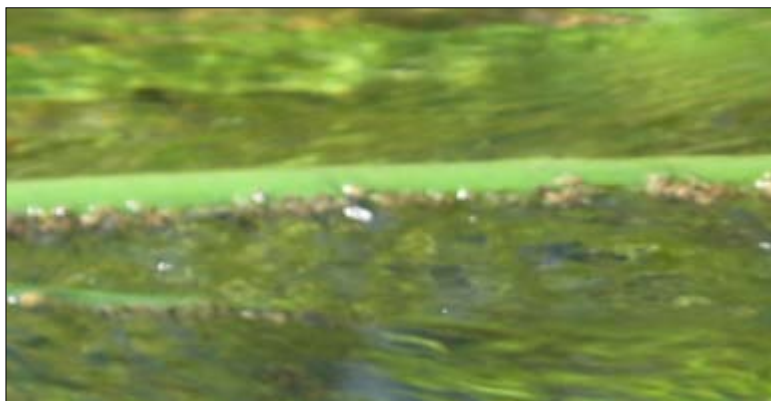
De berekende stroomsnelheid over de periode 1670 - 1850 bedraagt circa 15 cm/s. In de periode vanaf 1900 (zie bovenstaande kanttekening Rheezermaten zuid) daalt de stroomsnelheid onder de 10 cm/s.

4.2.5. Substraat

Tabel 7. Indicatie voor het aanwezige substraat

Substraat	slib		klei & leem		zand (fijn & grof)		grind (fijn, matig & grof)		fijne detritus		grote detritus		hout		waterplanten	
Uilenkamp	17	6	14	4	6	2	7	43								
Rheezermaten O- 77	22	3	15	5	4	7	11	32								
Rheezermaten D - 43	13	5	18	5	3	1	10	46								
Rheezermaten D -10	15	4	10	2	5	6	6	52								
Rheezermaten zuid - 84	3	3	11	7	14	0	15	48								
Rheezermaten zuid 111	14	6	14	7	5	3	12	39								
Arriër Koeland 1 - 78	13	3	13	7	2	2	16	44								
Arriër Koeland 1 - 115	12	3	13	5	1	1	14	51								
Arriër Koeland 1 -145	8	5	7	4	3	2	12	58								
Gramsbergen 3a	20	3	15	8	4	5	15	30								
Gramsbergen 3b	12	3	11	7	9	2	19	38								
Arriër Koeland 3	13	3	15	4	1	0	12	52								

In tabel 7 is de categorie stenen vervangen door hout, omdat de oevers in de Vecht pas zijn bestort in de 60er jaren van de vorige eeuw (Janssens, 1990) en hout het enige andere vaste substraat is (naast waterplanten). Verder is vastgesteld dat er maar weinig soorten zijn opgenomen met een substraat indicatie en dat de uitkomst daardoor weinig robuust is. De reden om de tabel toch te laten zien, is dat de waterplanten hier de dominante categorie vormen. Dit wordt voor de Uilenkamp vooral verklaard door de libellen en kevers die leven tussen de oevervegetatie (ondergedoken waterplanten ontbreken nog in de meander). Voor de oudere monsters zijn het vooral de kriebelmuggen die een hoge indicatie geven voor de aanwezigheid van waterplanten in de stroming. Dit kan Liesgras zijn of Vlottende waterranonkel of zoals in figuur 9 Mattenbies in de Franse rivier de Ource. Additionele analyse van de macroresten van hogere planten kan uitsluitsel geven over de vegetatie van ondergedoken waterplanten in de Vecht.



Figuur 10. Kriebelmuggen (*Simuliidae*) op Mattenbries in het stromende water

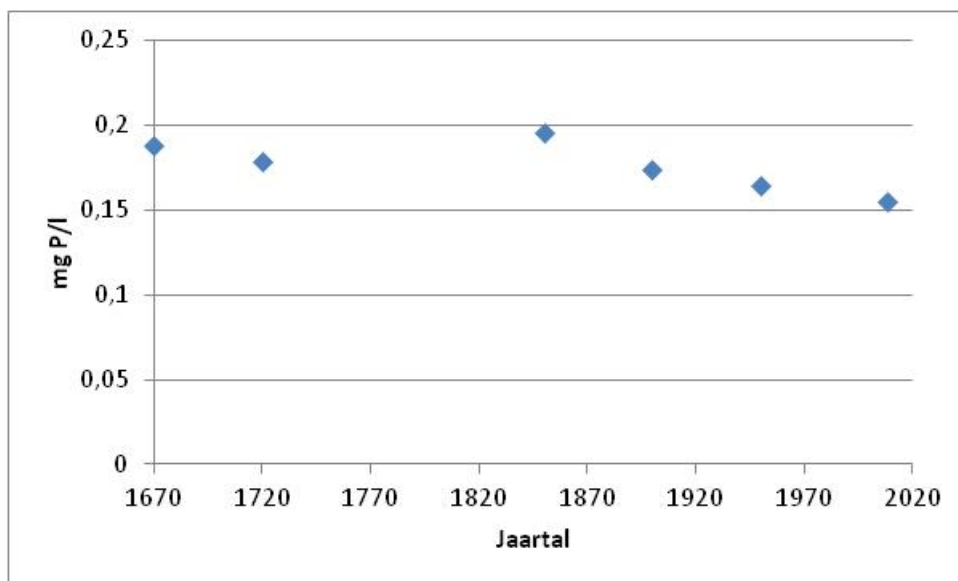
4.2.6. Trofiegraad

Tabel 8. Indicatiewaarden voor de trofiegraad

Trofiegraad	oligotroof	meso-oligotroof	mesotroof	meso-eutroof	eutroof
Uilenkamp	0	0	18	36	45
Rheezermaten O- 77	0	0	17	34	50
Rheezermaten D - 43	0	0	17	32	50
Rheezermaten D -10	0	0	19	35	46
Rheezermaten zuid - 84	0	0	10	25	64
Rheezermaten zuid 111	0	0	17	34	50
Arriër Koeland 1 - 78	0	0	13	28	58
Arriër Koeland 1 - 115	0	0	12	26	62
Arriër Koeland 1 -145	0	0	10	22	67
Gramsbergen 3a	0	0	15	30	55
Gramsbergen 3b	0	0	14	30	56
Arriër Koeland 3	0	0	12	26	62

De trait matrix is heel duidelijk wat betreft de trofiegraad van de Vecht nu en in het verleden. Er is geen enkele indicatie aanwezig voor (matig)voedselarme omstandigheden en de dominante categorie is voedselrijk (eutroof). Binnen deze categorie scoort de Uilenkamp beduidend lager dan de overige monsters in de oude afzettingen zijn de waarden gemiddeld hoger dan in de jongere monsters. Het is zeer de vraag of deze tabel een betrouwbare afspiegeling is van de werkelijkheid. Uit een “sneak preview” van wat diatomeeën uit oude afzettingen lijkt toch vooral oligo-mesotrofie te overheersen. Uit de analyse van de diatomeeën moet blijken of er inderdaad sprake is van

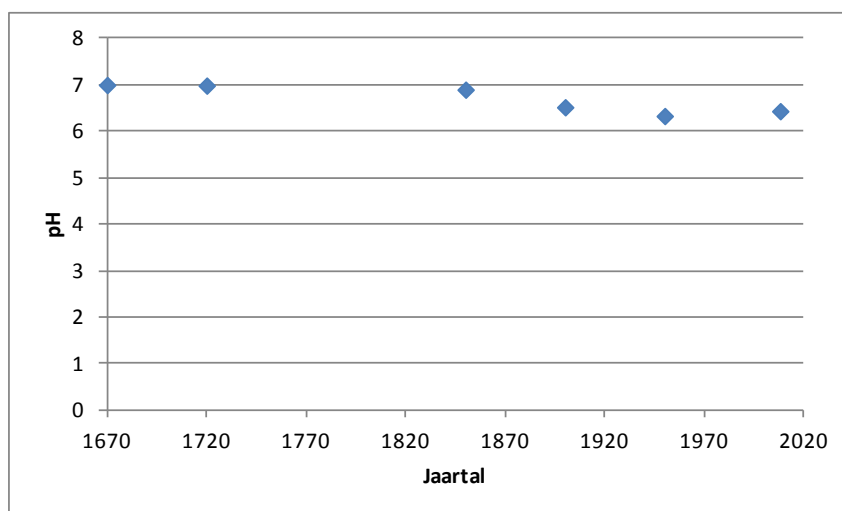
een tegenstrijdigheid. In dat geval prevaleren de diatomeeën als trofie-indicator boven de macrofauna.



Figuur 11. Verloop van het berekende fosfaatgehalte in de tijd

Zoals ook uit voorgaande tabel blijkt is de Vecht een voedselrijke rivier op basis van de aanwezige macrofauna. Dit zou in de afgelopen 340 jaar nauwelijks veranderd zijn.

4.2.7. pH of zuurgraad

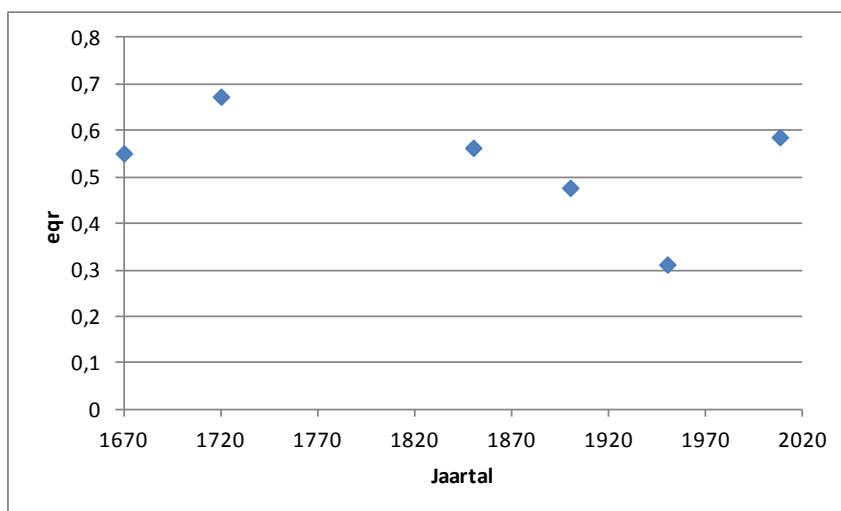


Figuur 12. Verloop van de berekende zuurgraad

De, op basis van de macrofauna, berekende zuurgraad is in de periode van 1670-2010 afgenomen van 7,0 naar 6,4. Evenals bij het fosfaatgehalte zal ook hier analyse van de kiezelalgen een meer robuuste beoordeling mogelijk maken.

4.2.8. KRW score

Op basis van alleen de insecten(resten) is de KRW score berekend voor R6 (kleine rivieren op zand). Deze score zegt weinig over de daadwerkelijke score waarin alle groepen zijn vertegenwoordigd, maar in relatieve zin kunnen de scores van de afzonderlijke perioden wel met elkaar worden vergeleken.



Figuur 13. Verloop van de ecologische kwaliteitsratio (eqr) van de KRW maatlat voor R6

De eqr heeft een lage score in de vroegste periode (1670). Daarna treedt een stijging op en wordt in 1720 het maximum bereikt, waarna een daling optreedt tot het minimum in 1950 is bereikt (Rheezermaten). Daarna stijgt de waarde weer tot boven het niveau van 1670.

