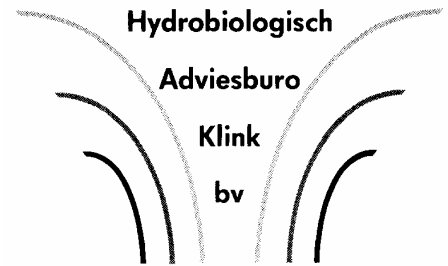


Ecologisch onderzoek Bijsselsche en Hulshorster beken

Vastlegging nulsituatie voor beheers- en onderhoudsplannen

Alexander Klink



Ecologisch onderzoek Bijsselsche en Hulshorster beken. Vastlegging nulsituatie voor beheers- en onderhoudsplannen

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink Rapporten en
Mededelingen nr. 80 februari 2003**

Project 72 In opdracht van het Waterschap Veluwe

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	I
SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
2. ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	6
3. RESULTATEN	9
4. CONCLUSIES	19
5. KNELPUNTEN EN KANSEN	21
6. LITERATUUR	25
BIJLAGE	33

Samenvatting

In het najaar van 2001 en voorjaar/zomer van 2002 is hydrobiologisch onderzoek uitgevoerd in de Bijsselsche en Hulshorsterbeken om de 0-situatie vast te leggen voor de uitvoering van beheer- en onderzoeksplan (BOP). Gedurende deze periode zijn ook chemische gegevens bepaald van deze beken.

De waterkwaliteit is zorgwekkend voor de voedingsstoffen stikstof en fosfaat. Vrijwel continue wordt de norm voor het Maximaal Toelaatbare Risico overschreden.

In beektrajecten met een gemiddelde stroomsnelheid van 20 cm/s komt een macrofaunagemeenschap die kenmerkend is voor laaglandbeken. Deze gemeenschap is echter alleen in het voorjaar aangetroffen. In het najaar ontbreken de meeste kenmerkende beekbewoners. De analyses wijzen uit dat het lage zuurstofgehalte in het najaar hiervan de oorzaak is. In beektrajecten met een gemiddelde stroomsnelheid van 9 cm/s blijkt de kenmerkende beekfauna grotendeels vervangen te zijn door bewoners van stilstaand water. De snelstromende beektrajecten worden ook duidelijk als beter beoordeeld door de meetlat en maatweb.

Er komen landelijk zeldzame soorten voor in de beken. De meeste hiervan zijn aangetroffen in de Nodbeek. Een vergelijking met de zeldzame soorten uit de jaren 80 leert dat zeldzame kokerjuffers, die toen algemeen voorkwamen, vrijwel verdwenen zijn.

De vegetaties in de beek en op de oever zijn genivelleerd en zeldzame soorten zijn niet aangetroffen. Plaatselijk staan er nog planten die relictten zijn van de voormalige hooilandvegetaties. Hiervan komt de Dotterbloem nog het meeste voor. De vegetaties zijn kenmerkend voor een hoge voedselrijkdom. Evenals bij de macrofauna verschilt de vegetatie in de snelstromende trajecten van die in de trager stromende delen. Rietgras en Sterrekroos komen meer voor bij hogere stroomsnelheden, terwijl Kleine watereppe en Moeras-vergeet-me-nietje kenmerkend zijn voor de laag dynamische trajecten. Onderzoek van de provincie wijst uit dat soorten van minder voedselrijk milieu in het gebied achteruit gaan (Med. M. Rijken).

Doordat de beken momenteel volledig ten dienste staan van het intensieve landbouwkundige gebruik, zijn er veel mogelijkheden tot verbetering van de ecologische gesteldheid. Het feit dat slechts één libellenlarve en geen volwassen libellen tijdens dit onderzoek zijn waargenomen wijst er op dat de schoning van de beken te radicaal wordt uitgevoerd. De larven leven namelijk tussen de vegetatie De taluds zijn te steil en de meeste beken zijn rechtgetrokken. In de nog kronkelende beektrajecten in de Nodbeek, Varelse Beek en Killebeek worden maatregelen genomen om levende meandering te voorkomen. In kort bestek wordt een aantal maatregelen voorgesteld die bij het nieuwe BOP deze en andere knelpunten om kunnen buigen in kansen voor flora en fauna.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