4.3. Analyse op soortsniveau

In tabel 9 zijn alle **stroomminnende** soorten opgenomen die in 2005-2010 in de Uilenkamp zijn verzameld **én alle** soorten die in de afzettingen zijn aangetroffen en **niet** in de Uilenkamp zijn verzameld. De soorten in het rood zijn soorten van stagnant water en de soort in het blauw (*Corynocera ambigua*) is een gidsfossiel die leefde tijdens en vlak na de laatste ijstijd. Eerder door mij gezien materiaal was afkomstig van een postglaciale afzetting in de Bergvenneen bij Denenkamp (ca. 12.000 jaar BP), een pleniglaciale afzetting bij Tilligte met een ouderdom van ca. 43.000 jaar (Brinkkemper, van Geel en Wiegers, 1987) en een ongedateerde afzetting langs de Lunterse Beek bij Woudenberg (Klink, 2010).

Tabel 9. Samenvattende soortentabel

Rheofiele soorten in Uilenkamp en alle soorten uit sediment die niet in de Uilenkamp zijn aangetroffen Deel 1	Uilenkamp	Rheezermaten	Rheezermaten zuid	Arriër Koeland 1	Gramsbergen 3	Arriër Koeland 3
Datering	2010	1950	1900	1850	1720	1670
<i>Calopteryx splendens</i>	+					
<i>Platycnemis pennipes</i>	+					
<i>Platambus maculatus</i>	+					
<i>Halesus radiatus</i>	+					
<i>Lype reducta</i>	+					
<i>Zavreliomyia</i>	+					
<i>Odontomesa fulva</i>	+					
<i>Potthastia longimanus</i>	+					
<i>Orthocladius thienemanni</i>	+					
<i>Thienemanniella flaviforceps</i>	+					
<i>Cryptotendipes gr. usmaensis</i>	+					
<i>Paracladopelma laminatum</i>	+					
<i>Saetheria</i>	+					
<i>Simulium noelleri</i>	+					
<i>Proclaeon</i>	+		+	+		
<i>Arctopelopia spec. A Pinder?</i>	+		+		++	
<i>Polypedilum scalaenum</i>	+		+		++	
<i>Stempellinella</i>	++		++		+	+
<i>Stictochironomus</i>	+		+	+		++
<i>Simulium erythrocephalum</i>	+		+++	++++	+++	+++
<i>Chironomus acutiventris</i>	+		++	+++	+++	+++
<i>Polypedilum cultellatum</i>	+			+		
<i>Micropsectra</i>	+			+		
<i>Stenochironomus</i>	+			+	+	
<i>Harnischia</i>	+			+	+	+
<i>Orthocladius oblidens</i> agg.	++			+	+	+
<i>Nanocladius</i>	+				+	
<i>Nemouridae</i>	+				+	
<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i>	+				+	
<i>Xenochironomus xenolabis</i>	+				+	
<i>Oulimnius</i>	+				+	
<i>Prodiamesa olivacea</i>	+				+	
<i>Synorthocladius semivirens</i>	+				+	

Legenda: + < 1%; ++ 1-5%; +++ 6-20%; ++++ > 20%

In het eerste deel van de tabel zijn de rheofiele soorten van de Uilenkamp weergegeven en daarbij ook hun voorkomen in de afzettingen. Wat opvalt is dat er in de Rheezermaten bij deze groep geen rheofiele soorten zijn aangetroffen. Dit is in tegenspraak met de trait matrix van de WEW die is gebruikt. De oorzaak hiervan ligt er in dat ook soorten van stagnant water, een score hebben tot in de sterke stroming (bv. *Parachironomus gr. arcuatus*, *Endochironomus tendens*), maar daar niet in voorkomen. In de meanders van Rheezermaten zuid, Arriër Koeland en Gramsbergen valt het grote aandeel aan *Simulium*

erythrocephalum (kriebelmug) en *Chironomus acutiventris* op. Dit duidt er op dat (in tegenstelling tot in de Uilenkamp) er in die perioden in de Vecht veel meer stroming stond dan tegenwoordig het geval is.

In het tweede deel van tabel 9 zijn die soorten opgenomen die niet in de Uilenkamp zijn verzameld. Dit zijn 41 soorten waarvan er 27 rheofiel zijn. In de Uilenkamp zijn slechts 33 rheofiele soorten aangetroffen, terwijl er 5 maal zoveel individuen zijn verzameld en levend gevangen dieren nauwkeuriger kunnen worden gedetermineerd. Concreet betekent dit dat er veel stroomminnende soorten uit de Vecht zijn verdwenen (als de vispassages buiten beschouwing blijven, waar wel veel reofiele soorten voorkomen).

De lijst van stroomminnende soorten die niet in de Uilenkamp zijn aangetroffen bestaan ten dele uit “gewone”soorten van beken en rivieren (*Hydropsyche angustipennis* en *H. pellucidula*, *Simulium ornatum*, *Eukiefferiella claripennis*, *Polypedilum albicorne*, *Rheotanytarsus*, *Tanytarsus gr. brundini*, *Corynneura coronata*, *Rheocricotopus gr. fuscipes*, *Paralauterborniella nigrohalteralis*, *Simulium (Wilhelmia)* en *Parachironomus frequens*.

Zeldzame soorten zijn *Eukiefferiella ilkleyensis*, *Hydrobaenus pilipes*, *Polypedilum pedestre*, *Simulium lundstromi* en *S. morsitans*.

De volgende soorten behoren tot de “Buitencategorie”:

Leptophlebia cf. marginata (eendagsvliegen of Ephemeroptera)

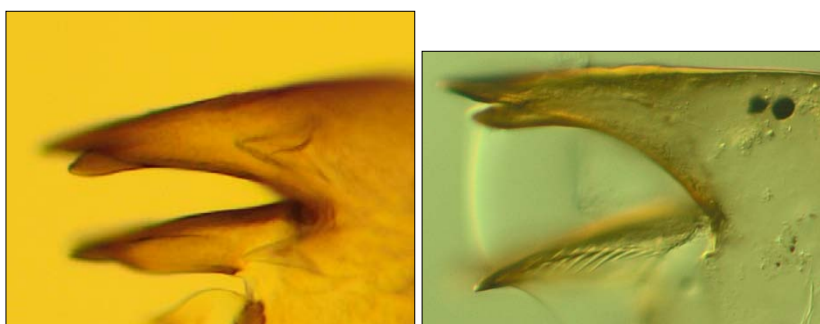


Foto 1. Links het referentie exemplaar van *Leptophlebia marginata* en rechts een rechter mandibel in Gramsbergen 3b

Van de *Leptophlebiidae* komen er in Nederland nog 4 genera voor, waarvan alleen *Leptophlebia* een mandibel heeft die overeenkomt met de linker en rechter mandibels die in Gramsbergen 3b zijn aangetroffen. *Leptophlebia* heeft in Nederland 2 soorten (*L. marginata* en *L. vespertina*) waarin geen verschil in de bouw van de mandibels kon worden vastgesteld. *L. vespertina* is een soort van stilstaand licht zuur water, terwijl *L. marginata* een soort is van langzaam stromende beken (Mol, 1985). Aangezien dit monster hoofdzakelijk resten bevat van soorten van stromend water, is het aannemelijk dat het hier *L. marginata* betreft.

Isoperla grammatica (steenvliegen of Plecoptera)

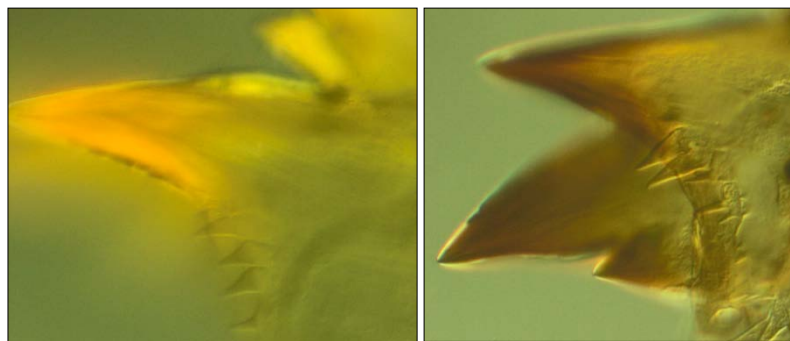
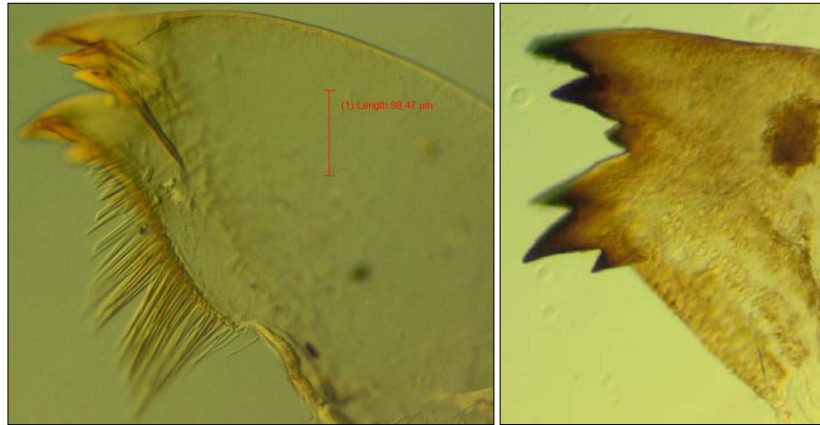


Foto 2. Links het referentie exemplaar en rechts mandibel in Gramsbergen 3a

Isoperla grammatica is vermoedelijk verdwenen uit Nederland. De laatste vondst dateert van 1954 uit de Swalm en is tot 1925 diverse malen gevangen in en Denekamp (de Dinkel) en Tubbergen (?). De soort bewoont in het buitenland allerlei (schone) beken en rivieren (Koesse, 2008).

Macronychus quadrituberculatus (waterkever van de Elmidae familie)

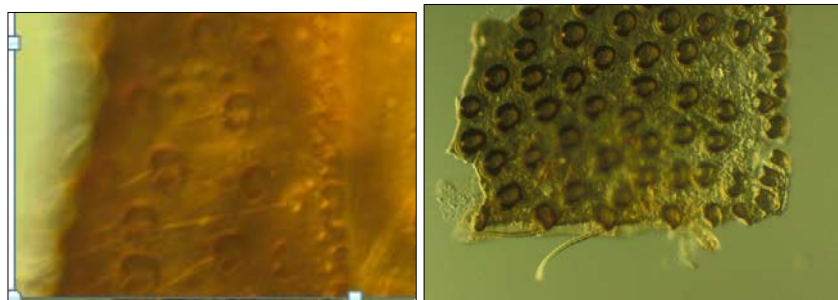


Foto 3. Links het referentie exemplaar van de rechts het overeenkomstige centrale deel van het pronotum (Gramsbergen 3b)

Ook deze soort komt niet meer voor in Nederland en is zelfs nooit levend in Nederland verzameld. De resten van larven zijn verzameld in een Maas afzetting uit de 18^e eeuw bij de uitmonding van de Geul in 1984 (Klink, 1985) en in de Maas afzetting van ca. 1600 bij Keent in 2011 (Klink, 2011b).

In Noord Frankrijk is *M. quadrituberculatus* een algemene soort van de grotere rivieren (Vecht en groter) (Klink, 2010) en is ook veelvuldig verzameld in de Aisne, een met de Vecht vergelijkbaar rivier qua afvoer en verhang. De larven leven in en van rottend hout in het water.