In 1984 zijn de beken op de noord-west Veluwe in waterschapsverband gebracht. Omdat deze beken niet voldoen aan de doelstellingen uit het Waterhuishoudingsplan (Provincie Gelderland, 1996) wordt er in 2003 een beheer- en onderhoudsplan (BOP) voor de Bijsselsche en Hulshorster beken opgesteld dat in 2005 zal worden uitgevoerd (Ganzevles, 2001). De doelstelling voor het BOP Bijsselsche en Hulshorster beken is het opstellen van een praktisch en uitvoeringsgericht plan waaruit het Waterschap Veluwe een bestek kan afleiden voor uit te voeren maatregelen en aanbevelingen voor toekomstig beheer, onderhoud en monitoring (Waterschap Veluwe, 2002).

Tot de cluster Bijsselsche beken behoren:

Bijsselsche Beek met Kruisbeek, Vreebeek en beek langs de Krommeweg, Nodbeek, Panglerbeek, Wetering, Sloot langs de Rooyendijk, Bovenbeek

Tot de cluster Hulshorsterbeken behoren:

Varelse Beek, Killenbeek, Tochtsloot

Het doel van het huidige onderzoek is het vastleggen van de uitgangssituatie (0-situatie). De veranderingen als gevolg van het uitvoeren van het BOP zullen worden getoetst aan deze 0-situatie.

1.2. Onderzoek van de 0-situatie

In het najaar van 2001 en in het voorjaar van 2002 zijn macrofauna-bemonsteringen uitgevoerd in een aantal beken. In het voorjaar van 2002 is in deze beken een vegetatieverkenning uitgevoerd, terwijl in de zomer van 2002 op een beperkt aantal locaties (in cluster Hulshorsterbeken) een vegetatieopname is uitgevoerd. In Figuur 1 staan de onderzoekslocaties in het gebied ingetekend en in Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de ter plaatse uitgevoerde werkzaamheden.

Tabel 1. Monsterpunten en uitgevoerd onderzoek

beek	code	macrofauna		vegetatie	
		najaar 2001	voorjaar 2002	voorjaar 2002	zomer 2002
Bijsselsche Beek	24212	+	+	+	
Nodbeek Randmeerweg	24301	+	+	+	
Nodbeek Randmeerhoeve	24302	+	+	+	
Nodbeek Zwarte Goor	24304	+	+	+	
Nodbeek delta	24305	+	+	+	
Bovenbeek Randmeerweg	24330	+	+	+	
Killebeek Killebeekweg	24601	+	+	+	+
Killebeek Zeeweg	24602	+	+	+	+
Varelse Beek nr 65	24702	+	+	+	+
W. tak Varelse Beek	24705	+	+	+	
Varelse Beek Randmeerweg	24706	+	+	+	+
Varelse Beek monding	24708	+	+	+	+
Beek Kromme weg	24713	+	+	+	
Zijbeek Pangelerbeek	24720	+	+	+	
Pangelerbeek	24717	+	+	+	
Vreeweg Beek	24751	+	+	+	

De macrofaunamonsters zijn genomen over een lengte van 5 m en de verschillende substraten zijn representatief bemonsterd. De verzamelde fauna is zover mogelijk door gedetermineerd.

Van de vegetatie zijn Tansleyopnamen gemaakt en de vegetatie in de beek en op de oever is over een lengte van 50 m opgenomen.

De fysisch-chemische basisgegevens en de biotische gegevens staan in de Bijlage. (Bijlage chemie, Bijlage macrofauna en Bijlage macrofyten).