Stenelmis canaliculata (keverlarve van de familie Elmidae)

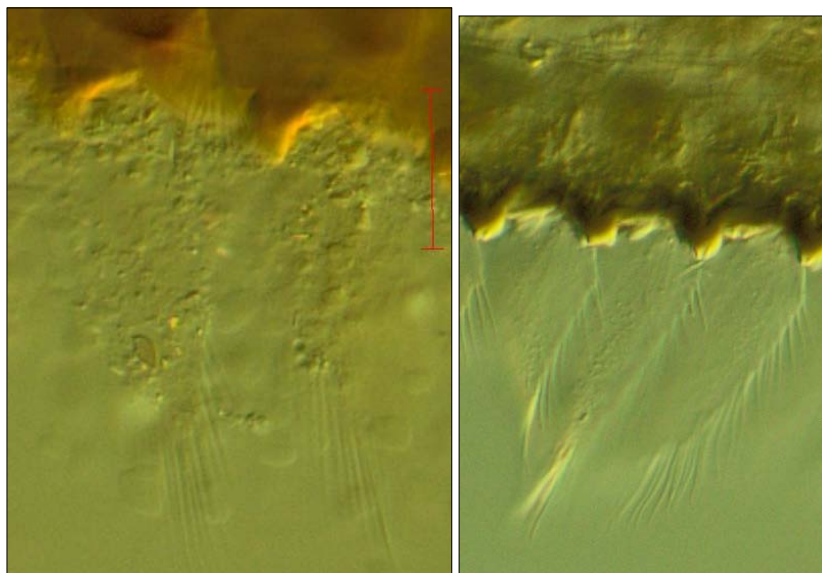


Foto 4. Links de referentie en rechts de achterrand van een tergiet van een larve uit Gramsbergen 3a

Ook deze soort is in Nederland zeer zeldzaam en alleen bekend uit Zuid-Limburg waar de laatste exemplaren in 1950 zijn gevangen op licht (Drost et al., 1992). De grote rivieren van het stroomgebied van de Seine (ook de Aisne) zijn de larven volwassen kevers een algemene verschijning zowel op hout als op de bodem, bestaande uit grind en zand (Klink, 2010). In totaal zijn zeven resten van larven verzameld (1 in Gramsbergen 3a en 6 in G. 3b).

Brachycentrus subnubilus (Kokerjuffer of Trichoptera)



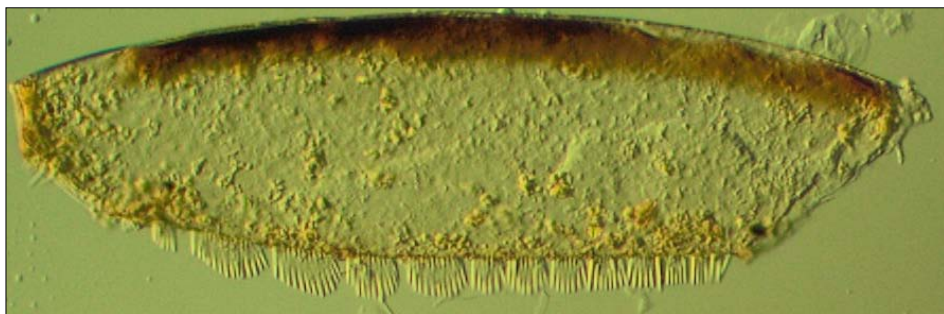
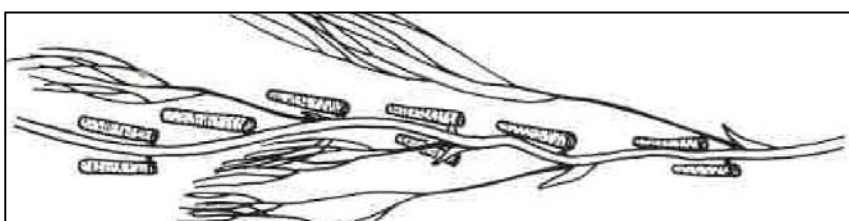


Foto 5. Boven de referentie van achterfemur en onder een overblijfsel ervan uit Arrier Koeland 1

Deze soort leeft op vast substraat (waterplanten of hout) in de stroming en filtert voedsel uit het water met de haarzoom onder de midden- en achterpoten (foto 5).



Figuur 14. Huisjes van *B. subnubilus* op Vlottende waterranonkel in de stroming (Wallace et al., 1990)

B. subnubilus is een, in Nederland zeer zeldzaam geworden, soort van langzaam stromende plantenrijke wateren zoals de Regge en Dinkel. Vroegere vindplaatsen uit Noord Brabant en Limburg zijn verlaten (Higler, 2008).



Figuur 15. Kaartje van de huidige verspreiding van *B. subnubilus* in Nederland (Limnodata.nl 10-4-2012).

Behalve in het stroomgebied van de Regge en Dinkel is de soort ook éénmaal recent in de Vecht verzameld in de vistrap bij de Haandrik in 2001 (Mulder, 2002).

Ithytrichia lamellaris (Kokerjuffer van de familie *Hydroptilidae*)

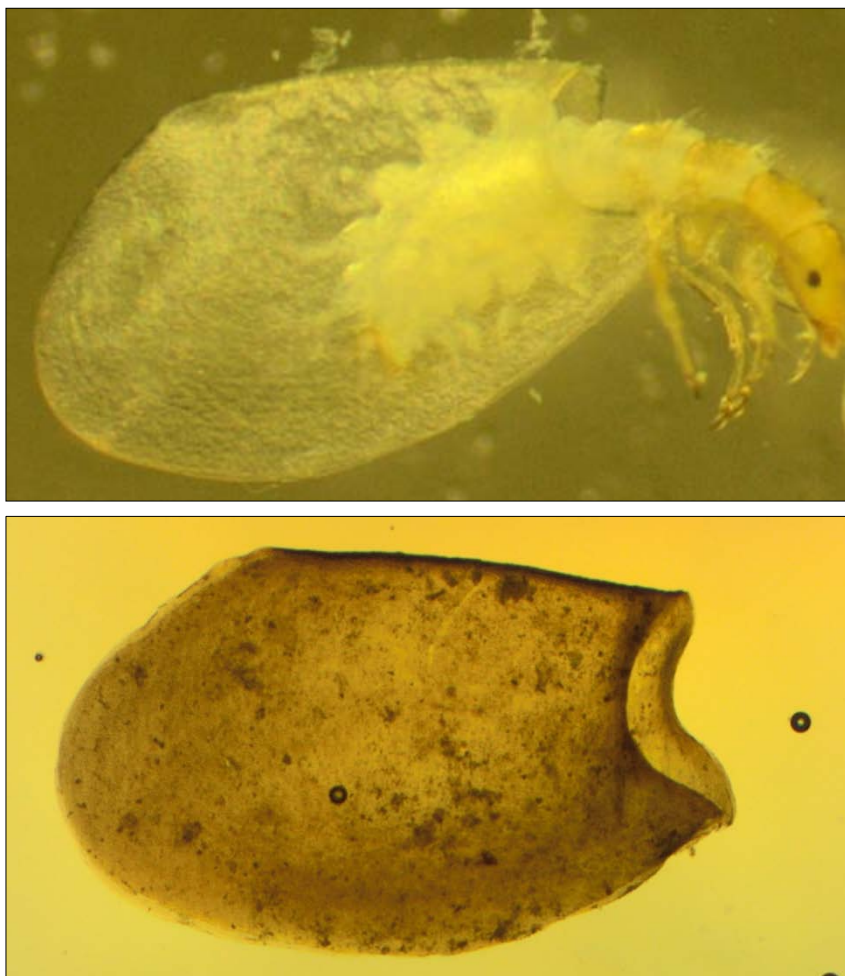
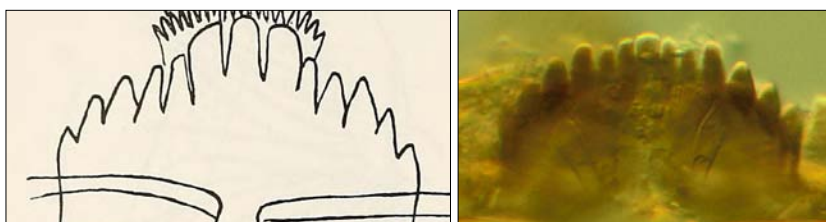


Foto 6. Boven referentie en onder een huisje uit Gramsbergen 3b

Ithytrichia lamellaris is verdwenen uit Nederland sinds 1934. In Overijssel is de soort gevonden in de Dinkel en verder in Tongelreep en Smalwater in Brabant en de Geul en Gulp in Limburg (Higler, 2008). Het referentie exemplaar is verzameld in de Lotharingse Maas op Bronmos (*Fontinalis antipyretica* in snel stromend water (Klink en bij de Vaate, 1994)).

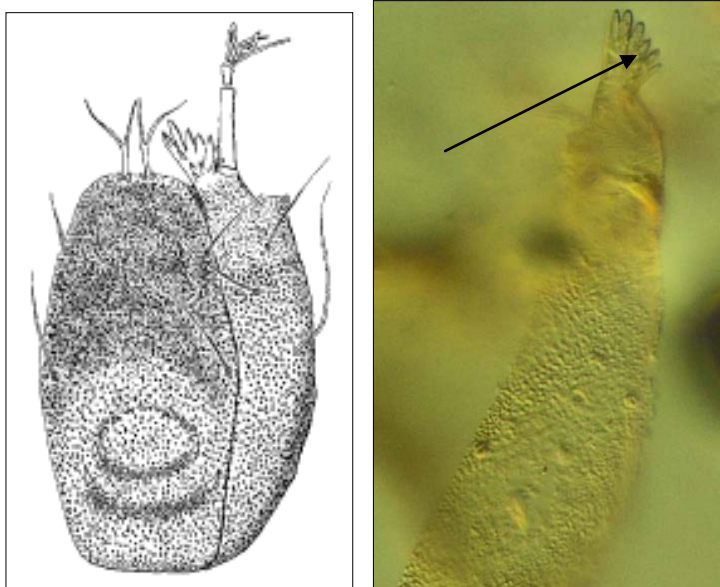
Cladotanytarsus near conventus (muggelarve familie *Chironomidae*)



Figuur 16. Submentum van *Cladotanytarsus conversus* uit Langton en Garcia (2000) en Foto 8 Cl. near *conversus* uit Gramsbergen 3b.

De overeenkomst tussen beide larven is de driedelige middentand. Andere soorten *Cladotanytarsus* hebben de middentand die vrijwel volledig vergroeid is met de eerste zijtanden. Het verschil is dat *Cladotanytarsus conversus* buitenste middeentanden heeft die gelijk of groter zijn dan de middelste tand, terwijl ze bij onze exemplaren beduidend kleiner zijn. De betreffende larven zijn verzameld in Arrier Koeland 1 (12 ex) Gramsbergen 3b (44 ex) en AK 3 (6 ex) en behoren daarmee tot de meer algemene soorten in deze afzettingen.

Stempellina cf. spec. A Epler (2001).



Figuur 17. Kop van *Stempellina spec. A* (uit Epler, 2001).

Foto 9. Deel van de kop en antennesokkel met handvormig uitsteeksel en gegranuleerd kopkapsel uit Gramsbergen 3b.

Aangezien *S. spec. A* een Amerikaanse soort is, zal de kop uit het sediment behoren tot een Europese verwant die nog niet beschreven is.