Figuur 1. Ligging van de monsterpunten

2. Algemene beschrijving van het gebied

2.1. Ontstaan van het huidige landschap

Gedurende de middeleeuwen hebben de eerste bewoners zich gevestigd op de randen van de zandruggen. Hierbij een kampenlandschap achterlatend. Dit landschap wordt gekenmerkt door een grote variatie aan landschapselementen met daarin slingerende wegen, erfbepanting, houtsingels, bossen en groepjes boerderijen. Dit landschap ligt op de dekzandruggen ten noorden van de Bijsselsche Beek, bij Lepelingen en langs de zuidzijden van de Harderwijkse weg tussen Nunspeet en Hulshorst (Waterschap Veluwe, in prep.). In de hieraan grenzende lagere delen ligt het veenontginningslandschap. Dit landschap is ontstaan in de eerste helft van de 19^e eeuw. De sloten zijn waarschijnlijk in deze periode gegraven om voldoende drooglegging voor vervening te realiseren. Kenmerkend zijn de zeer open structuur met slagenverkaveling, rechte wegen en beken. Langs de wegen is lintbebouwing ontstaan. Een naam als “zwarte goor” herinnert aan de vervening. In het meest noordelijke deel, grenzend aan de strandwal ligt het veenweidegebied. Een kaal en wijds landschap met rechte wegen, vrijwel geen bebouwing en verspreid staande bosjes met essen en ander hardhout. Het verveningslandschap en het veenweidegebied zijn vóór de ontwatering vermoedelijk in gebruik geweest als hooiland (DHV, 2002). Nu nog voorkomende soorten als Dotterbloem, Kale jonker, Echte koekoeksbloem, Waterkruiskruid (DHV, 2002) wijzen daarop (Schaminée, Stortelder en Weeda, 1996). Momenteel is het grondgebruik weiland met een toenemend aantal maisakkers en veehouderijbedrijven. Het veenweide landschap wordt in het noorden begrensd door de strandwal van de toenmalige Zuiderzee, ontstaan tijdens krachtige stormvloed in de periode 1400 – 1700 (Waterschap Veluwe in voorbereiding). De zandige strandwallen, voor zover ze niet zijn

afgegraven, herbergen een pioniervegetatie van schrale zandgronden met daarin een groot aandeel Zandzegge en Buntgras. De schapezuring indiceert het zure karakter van de uitgeloogde toplaag. Bijzonder is het voorkomen van helm en zandhaver. Soorten die de herinnering aan de Zuiderzee levendig houden. Op de overgang tussen strandwal en Randmeeroever ligt vochtig elzenbos met Vrouwteesvaren en IJle zegge in de ondergroei en met verspreide wilgen op de beekoevers. De ondiepe bodem van het Veluwemeer is begroeid met waterriet.

2.2. Hydrologie en morfologie

Het toestromende kwelwater zorgt voor een relatief constante afvoer van de beken. Slechts tijdens plaatselijke hoosbuien treden er piekafvoeren op. Ten behoeve van de landbouw is een diepe drooglegging gerealiseerd die niet zelden meer dan 1 m bedraagt. Sinds 1950 is de grondwaterstand met 15 – 30 cm gezakt. Dit is het gevolg van de aanleg van de Flevopolder, waar een deel van het Veluwse grondwater nu opkwelt (DHV, 2002). De beken worden niet gestuwd en stromen dus vrijelijk af. Alleen bij hoge stand van het Veluwemeer (harde noordenwind) plaatselijk opstuwing optreden in de uiterste benedenloop van de beken. Het onnatuurlijke peil van het IJsselmeer, waarbij zomerpeil 20 cm hoger ligt dan het winterpeil heeft geen merkbaar effect op de hydrologie. Ten behoeve van de afvoer worden de beken 2 maal per jaar geschoond met behulp van een maaikorf. Het materiaal wordt afgevoerd. In het BOP Hulshorsterbeken (DHV, 2002) wordt voorgesteld om slechts éénmaal per jaar te maaien en slechts bij overvloedige vegetatieontwikkeling tweemaal per jaar de helft van het profiel te maaien.