Tabel 9. Vervolg

	Uilenkamp	Rheezematen	Rheezematen zuid	Arriër Koeland 1	Gramsbergen 3	Arriër Koeland 3
Rheofiele soorten in Uilenkamp en alle soorten uit sediment die niet in de Uilenkamp zijn aangetroffen Deel 2						
Datering	2010	1950	1900	1850	1720	1670
<i>Holocentropus picicornis</i>		+				
<i>Pogonocladus consobrinus</i>		+				
<i>Glyptotendipes gr. imbecilis</i>		+				
<i>Acricotopus lucens</i>		+	+			
<i>Polypedilum tritum/uncinatum</i>		++	+++			
<i>Psectrocladius platypus</i>		+	++	+		
<i>Athripsodes aterrimus</i>		++	++		+	
<i>Hydropsyche angustipennis</i>		+	+	+	+	
<i>Tricholeiochiton fagesii</i>			+			
<i>Orthocladus gr. rubicundus</i>			++		+	
<i>Lipiniella gr. araenicola</i>			++	++	++	++
<i>Simulium ornatum</i>				+		
<i>Brachycentrus subnubilus</i>				+		
<i>Corynoneura cf. lobata</i>				+		
<i>Hydrobaenus lugubris agg.</i>				+		
<i>Polypedilum albicorne</i>				+		
<i>Polypedilum pedestre</i>				+		
<i>Hydrobaenus pilipes</i>				+	+	+
<i>Eukiefferiella claripennis</i>				+	+	+
<i>Rheotanytarsus</i>				++	+	++
<i>Cladotanytarsus near conversus</i>				++	++	++
<i>Tanytarsus gr. brundini</i>				+	+	+
<i>Simulium sg. Wilhelmsia</i>				+	+	++
<i>Leptophlebia cf. marginata</i>					+	
<i>Isoperla grammica</i>					+	
<i>Macronychus quadrituberculatus</i>					+	
<i>Stenelmis canaliculata</i>					+	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>					+	
<i>Ithytrichia lamellaris</i>					+	
<i>Orthotrichia spec.</i>					+	
<i>Tanytus punctipennis</i>					+	
<i>Corynoneura coronata</i>					+	
<i>Rheocricotopus gr. fuscipes</i>					+	
<i>Thienemanniella majuscula</i>					++	
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>					+	
<i>Corynocera ambigua</i>					+	
<i>Stempellina spec. A Epler (2001)</i>					+	
<i>Micropsectra pallidula</i>					+	
<i>Simulium lundstromi</i>					+	
<i>Simulium posticatum</i>					+	
<i>Simulium morsitans</i>					+	+
<i>Parachironomus frequens</i>						+
Totaal individuen	17280	229	326	842	1753	422

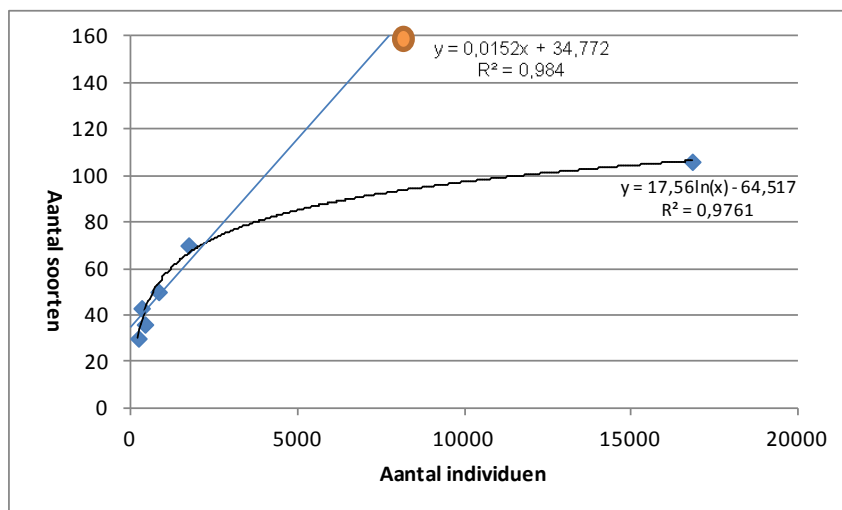
5. Discussie

5.1. Geschikte locaties en datering

Uit dit onderzoek is gebleken dat het vinden van geschikte locaties van eminent belang is voor het slagen van een reconstructie. Pas op de vierde locatie (Arrier Koeland) werden de eerste indicatieve resten gevonden van de vroegere levensgemeenschap van de Vecht. Het vinden en dateren van de afzettingen was niet mogelijk geweest zonder het bestaan van betrouwbare kaarten. In het geval van de Vecht zijn we gezegend met de projectie van de kaart van Pieter de la Rive uit 1720 en die van nieuwere kaarten op de moderne topografische atlas (Alterra ongepubliceerd).

5.2. Mate van compleetheid van de reconstructie

In Figuur 17 zijn de aantallen afgezet tegen de soorten in de Uilenkamp in de verschillende afzettingen en de Aisne als oranje cirkel ter vergelijking.



Figuur 18. Logaritmische trendlijn tussen het aantal individuen en de aangetroffen soorten in de Uilenkamp en de afzettingen en de lineaire trendlijn tussen de afzettingen en de insecten in de Aisne. Let op de zeer hoge regressiecoëfficiënten.

Uit figuur 18 blijkt dat het aantal soorten in de afzettingen al aardig het aantal soorten in de Uilenkamp aan het benaderen is (70 vs. 106). Als we een trendlijn berekenen tussen de soort en de aantallen in de oude afzettingen en in de Aisne, dan blijkt daar een rechtlijnig verband tussen te bestaan. Als we de Vechtafzettingen mogen vergelijken met de recente fauna in de Aisne, zouden er tenminste 8500 individuen moeten worden gedetermineerd om aan het aantal soorten te komen dat in de Aisne is aangetroffen. Onder deze aanname kan worden geconcludeerd dat de reconstructie van de fauna in de Vecht verre van compleet is omdat slechts 3500 (voornamelijk halve) individuen zijn geanalyseerd. Het figuur geeft ook aan dat we bij hogere aantallen in de afzettingen te weten komen of de rechte lijn wordt gevolgd, dan wel dat de Uilenkamp kromme meer in overeenkomst is. In het eerste geval is de natuurlijke situatie (potentie) van Vecht beduidend hoger dan in het tweede geval.

5.3. Reconstructie van de Vecht qua milieufactoren

Onder het voorbehoud van de in 4.2 aangegeven beperkingen van de traits-database voor de reconstructie van de Vecht en het nog ontbreken van gegevens over hogere planten en kiezelalgen, zijn de volgende aspecten naar voren gekomen (tabel 10). Hoe realistisch de uitkomsten zijn van deze berekeningen zijn is ongewis.

Tabel 10. Overzicht van de berekende milieuvariabelen

	1670	afname, gelijk, toename	2010
zoetwater	100%	-	88%
droogvallen	0,25mnd/j	+	0,30 mnd/j
diep stilstaand	12%	+	20%
diep stromend	11%	-	7%
saprobie	6 mgO ₂ /l	0	6 mgO ₂ /l
stroming	15 cm/s	-	9 cm/s
waterplanten	52%	-	43%
trofie	0,19 mgP/l	-	0,15 mgP/l
pH	7,0	-	6,4
KRW score	0,69 (1720)	-	0,59

De berekende saprobiegraad is gelijk gebleven, op de rand tussen β en •-mesosaproob in. De duur van droogvallen is iets gestegen, het aandeel diep stilstaand is toegenomen en de overige parameters zijn afgenomen. Voor de categoriën diep stromend en de stroming is dit het gevolg van de kanalisatie. Het aandeel aan waterplanten ten opzichte van 1670 is afgenomen, maar toegenomen ten opzichte van 1720. Het berekende fosfaatgehalte is licht afgenomen en de trofiegraad is van eutroof gezakt naar de bovengrens van meso-eutroof. Op basis van de macrofauna is de pH sterk gedaald van 7,0 naar 6,4 (voor een betrouwbare berekening van fosfaat en pH zijn diatomeeën veel geschikter) en de berekende (fictieve) KRW score heeft in 1670 een waarde van 0,56 en scoort maximaal in 1720 en minimaal in de Rheezermaten (1900 – 1950).

5.4. Samenstelling van de fauna in de afzettingen

Om te zien of alle groepen in de afzettingen hun resten hebben achtergelaten naar rato van het aantal levende dieren is in tabel 11 de procentuele verdeling van de groepen insecten weergegeven voor de monsters in de Uilenkamp, de Vechtafzettingen en de Aisne.

Tabel 11. Procentuele verdeling van de groepen insecten

	Uilenkamp	Afzettingen	Aisne
Ephemeroptera	1,2	0,5	11,1
Plecoptera	0,0	0,1	0,2
Odonata	2,9	0,0	0,4
Heteroptera	33,3	0,1	21,8
Elmidae	0,1	0,3	2,4
Trichoptera	1,5	2,3	8,4
Chironomidae	61,0	84,5	55,1
Simuliidae	0,1	12,2	0,7
Totaal	100	100	100

In alle gevallen zijn de Chironomidae de dominante groep. In de levend verzamelde monsters nemen de wantsen (*Heteroptera*) de tweede plaats in. In zowel de Vecht als de Aisne betreft het een massaal voorkomen van de duikerwants *Micronecta*. In de afzettingen zijn wantsen vrijwel afwezig. Ook van de libellen (*Odonata*) is niet duidelijk of ze naar rato resten achterlaten in het sediment. Ook in andere afzettingen in stromend water zijn niet of nauwelijks overblijfselen van libellen en waterwantsen aangetroffen (Klink, 1989 en 2011b). Mogelijk bevatten zij chitine dat minder resistent is dan dat van de overige groepen. Een ander aspect waarin de Aisne afwijkt van zowel de Uilenkamp als de afzettingen, is het hoge aandeel eendagsvliegen (Ephemeroptera), kevers van de Elmidae familie en kokerjuffers (Trichoptera). Al deze groepen worden in Nederland ernstig bedreigd door verontreiniging, normalisatie en kanalisatie van beken en rivieren (Mol, 1985a en b; Drost et al., 1992 en Higler, 2008). In de discussie wordt nog nader ingegaan op mogelijke beperkingen als gevolg van verontreiniging en kanalisatie.

5.5. Reconstructie van de Vecht in het landschap

Op basis van de traits-database van de WEW blijkt het niet goed mogelijk om een duidelijk beeld te krijgen van de Vecht in vroegere tijden. De oorzaak wordt gezocht in het feit dat de gebruikte gegevens afkomstig zijn van alle locaties waar de betreffende soorten zijn aangetroffen. Om het locale setting meer inbreng te geven is van de dataset die in 2005 – 2010 in de Vecht is verzameld (Klink, 2011a), een relatie gelegd tussen alle aangetroffen soorten en hun preferentie voor de verschillende habitats waarin ze zijn aangetroffen. Met deze voorkeuren is berekend wat de verdeling van habitats is geweest in de monsters van de afzettingen. Hierbij zijn alleen die groepen gebruikt die in de afzettingen zijn aangetroffen. Voor de vergelijkbaarheid zijn bv. de libellen, wantsen en andere groepen in de Uilenkamp hierin niet vertegenwoordigd. Voor soorten die wel in de afzettingen aanwezig waren, maar niet in de dataset 2005-2010 zijn hun voorkeuren afgeleid uit onderzoek in de Franse referentierivieren (Klink, 2010).

Tabel 12. Aandeel van de aanwezige habitats in de Uilenkamp en de afzettingen

	Grof zand en grind in de stroming	Fijn zand	Fijn zand en slib	Bomen	Stenen, takken, zand mengsel	Oevervegetatie	Ondergedoken waterplanten in de stroming
Uilenkamp	3	25	10	15	27	20	0
Rheezermaten O- 77	1	6	26	10	17	40	0
Rheezermaten D - 43	1	8	16	22	27	25	0
Rheezermaten D -10	0	3	10	16	25	46	0
Rheezermaten zuid - 84	7	4	34	15	7	20	14
Rheezermaten zuid 111	6	4	27	11	19	29	3
Arriër Koeland 1 - 78	2	14	13	18	10	12	32
Arriër Koeland 1 - 115	3	20	23	13	9	14	18
Arriër Koeland 1 -145	0	12	37	16	17	12	5
Arriër Koeland 3	3	19	30	12	17	8	11
Gramsbergen 3a	4	8	27	13	26	17	4
Gramsbergen 3b	7	18	22	13	18	13	8

Voor alle monsterpunten geldt dat de Vecht weinig bewoners heeft van grof zand en grind in de stroming. Fijn zand, aanwezig in de stroomluwe delen, maar niet in binnenbochten, is een belangrijke habitat in de Uilenkamp en de meeste oudere afzettingen. Alleen in de stagnante Rheezermaten O, D, en de stromende Rheezermaten zuid en Gramsbergen 3a blijft het aandeel < 10%

De habitat bestaande uit fijn zand en slib, vooral voorkomend in de binnenbochten is in veel afzettingen een belangrijke habitat. Soorten met een voorkeur voor bomen in het water zijn in ongeveer gelijke mate aangetroffen in alle afzettingen. Soorten die in een mengsel van stenen, takken en zand zijn aangetroffen in de Uilenkamp zijn in de afzettingen zeer wisselend vertegenwoordigd. Bij een hoger aandeel van waterplanten in de stroming lijkt deze habitat minder belangrijk te worden. Ook zij opgemerkt dat er pas in de 60-er jaren van de vorige eeuw stenen zijn gestort in de Vecht (Janssens, 1990) en de habitat voordien vermoedelijk bestond uit een mengsel van takken en zand. De Oevervegetatie speelt een opvallend belangrijke rol in de Uilenkamp en de relatief jonge afzettingen. Het aandeel in het Arriër Koeland en Gramsbergen is beduidend minder. De laatste habitat, "Ondergedoken waterplanten in de stroming" geeft het onderscheid aan tussen de Vecht voor en na kanalisatie. Deze habitat toedeling is gebaseerd op de aanwezigheid van kriebelmuggen (Simuliidae) en de dansmug Rheotanytarsus. Deze groep en het daaruit berekende aandeel van deze

habitat vertoont een grote spreiding. De huidige Uilenkamp kent slechts een aandeel van 0,1% van deze soorten. In Rheezermaten zuid en vooral in Arriër Koeland 1 vinden in dezelfde boringen zeer sterke fluctuaties op.

In tabel 13 zijn de stagnante afzettingen van Rheezermaten O, D verwijderd, zijn de zandige substraten samengevoegd en zijn de bomen en mengsels weggelaten. Hierdoor is de tabel toegespitst op de relatie tussen bodem, oever- en watervegetatie.

Tabel 13. Aggregatie van tabel 12 met betrekking tot meanderprocessen

	Zand	Oevervegetatie	Ondergedoken waterplanten in de stroming
Uilenkamp	66	34	0
Rheezermaten zuid - 84	57	25	17
Rheezermaten zuid 111	54	41	5
Arriër Koeland 1 - 78	39	17	44
Arriër Koeland 1 - 115	59	18	23
Arriër Koeland 1 -145	73	18	8
Arriër Koeland 3	73	11	16
Gramsbergen 3a	65	29	6
Gramsbergen 3b	69	19	12

In deze tabel zijn de afzettingen van Rheezermaten zuid en Arriër Koeland interessant. In beide gevallen wordt een afzetting met weinig waterplanten in de stroming afgedekt met een laag waarin het aandeel van de waterplanten sterk toeneemt. In het Arriër Koeland bestaat de bovenste (geanalyseerde) laag zelfs voor 44% uit dit habitat. Het aandeel aan oevervegetatie blijft hier constant. Bij Rheezermaten zuid gaat de toename van de ondergedoken waterplanten ten koste van de oevervegetatie.

Bij Arriër Koeland hebben zich mogelijk de volgende processen afgespeeld:

In eerste instantie is er een vrij kale zandrivier met weinig waterplanten en een slecht ontwikkelde oevervegetatie. Mogelijk veroorzaakt doordat de meanderbocht net is uitgeslepen. De oever blijft nog schaars begroeid, maar er ontwikkelt zich een submerse vegetatie die zich zover door ontwikkelt dat de fauna hierop een dominante rol speelt. Niet lang daarna is de Vecht hier gekanaliseerd en de meander dood geworden.

Bij de Rheezermaten is mogelijk iets soortgelijks aan de hand, met dat verschil dat uitbreiding van de ondergedoken waterplanten ten koste

gaat van de oeervervegetatie. Ook hier wordt deze episode afgesloten met de kanalisatie van de Vecht rond 1900.

De afzettingen van Gramsbergen 3a en 3b liggen een paar meter bij elkaar vandaan, met een monster op 1,25-1,70 m (3a) en 1,9-2,2 m diepte (3b). Hierin is geen successie zichtbaar als in de andere afzettingen. Het palet aan habitats in de verschillende afzettingen geeft duidelijk aan dat de gemeenschap zich in de onderzochte periode ter plaatse kon wijzigen tussen een zeer vooraanstaande rol van ondergedoken waterplanten in stromend water, naar een situatie waarbij de waterplanten nauwelijks een rol speelden en er in wisselende mate sprake kon zijn van oeervervegetatie.

5.6. Oorzaken voor een eenzijdige macrofauna gemeenschap

Bij het zoeken naar oorzaken voor het vrijwel ontbreken van eendagsvliegen, Elmide-kevers en kokerjuffers, kan er in de eerste plaats onderscheid worden gemaakt tussen fysieke en chemische beperkingen voor de fauna.

5.6.1. Fysieke beperkingen

Fysieke beperkingen worden gevormd door bv. kanalisatie, normalisatie en het ontbreken van gevarieerd substraat in de rivier. De afzettingen zijn van een dusdanige leeftijd dat de Vecht nog niet gekanaliseerd en genormaliseerd was. De voornaamste fysieke beperkingen zullen hun oorsprong hebben gehad in het kale landschap met enorme zandverstuivingen, die het gevolg waren van rooibouw (Neefjes et al., 2011). Ook de eeuwenoude ijzerwinning zal flink hebben bijgedragen door afgraven van de bodem ter plaatse en ontbossing voor de houtskoolproductie voor de ovens. Voor 1 kg ijzer werd 760 kg hout verstoekt (2 eiken).

(<http://www.geologievannederland.nl/zwerfstenen/beschrijvingen/ijzeroer#head5>; http://www.drentscheaa.nl/documents/gebiedskenmerken/ijzeroer_uit_de_ijstijd.xml?lang=nl 13-6-2012).

Op de kaart van Peter de la Rive uit 1722 (in Neefjes et al., 2011) is iedere boom apart ingetekend en langs de Vecht is het kaal.

Nu is bekend dat een gevarieerd substraataanbod in de vorm van zand en detritus in wisselende samenstelling de biodiversiteit sterk verhoogd (Tolkamp, 1980). Bomen, water- en oeervervegetatie vullen dit palet verder aan (Behning, 1932; Benke et al., 1985; Klink, 1992; Klink, 2011; Mackey, 1976, 1977). Dit blijkt ook uit de biodiversiteit van de Aisne in Noord Frankrijk als referentie voor de Vecht (figuur 18 in dit rapport). Alhoewel uit tabel 12 blijkt dat alle habitats wel in wisselende mate in de afzettingen aanwezig zijn, vormt het zand toch de belangrijkste habitat hierbij in wisselend aandeel bijgestaan door de oever- en watervegetatie (tabel 13). Typisch voor rivieren als de Vecht

en groter vormen bomen het substraat waarop het merendeel van de macrofauna te vinden is in aantal en qua productie. Zo leeft 2/3 van de insecten (individueen) van de Rijn in 1730 (Schenkenschans) op de bomen in de rivier (Klink, 1992). In een Amerikaanse rivier is de biomassa op hout 20-50 maal hoger dan in de zandbodem en de productie van de fauna op de bomen is 3-4 maal zo hoog als in alle andere habitats samen (Benke et al., 1984). Aangezien er in het verleden ook veel vrachtschepen op de Vecht zeilden (Emst en Scharlo, 2006) kunnen we wel aannemen dat er niet veel hout in het water lag. Dit kan een deel van de armoede aan eendagsvliegen, Elmide-kevers en kokerjuffers verklaren. Veel eendagsvliegen, Elmide kevers en kokerjuffers leven echter niet alleen op hout, maar ook op of zelfs in de bodem (Ephemera). Van deze categorie zijn ook niet of nauwelijks resten aangetroffen.

5.6.2. Chemische beperkingen

Verdachte chemische beperkingen voor de groepen die sterk onderbezet zijn, zijn in ieder geval aan zuurstof te relateren in de vorm van organische verontreiniging. Vroeger was deze vooral afkomstig van ongezuiverd huishoudelijk afvalwater. Daarnaast is niet uit te sluiten dat het massale voorkomen van ijzeroer in de bodem en/of de ijzerwinning mogelijk een belasting met zware metalen hebben gevormd.

Zuurstof

Als we de samenstelling van de macrofauna vergelijken met het berekende zuurstofgehalte (5,7 – 6,1) in de afzettingen en in de Uilenkamp kan het een beperkende factor zijn (geweest) voor een aantal diergroepen.

Tabel 14. Gemiddeld, minimum en maximum zuurstofgehalte per diergroep (traits-database WEW, concept 2011)

Diergroep	O ₂ mg/l	min	max
Plecoptera	7,8	6,3	9,0
Elmidae	7,5	6,1	8,2
Trichoptera	7,1	4,6	9,0
Simuliidae	6,9	5,6	7,8
Ephemeroptera	6,9	5,4	8,4
Chironomidae	6,6	3,9	9,0
Odonata	6,5	5,3	8,0
Coleoptera	6,2	3,4	8,6
Heteroptera	6,1	4,2	7,6

Uit de traits-database van de WEW blijkt dat de steenvliegen (Plecoptera) het meest gevoelig zijn voor verlaagde zuurstofgehalten. Zelfs de minst kritische groepen Libellen (*Odonata*), Kevers (*Coleoptera* incl. *Elmidae*) en Wantsen (*Heteroptera*), hebben een

zuurstofoptimum dat gelijk of hoger ligt dan de berekende waarden in de afzettingen en de Uilenkamp. Chironomidae en Simuliidae domineren in de afzettingen en binnen deze groepen worden vooral de minder kritische soorten aangetroffen. Dat zuurstof niet de enige verklarende factor kan zijn, blijkt uit het aandeel van Simuliidae ten opzichte van de Ephemeroptera. Alhoewel ze een vergelijkbare zuurstofpreferentie vertonen is de laatste groep vrijwel afwezig in de afzettingen.

IJzeroer

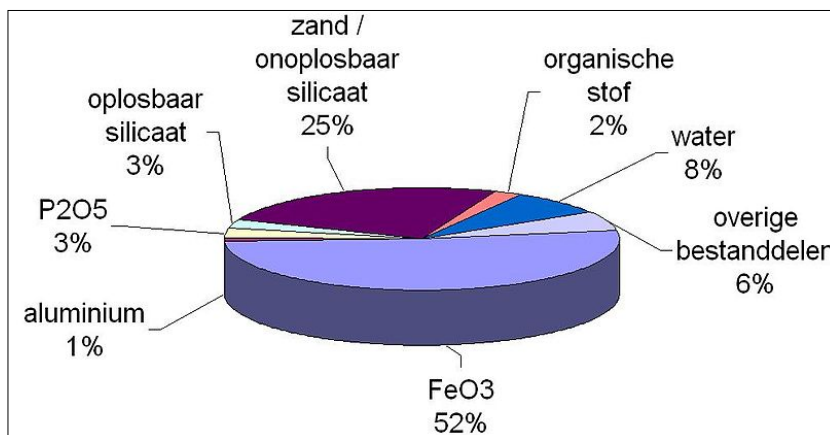
De ijzerindustrie was zeer belangrijk langs de Vecht. Alleen in de omgeving van Dalfsen zijn al 100 ovens bekend

(<http://www.regiocanons.nl/overijssel/salland/dalfsen/ijzerovens> 14-6-2012)

In de wetenschappelijke literatuur is er erg veel aandacht voor de relatie tussen de macrofauna in beken en rivieren en het voorkomen van verontreiniging met zware metalen. De aangehaalde artikelen zijn opvallend eensgezind over het feit dat eendagsvliegen (Ephemeroptera) en steenvliegen (Plecoptera) het meest gevoelig zijn voor de verontreiniging met zware metalen, gevolgd door kokerjuffers (Trichoptera) en dat Chironomidae en Simuliidae pas bij zeer hoge gehalten een effect laten zien. Veel auteurs gebruiken de EPT diversiteit van deze groepen om al dan geen effect aan te tonen van vervuiling met zware metalen (Beasley en Kneale, 2003; Clements et al., 2000; Deutsch, 1981; Hickey en Clements, 1998; Malmquist en Hoffsten 1998; Winner et al., 1975; Winner et al., 1980).

IJzeroer bestaat grofweg uit 30 -70% ijzeroxide, 3% fosfaatoxide, 1% aluminium. De rest is voornamelijk zand

(<http://nl.wikipedia.org/wiki/IJzeroer>).



Figuur 19. Samenstelling van ijzeroer

(<http://nl.wikipedia.org/wiki/IJzeroer>)

Op basis van opgeloste zware metalen in de Vecht bij Laar en Ommen (2004 – 2012) is een inschatting gemaakt van het risico voor de huidige macrofauna. Hierbij is gebruik gemaakt van de CCU (Cumulative Criterium Units) die door Clements et al. (2000) is toegepast op beken en rivieren met hard water in de USA. De CCU wordt op de volgende wijze berekend:

$$CCU = \sum M_i / C_i$$

Hierbij is M_i de actueel gemeten waarde van opgelost metaal i en C_i is de kritische waarde voor metaal i waarbij de grens ligt tussen wel of geen effect. Bij een $CCU < 1$ wordt geen effect gemeten op de

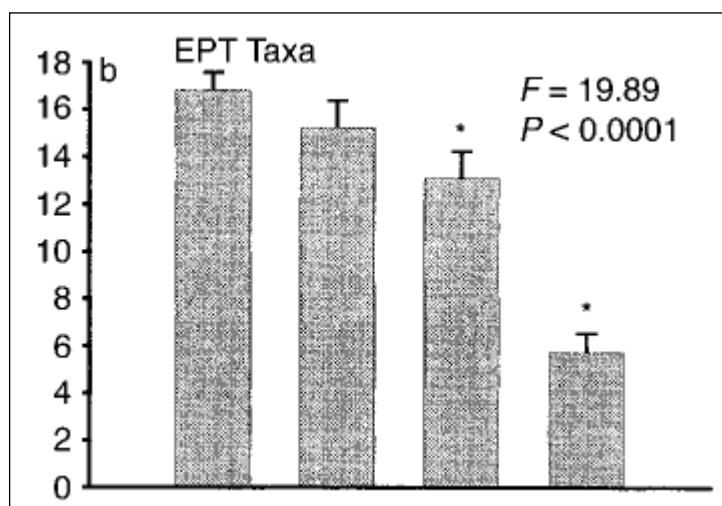
macrofauna. Bij een CCU 1-2 is er voor een aantal groepen al een duidelijk effect. Bij een CCU 2-10 is sprake van mortaliteit.

In tabel 15 is de CCU waarde voor de Vecht berekend (Ommen en Laar) voor de gemiddelde waarden op beide meetpunten over de periode 2004 – 2010.

Tabel 15. Inschatting van het risico van de zware metalen in de Vecht voor de macrofauna

Metaal	M_i	C_i	M_i/C_i	CCU	Omschrijving
Fe	1534,5	1000	1,5	< 1	niet vervuild
Al	291,2	150	1,9	1,0	grenswaarde
Mn	194,4	1000	0,2	1-2	matig vervuild
Cd	0,1	1,1	0,1	2-10	mortaliteit
Cu	9,6	11,8	0,8		
Pb	2,2	3,2	0,7		
Zn	10,8	106	0,1		
Σ	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	5,3		

De gemeten CCU bedraagt 5,3 en valt in de categorie mortaliteit. Opvallend is dat juist het ijzer (Fe) en aluminium (Al) gehalte de grootste bijdrage leveren aan de CCU en ook de voornaamste metalen zijn in ijzerroer. Deutsch (1981) noemt een ijzergehalte > 0,55 mg/l al als oorzaak voor het verdwijnen van eendagsvliegen en Hydropsyche kokerjuffers, waarbij het aandeel van Chironomidae in de macrofauna toeneemt. Vanuit de macrofauna zijn de meest gevoelige parameters de EPT diversiteit van de Ephemeroptera, Plectoptera en Trichoptera (Figuur 20), abundantie en diversiteit van eendagsvliegen en abundantie van schrapers en predatoren. Bij een CCU 1-2 treedt hier al een significant effect op.



Figuur 20. Effect van CCU klasse op het aantal soorten EPT bij CCU < 1 linker kolom tot CCU 2-10 rechter kolom (Clements et al., 2000, figuur 3b; * = significante afname).

Vrijwel alle andere indices vertonen ook een significant effect, maar dan pas bij de hoogste verontreinigingsklasse (CCU 2-10) (Clements et

al., 2000).. Dat een correlatie tussen CCU en de macrofauna niet beperkt is tot kalkrijk stromend water in de USA bewijst een overeenkomstig verband in weinig kalkhoudende beken in Nieuw Zeeland (Hickey en Clements, 1998).

Behalve het zuurstofgehalte kan dus ook het opgeloste gehalte aan zware metalen in het verleden beperkend zijn geweest voor de macrofaunagemeenschap. Voor het ecologische herstel van de huidige Vecht zal rekening gehouden moeten worden met de mogelijkheid dat natuurlijke uitloging van ijzeroer beperkend kan zijn voor het voorkomen van doelsoorten voor de KRW maatlat. Veel doelsoorten behoren juist tot de EPT insectengroep.

5.7. Belangrijke aspecten waaraan nog geen aandacht is besteed.

5.7.1. Hogere planten en diatomeeën

Zoals meestal, is ook dit onderzoek begrensd door het beschikbare budget. Hierdoor zijn er een paar krenten uitgepikt die nader zijn belicht. Een aantal andere aspecten verdienen zeker meer aandacht zullen hier op een rijtje worden gezet.

Allereerst is het voor het inzicht in de ecologie van de Vecht van groot belang om ook de samenstelling van de hogere waterplanten te kennen. Het plantaardige materiaal is beschikbaar, maar onduidelijk is nog of er voldoende determineerbare resten in aanwezig zijn. Er is al wel zaad gezien van Pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*), waarvan de slipvormige ondergedoken bladeren in de stroming een prima habitat bieden aan kriebelmuggen. Er zijn preparaten van diatomeeën gemaakt en 14 preparaten zijn zodanig dat ze gedetermineerd kunnen worden. Ze beslaan de periode 1670 – 1900 en zouden kunnen worden vergeleken met de monsters die recent zijn genomen. Tijdens een ‘sneak preview’ in het preparaat van de onderste laag uit Gramsbergen 3b, zijn de afgebeelde soorten (*Eunotia formica*; *E. pectinalis/soleirolli*; en *Meridion circularis* var. *constrictum*) abundant aanwezig.

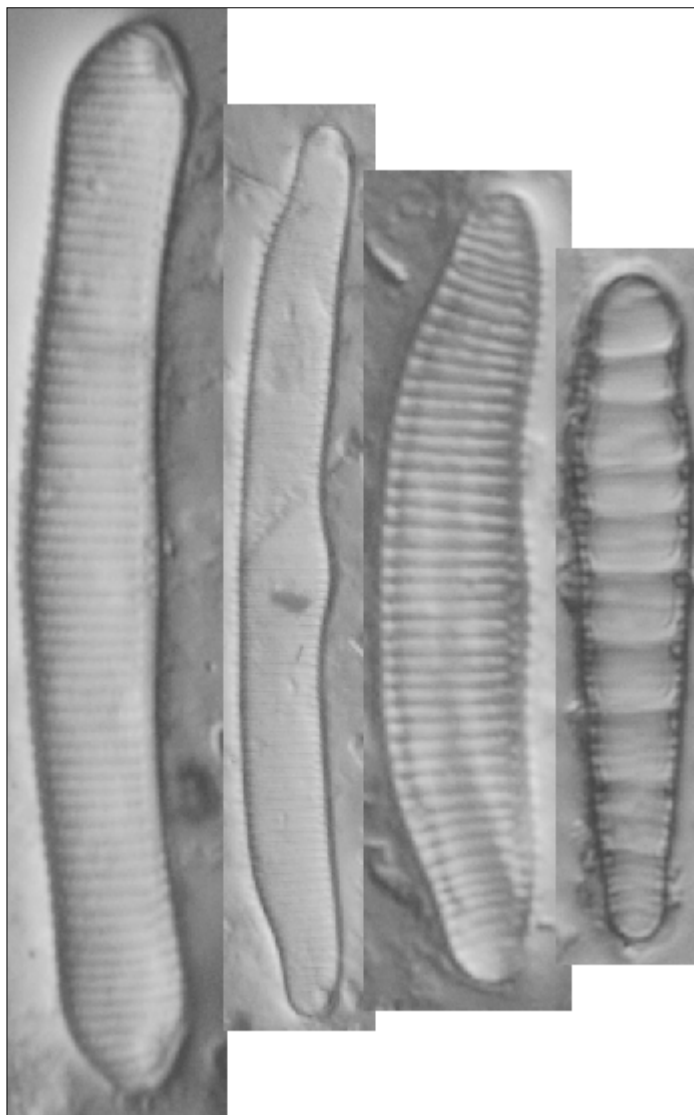


Foto 10. Collage van de meest abundante grote diatomeeën in Gramsbergen 3b 190-220 cm. Vlnr *Eunotia formica*, *E. pectinalis*, *E. cf. soleirolii* en *Meridion circulare* var *constrictum* (2^e van links 0,6 x de schaal van de overige soorten).

Deze soorten (*E. pectinalis* uitgezonderd), komen bijna uitsluitend voor in stromend water en alle soorten hebben een voorkeur voor oligotroof water (*M. c. var. c.* oligo-mesotroof) (Hofmann et al., 2011). Diatomeeën kunnen ook een beter inzicht geven in trofie- en saprobiegehalte van de vroegere Vecht dan alleen de macrofauna.

5.7.2. Proces van stroomgeulverlegging en beddingopvulling

In dit onderzoek is alle aandacht gericht geweest op het analyseren van de macrofaunaresten en het hieruit reconstrueren van een levensgemeenschap en landschappelijk beeld uit het verleden. Deze gegevens zijn ook in te zetten voor een beter begrip van de onderliggende processen van stroomgeulverlegging en beddingopvulling.

Tabel 16. Stromingskenmerken in de verschillende monsters

	Simuliidae/Chironomidae%	Submerse vegetatie in stroming %
Uilenkamp	0	0
Rheezermaten O- 77	0	0
Rheezermaten D - 43	0	0
Rheezermaten D -10	0	0
Rheezermaten zuid - 84	23	14
Rheezermaten zuid 111	5	3
Arriër Koeland 1 - 78	47	32
Arriër Koeland 1 - 115	19	18
Arriër Koeland 1 -145	7	5
Arriër Koeland 3	14	11
Gramsbergen 3a	6	4
Gramsbergen 3b	12	8

Uit de bovenstaande tabel kan een aantal belangrijke aspecten worden afgelezen:

De bovenste 4 monsters bevatten niet (Rheezermaten O en D) of nauwelijks (Uilenkamp) indicatoren voor stromend water. Aanwijzingen voor submerse vegetatie in de stroming ontbreken dan ook.

De twee monsters uit Rheezermaten zuid zijn twee kleilaagjes (74-84 cm en 90-111 cm diep). Ze zijn gescheiden door een 6 cm dik laagje zand dat door verstuviging is afgezet (mond. med. Gilbert Maas). In de oudste (onderste) laag zijn nauwelijks Simuliidae aanwezig en de levensgemeenschap past meer bij stagnant water. In de bovenste laag geeft het Simuliidae/Chironomidae quotiënt aan dat stroming een belangrijke sturende factor is voor de levensgemeenschap, waarvan 14% kenmerkend is voor ondergedoken waterplanten in de stroming. Hetzelfde zien we bij de drie monsters van het Arriër Koeland 1, die fijnzandige afzettingen bevatten over een diepte van 50 – 145 cm. Het onderste monster bevat nauwelijks rheofiele soorten en het Simuliidae/Chironomidae quotiënt bedraagt slechts 7% en de toedeling aan submerse planten in de stroming is slechts 5%. Naar boven gaande neemt het aandeel Simuliidae snel toe. In het monster op een diepte van 50–78 cm zijn er bijna half zoveel Simuliidae als Chironomidae aangetroffen (47%) en bijna een derde deel van de macrofauna is kenmerkend voor ondergedoken waterplanten in de stroming. Bij het verlaten van een stroomgeul zou de volgorde andersom moeten zijn. Als de rivier het bewuste punt heeft bereikt, ontstaat er een gemeenschap

van stromend water en als de rivier de locatie weer verlaat, ontstaat een gemeenschap van stagnant water. Zijn we mogelijk gestoten op een situatie dat de onderste afzetting bestond uit een verlaten meander en dat de bovenliggende afzetting ontstaan is toen de Vecht er een volgende keer langskwam? Meer aandacht voor de genese van deze afzettingen en een multidisciplinaire aanpak kunnen inzicht in landschap en ecologie versterken.

5.7.3. Evaluatie van de potentie van paleo-ecologisch onderzoek in stromend water

In stilstaand water heeft paleolimnologisch onderzoek al ruimschoots zijn sporen verdient. Op het gebied van verzuring, eutrofiëring en verandering van grondgebruik en klimaat zijn talloze boorkernen gestoken in meren en vennen, vooral in het buitenland. Paleo-ecologisch onderzoek in stromend water is onbekend in het buitenland, maar daarin heeft Nederland de primeur (Armitage et al., 1995 p. 419) met paleo-ecologisch onderzoek in de Rijn (Klink, 1989). Eén van de daaruit voortkomende inzichten is de enorme ecologische betekenis van bomen in de rivier. Een aspect dat de laatste tijd snel in betekenis toeneemt, getuige ook de plaatsing van bomen in meander van de Uilenkamp in 2011.

Een ander aspect dat nog niet is belicht, is dat het mogelijk is gebleken om in groot detail inzicht te krijgen in de levensgemeenschap van de Vecht in de periode 1650 – 1950. Hieruit komt eenduidig naar voren dat het vroeger sneller stroomde. Logisch want de Vecht was nog niet gekanaliseerd. Een aspect wat anders nooit aan het licht zou zijn gekomen, is het vrijwel ontbreken van diergroepen die gevoelig zijn voor zware metalen, terwijl andere groepen (Chironomidae en Simuliidae), wel gevoelig voor organische verontreiniging, maar minder voor metalen, de levensgemeenschap domineren.

Zo voegt ieder onderzoek gereedschap toe voor interpretatie van het verleden in dienst van de toekomst.

5.7.4. Relaties van verontreiniging en de macrofauna in referentierivieren

In figuur 18 hebben we gezien dat er een enorm verschil bestaat tussen de biodiversiteit in de Aisne en de Vecht bij de Uilenkamp. Door gegevens op te vragen van de Aisne en andere referentierivieren, kunnen we inzicht krijgen in de eisen die de faunagemeenschap daar stelt aan de waterkwaliteit. Door combineren van die data met de “natuurlijke” waterkwaliteit van de Vecht, kan een goede inschatting worden gemaakt van de ecologische doelen die haalbaar zijn voor de Vecht nadat de habitatdiversiteit is hersteld en antropogene verontreiniging is gesaneerd..

6. Conclusies

Het blijkt mogelijk om de levensgemeenschap van een kleine rivier te reconstrueren aan de hand van paleo-ecologisch onderzoek. Voor zover ik heb kunnen nagaan is dit in en buiten Nederland een primeur.

Er is een beperkt aantal soorten verzameld die behoort tot de 'buitencategorie' van het stromende water in Nederland. Hierbij gaat het om de volgende soorten (tabel 17) die vrijwel uitsluitend in Gramsbergen 3 zijn verzameld. Of dit te maken heeft met het andere landschapstype (geen zandverstuivingen) is niet onderzocht.

Tabel 17. Soorten uit de buitencategorie

Taxon	Mp.	Status
<i>Leptophlebia cf. marginata</i>	Gr3	Zuid Limburg en stuwwallen Veluwe/Nijmegen
<i>Macronychus quadrituberculatus</i>	Gr3	Nieuw voor Nederland, rivieren N. Frankrijk
<i>Stenelmis canaliculata</i>	Gr3	Zuid Limburg, 1950. Rivieren N. Frankrijk
<i>Isoperla grammatica</i>	Gr3	Dinkel, 1925
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	AK1	Dinkel en vistrap Haandrik 2001
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	Gr3	Dinkel voor 1934
<i>Cladotanytrusus near conventus</i>	AK1,3 Gr3	Niet beschreven
<i>Stempellina cf. spec. A Epler</i>	Gr3	Waarschijnlijk niet beschreven

De reconstructie heeft een beeld opgeroepen van een matig stromende rivier in een kaal landschap. Rivierbegeleidend bos ontbrak en daarmee ook het hout in het water. De voornaamste habitat was (en is in de Uilenkamp nog) zand (m.u.v. AK 1 78). De oeervegetatie maakte in de afzettingen van het stromende water een aandeel uit van 19% (11-29%) en was daarmee beduidend minder van belang dan in de Uilenkamp (34%). De habitat die ontbreekt in de Uilenkamp zijn ondergedoken waterplanten in de stroming. Dit habitat heeft een aandeel van 18% in de afzettingen van stromend water met een zeer grote spreiding (5 – 44%). Dit aspect lijkt een gevolg van rivierververlegging, maar een eenduidige verklaring is nog niet gevonden.

Dit heeft geleid tot een soortenarme levensgemeenschap waarin groepen als eendagsvliegen, Elmide-kevers en kokerjuffers niet tot ontwikkeling konden komen. Naast zuurstof wijst het vrijwel ontbreken van deze groepen en de dominantie van Chironomidae en Simuliidae (97%) er op dat er een andere sterke stressor werkzaam was op het moment dat deze sedimenten zijn afgezet. Een dergelijk faunabeeld roept associatie op met belasting van zware metalen en de huidige gehalten aan, met name ijzer en aluminium, bevestigen dat de Vecht sterk verontreinigd is met deze metalen en dat de gehalten hoog genoeg zijn voor ernstige schade aan de macrofauna. De oorzaak wordt gedacht in de aanwezige lagen ijzeroer in het Vechtdal.

Als inderdaad blijkt dat de natuurlijke uitloging van ijzeroer beperkend is voor het voorkomen van KRW doelsoorten in de Vecht, is een herijking van de KRW doelstellingen opportuun.

Analyse van de verzamelde zaden en diatomeeën zal de reconstructie van de Vecht uit vroeger tijden ten goede komen en leidt ook tot een nauwkeurigere bepaling van de trofiegraad en pH.

De huidige traits-database van de WEW vertoont nauwelijks differentiatie van de milieufactoren in de verschillende perioden van afzetting. Dit lijkt niet realistisch en is vermoedelijk een gevolg van de feit dat de gegevens afkomstig zijn uit alle wateren waar de soorten zijn aangetroffen. Hierdoor wordt de spreiding per variabele erg groot en lopen de optima naar een grootste gemene deler. Voor dit onderzoek werkt een locale traits-database voor de habitattoekenning in ieder geval beter. Voor chemische milieuvariabelen biedt dit echter geen uitkomst omdat de vroegere situatie niet bekend is. Aanvulling met chemische gegevens van elders, waar de meest kritische soorten nog wel voorkomen, kan hierbij uitkomst bieden.

7. Literatuur

- Armitage, P., Cranston, P.S., Pinder, L.C.V., 1995 The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges Chapman & Hall London 572 pp.
- Bartninkaite, I., et al., 2006 Control of bloodsucking black fly (Simuliidae) populations in Lithuania Ekologija 4: 70-75
- Beasley, G., Kneale, P.E., 2003 Investigating the influence of heavy metals on macroinvertebrate assemblages using partial canonical correspondence analysis (pCCA) Hydrology and Earth System Sciences 7(2) 221 - 233
- Behning, A., 1932 Ueber Ephemeropterenlarven des Uralflusses (suedost-Russland) Deutsch. ent. Zeit. 3: 89-94
- Benke, A.C., Henry, R.L. III, Gillespie, D.M., ea, 1985 Importance of snag habitat for animal production in southeastern streams Fisheries 10(5): 8-13
- Benke, A.C., van Arsdall, T.C. Jr., Gillespie, D.M., 1984 Invertebrate productivity in a subtropical blackwater river: the importance of habitat and life history Ecol. Monogr. 54(1): 25-63
- Boer, Ch., de Bressers, H., 2011 Complex and dynamic implementation processes Report Univ. Twente 246 pp.
- Brinkkemper, O., van Geel, B., Wiegers, J., 1987 Palaeoecological study of a middle-pleniglacial deposit from Tilligte, the Netherlands Rev. Palaeobotany and Palynology 51: 235-269
- Clements, W.H., et al., 2000 Heavy metals structure benthic communities in Colorado mountain streams Ecol. Applications 10(2): 626-638
- Deutsch, W.G., 1981 Suppression of macrobenthos in an iron-polluted stretch of the Susquehanna river (Pennsylvania) Proc. PA Acad. Sci. 55(1): 37-42
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwkerken, E. 1992 De waterkevers van Nederland Uitgeverij KNNV Utrecht 280 pp.
- Epler, J.H., 2001 Identification manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina of North and South Carolina <http://www.esb.enr.state.nc.us/BAUwww/Chironomid.htm>
- Ernst, J., Scharloo, M., 2006 Het Vechtdalpad. Te voet langs de Overijsselse Vecht VVV Oammen 152 pp.
- Everitt, V., Scherman, P.A., Villet, M.H., 2002 The toxicity of zinc to a selected macroinvertebrate, *Adenophlebia auriculata* (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) method development Afr. J. aquat. Sc. 27: 31-38
- Hickey, C.W., Clements, W.H., 1998 Effects of heavy metals on benthic macroinvertebrate communities in New Zealand streams Env. Tox. Chem. 17(11) 2338-2346

- Higler, L.W.G., 2005 De Nederlandse kokerjufferlarven KNNV Uitgeverij 159 pp.
- Higler, L.W.G., 2008 Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera) EIS Nederland 248 pp.
- Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H., 2011 Diatomeeën im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa Gantner Verlag 908 pp.
- Janssens, M.H.M., 1990 Naar een hoogwatermodel Vecht. Deel 1 Systeembeschrijving DBW/RIZA nota 90.055(1): 39 pp bi
- Klink, A., 1985 Hydrobiologie van de Grensmaas. Huidig funktioneren, potenties en bedreigingen Adviesburo Klink Rap. Med. 15: 38 pp. + bijl.
- Klink, A., 1992 Levende rivieren. De Rijn, een broodmager ecosysteem met meer dan voldoende voedsel. Bijlage 1 bij Rapport Levende Rivieren. Studies in opdracht van het Wereld Natuur Fonds Rapport Wereld Natuur Fonds 28 pp.
- Klink, A., 2010 Macroinvertebrates of the Seine basin Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Med. 108: 77 pp. + bijl.
- Klink, A., 2011a Overijsselse Vecht Uilenkamp. Evaluatie inrichtingsmaatregelen op de aquatische gemeenschap 2005 - 2010 Evaluatie inrichtingsmaatregelen op de aquatische gemeenschap 2005 - 2010 Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. en Med. 114: 45 pp.
- Klink, A., 2011b Oude Maasafzetting bij Keent. Een paleo-ecologische studie Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Med. 119: 19 pp.
- Klink, A., bij de Vaate, B., 1994 De Grensmaas en haar problemen zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten Adviesburo Klink Rap. Med. 53: 62 pp. + bijl.
- Klink, A., 2010 Paleoecologie en KRW-referentie voor laaglandbeken. Een pilotstudie in de Lunterse Beek Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Med. 104: 36 pp.
- Koese, B., 2008 De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera) Ned. Ent. Ver. Suppl. Ent. Tabellen 1: 158 pp.
- Langton, P.H., Garcia, X-F 2000 A review of *Cladotanytarsus conversus* (Johannsen) with first records from Europe (Insecta, Diptera, Chironomidae) Spixiana 23: 199-206
- Mackey, A.P., 1976 Quantitative studies on the Chironomidae (Diptera) of the rivers Thames and Kennet 1. The Acorus zone Arch. Hydrobiol. 78(2): 240-267
- Mackey, A.P., 1977 Quantitative studies on the Chironomidae (Diptera) of the rivers Thames and Kennet 3. The Nuphar zone Arch. Hydrobiol. 79(1): 62-102
- Malmquist, B., Hoffsten, P-O., 1999 Influence of drainage from old mine deposits on benthic macroinvertebrate communities in central Swedish streams Wat. Res. 33(10): 2415-2423
- Menzie, C.A., 1980 The Chironomid (Insecta: Diptera) and other fauna of a *Myriophyllum spicatum* L. plant bed in the Lower Hudson River Fauna of a *Myriophyllum spicatum* L. Plant Bed in the Lower Hudson River Estuaries 3(1): 38-54
- Mol, A.W.M., 1985 Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera) 2. Overige families Ent. Ber. 45(9): 128-135
- Mol, A.W.M., 1985 Een overzicht van de Nederlandse haften (Ephemeroptera) 1. Siphonuridae, Baetidae en Heptageniidae Ent. Ber. 45(8): 105-111
- Mulder, J., 2002 De Macrofaunasamenstelling van de vispassages van de Overijsselse Vecht Rapport 23 pp. + bijl
- Neefjes, J., Brinkkemper, O, Jehee, L., Griendt, W. van der, 2011 Cultuurhistorische atlas van de Vecht W Books 363 pp + kaart
- Nieuwland Uitgeverij 2005 Grote historische Atlas Utrecht 1: 25.000 Uitgeverij Nieuwland

- Versfelt, H.J., 2003 De Hottinger-atlas van Noord- en Oost-Nederland
Hevekes Uitgevers 70 pp + 94 kaarten
- Wallace, I.D., Wallace, B., Philipson, G.N., 1990 A key to the case-bearing
caddis larvae of Britain and Ireland F.B.A. Sc. Publ. 51: 237 pp.
- Winner, R.W., Boesel, M.W., Farrell, M.P., 1980 Insect community structure
as an index of heavy-metal pollution in lotic ecosystems Can. J.
Fish. Aquat. Sci. 37(4): 647-655
- Winner, R.W., Scott-van-Dyke, J., Caris, N., ea, 1975 Response of the
macroinvertebrate fauna to a copper gradient in an experimentally-
polluted stream Verh. Internat. Verein. Limnol.
- Wolfert, H.P., Maas, G., 2007 Downstream changes of meandering styles in
the lower reaches Downstream changes of meandering styles in the
lower reaches
of the River Vecht, the Netherlands
of the River Vecht, the Netherlands Geologie en Mijnbouw 86(3):
257-271
- Wolters-Noordhoff Atlasproducties 1990 Grote historische atlas van
Nederland 1:50.000. 3. Oost-Nederland Wolters-Noordhoff
Atlasproducties 127 pp.

Bijlage 1 Basisgegevens

[illegible]

Bijlage 1 Basisgegevens

			Rheerematen O - 77	Rheerematen D - 48	Rheerematen D - 10	Rheerematen zuid - 84	Rheerematen zuid 111	Artier Koeland 1 - 78	Artier Koeland 1 - 115	Artier Koeland 1 - 145	Artier Koeland 3	Grambergen 3a	Grambergen 3b
Locatie	onderdeel	Uilenkamp											
Methode		schepnet	buis	buis	boor/buis	boor	buis	boor	boor	boor	boor	boor	boor
Diep/Ondiep			ondiep	diep	diep								
Datum		2005-2010	24-4-2011	24-4-2011	24-4-2011	5-9-2011	5-9-2011	14-11-2011	14-11-2011	14-11-2011	14-11-2011	9-3-2012	15-3-2012
Aktief tot		heden	1900?	1900?	1900?	1900	1900	1880	1880	1880	1600?	1720	1720
X		235000	237059	237059	237059	236896	236896	227732	227732	227732	227868	241753	241753
Y		505000	508247	508247	508247	508067	508067	503314	503314	503314	503490	514792	514792
boven	cm		65	30	74	90	50	78	115	72	125	190	
onder	cm		77	43	10	84	111	78	115	145	82	170	220
Fraktie		≥ 500 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm	≥ 212 μm	≥ 212 μm	≥ 212 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm	≥ 106 μm
Mystacides longicornis	kop/frontoclypei	6											2
Mystacides nigra		26											
Oecetis furva	kop	2										1	
Oecetis lacustris		1											
Orthotrichia spec.	huisje												5
Phryganea grandis		1											
Tinodes waeneri		2											
Trienodes bicolor	frontoclypeus	3										1	
Tricholeiochiton fagesii	huisje						1						
Lepidoptera													
Elophila nymphaeata		1											
Schoenobius forficellus		1											
Diptera													
Ceratopogonidae	kop	296						4	4		2		2
Chaoborus flavicans		11											
Diptera: Chironomidae													
Ablabesmyia	kop	56		2			4			4	2		4
Arctopolopia spec. A Pinder?	kop	31				2							20
Clinotanypus nervosus	kop	99											
Conchapelopia melanops		18											
Procladius	kop/ligula	889		4	4	2	6		2	2	4		18
Psectrotanypus varius	kop	1					4						
Xenopelopia		1											
Tanypus kraatzi	kop	1				2							2
Tanypus punctipennis	kop												4
Zavrelimyia		1											
Odontomesa fulva		2											
Potthastia longimanus		1											
Prodiamesa olivacea	kop	36											6
Acricotopus lucens	kop			1			1						
Chaetocladius piger		2											
Corynoneura coronata	kop												4
Corynoneura cf. lobata	kop							2					
Corynoneura scutellata agg	kop	2						4	8	2	2		6
Cricotopus gr. bincinctus	kop	1109		4		2	1	4	4	1	2		
Cricotopus gr. sylvestris	kop	684	2	12	4		4	16	12	6	15	16	144
Eukiefferiella claripennis	kop							4			2		2

Bijlage 1 Basisgegevens

			Rheezematen O-77	Rheezematen D-43	Rheezematen D-10	Rheezematen zuid-84	Rheezematen zuid-111	Arrier Koeland 1-78	Arrier Koeland 1-115	Arrier Koeland 1-145	Arrier Koeland 3	Gransbergen 3a	Gransbergen 3b
Locatie	onderdeel	Ulienkamp											
Methode		schepnet	buis	buis	boor/buis	boor	buis	boor	boor	boor	boor	boor	boor
Diep/Ondiep			ondiep	diep	diep								
Datum		2005-2010	24-4-2011	24-4-2011	24-4-2011	5-9-2011	5-9-2011	14-11-2011	14-11-2011	14-11-2011	14-11-2011	9-3-2012	15-3-2012
Aktief tot		heden	1900?	1900?	1900?	1900	1900	1880	1880	1880	1600?	1720	1720
X		235000	237059	237059	237059	236896	236896	227732	227732	227732	227868	241753	241753
Y		505000	508247	508247	508247	508067	508067	503314	503314	503314	503490	514792	514792
boven	cm		65	30		74	90	50	78	115	72	125	190
onder	cm		77	43	10	84	111	78	115	145	82	170	220
Fraktie		≥ 500 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm	≥ 212 µm	≥ 212 µm	≥ 212 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm	≥ 106 µm
Harnischia	kop	21						2	4		2		4
Lipiniella	kop					2	2	12	16	14	8	4	24
Microtendipes chloris gr	kop	1754	7	18	14		15	9	2	5	13	24	35
Parachironomus arcuatus gr	kop	27				2	2						2
Parachironomus frequens	kop										2		
Paracladopelma laminatum		15											
Paralauterborniella nigrohalteralis	kop												6
Paratendipes albimanus	kop	149											2
Phaenopsectra	kop	231	4	1	11	2	8	2					2
Polypedium albicorne	kop												
Polypedium bicrenatum		29											
Polypedium cultellatum	kop	31							2				
Polypedium nubeculosum	kop	385	2	4			14	12	22		46	24	107
Polypedium pedestre	kop							1					
Polypedium gr. scalaenum	kop	2				2							44
Polypedium sordens	kop	48	2	8	8			5	2	2	2		
Polypedium cf. tritum	kop		4		2		18						
Saetheria		1											
Stenochironomus	kop	3											
Stictochironomus	kop	1					2	2	2	2	10		
Xenochironomus xenolabis	kop	2											
Zavrellella marmorata		2											
Cladotanytarsus gr. mancus	kop	1734	2	2			2	42	42	4	54		198
Cladotanytarsus near conversus	kop							4	8		6		44
Corynocera ambigua	kop												4
Micropsectra apposita	kop	1						2					
Micropsectra pallidula	kop												2
Paratanytarsus	kop	14	4				2	4			4		12
Rheotanytarsus	kop							42	24		9		7
Stempellinella	kop						4				2		6
Tanytarsus	kop	319					4	12	2		9		114
Tanytarsus gr. brundini	kop							2					2
Stempellina spec. A Epler	kop										2	2	2
Diptera: Simuliidae													
Simulium erythrocephalum	kop	2				9	11	121	48	5	46	8	145
Simulium noelleri		10											
Simulium lundstromi	kop/frontoclypeus												
Simulium ornatum	kop							8					6
Simulium morsitans	frontoclypeus										2		3
Simulium posticatum	kop/frontoclypeus												8
Wilhelmia	kop								2	2	5		4
Totaal aantal taxa		136	20	19	16	14	40	43	34	21	37	24	70
Totaal aantal individuen		17416	83	114	87	64	316	459	354	127	459	186	1673
niet in afzettingen													
alleen in afzettingen													