Als gevolg van de diepe drooglegging hebben de beken zeer hoge oevers die ook erg steil zijn. Een geleidelijke overgang van land naar water is alleen in de uiterste benedenloop aan te treffen. De meeste beken zijn rechtgetrokken en lijken daardoor op sloten. Alleen het stromende water doet anders vermoeden. De bodem bestaat merendeels uit zand. Plaatselijk is de bodem bedekt met een dikke sliblaag. De bodem van de beken is veelal homogeen door het ontbreken van meanderbochten. Plaatselijk vergroten waterplanten de biotoopdiversiteit. De middenloop van de Nodbeek, de benedenloop van de Varelse beek en Killebeek kronkelen nog maar ontberen levende meandering omdat aanzandingen en verstoppingen door het Waterschap Veluwe worden verwijderd (med. WV). De meeste beken hebben. In het Provinciaal Waterhuishoudingsplan (WHP) hebben de meeste beken de functie “Water voor landbouw en kwelafhankelijke land- en waternatuur. Dit houdt in dat de grondwaterstand zodanig wordt ingesteld dat landbouwkundige gewassen geen wateroverlast of watertekort zullen ondervinden (Waterschap Veluwe, in voorb.).

2.3. Waterkwaliteit

Het gebied tussen Elburg en Harderwijk behoort tot het noordelijke kwelgebied van de Veluwe. Dit gebied wordt gevoed door van het zuiden toestromend grondwater dat als regen is gevallen op de hogere zandgronden op de Veluwe. Door de lange verblijftijd in de bodem is het water van goede kwaliteit als het aan de oppervlakte komt. Tijdens het verblijf in de bodem is het water aangerijkt met mineralen. In het gehele gebied is de samenstelling van het water opmerkelijk constant met een kalkgehalte van ca. 50 mg/l, chloride 22 mg/l, bicarbonaat 135 mg/l en sulfaat 25 mg/l. Het karakter van het water is matig kalkrijk en vormt ook in chemische zin de overgang van het zachte water op de Veluwe en het harde water van het IJsselmeergebied.

3. Resultaten

3.1. Waterkwaliteit

De huidige kwaliteit laat, wat voedingsstoffen betreft, veel te wensen over. In Tabel 2 worden de gemiddelde gehalten N en P weergegeven.

Tabel 2. Gemiddelde gehalten van N en P in de periode oktober 2001 – juni 2002

loc. nr.	Maximaal Toelaatbaar Risico	N	P
24251	Bijsselsche Beek	3,7	0,19
24301	Nodbeek Randmeerweg	4,7	0,15
24302	Nodbeek Randmeerhoeve	9,5	1,39
24304	Nodbeek Zwarte Goor	11,0	0,79
24305	Nodbeek delta	4,7	0,13
24330	Bovenbeek Randmeerweg	2,9	0,15
24533	Tochtsloot Hierden	4,4	0,10
24601	Killebeek Killebeekweg	3,5	0,15
24602	Killebeek Zeeweg	2,7	0,14
24701	A-watergang Vareseweg	2,3	0,14
24702	Varese Beek nr 65	9,1	0,15
24705	W. tak Varese Beek	8,5	0,19
24706	Varese Beek Randmeerweg	4,9	0,20
24708	Varese Beek monding	3,1	0,13
24713	Beek Kromme weg	1,5	0,22
24717	Pangelerbeek	2,1	0,17
24720	Zijbeek Pangelerbeek	2,0	0,19
24732	Pangelerbeek sloot	5,6	0,30
24751	Vreeweg Beek	4,0	0,21
24855	Liesgrassloot Hulshorst (sloot 5)	8,6	0,20
24863	Pangelerbeek sl. Pangelerweg (sloot 12)	5,3	0,18

Uit Tabel 2 blijkt dat het gemiddelde N gehalte slechts in 3 van de 21 meetpunten onder het Maximaal Toelaatbare Risico ligt. Voor P wordt slechts 5 maal het MTR onderschreden. Op basis van afzonderlijke waarnemingen is er geen beek die aan de gestelde normen voldoet. De zuurstofhuishouding is matig tot redelijk. In enkele gevallen wordt de norm van 50% verzadiging niet gehaald. Ook worden in een aantal gevallen overschrijdingen geconstateerd van opgeloste metalen (koper, zink en kwik). In de beekbodem zijn plaatselijk verhoogde gehalten gevonden van bestrijdingsmiddelen en organische microverontreinigingen (DHV, 2002; Ganzevles, 2001).

3.2. Macrofauna

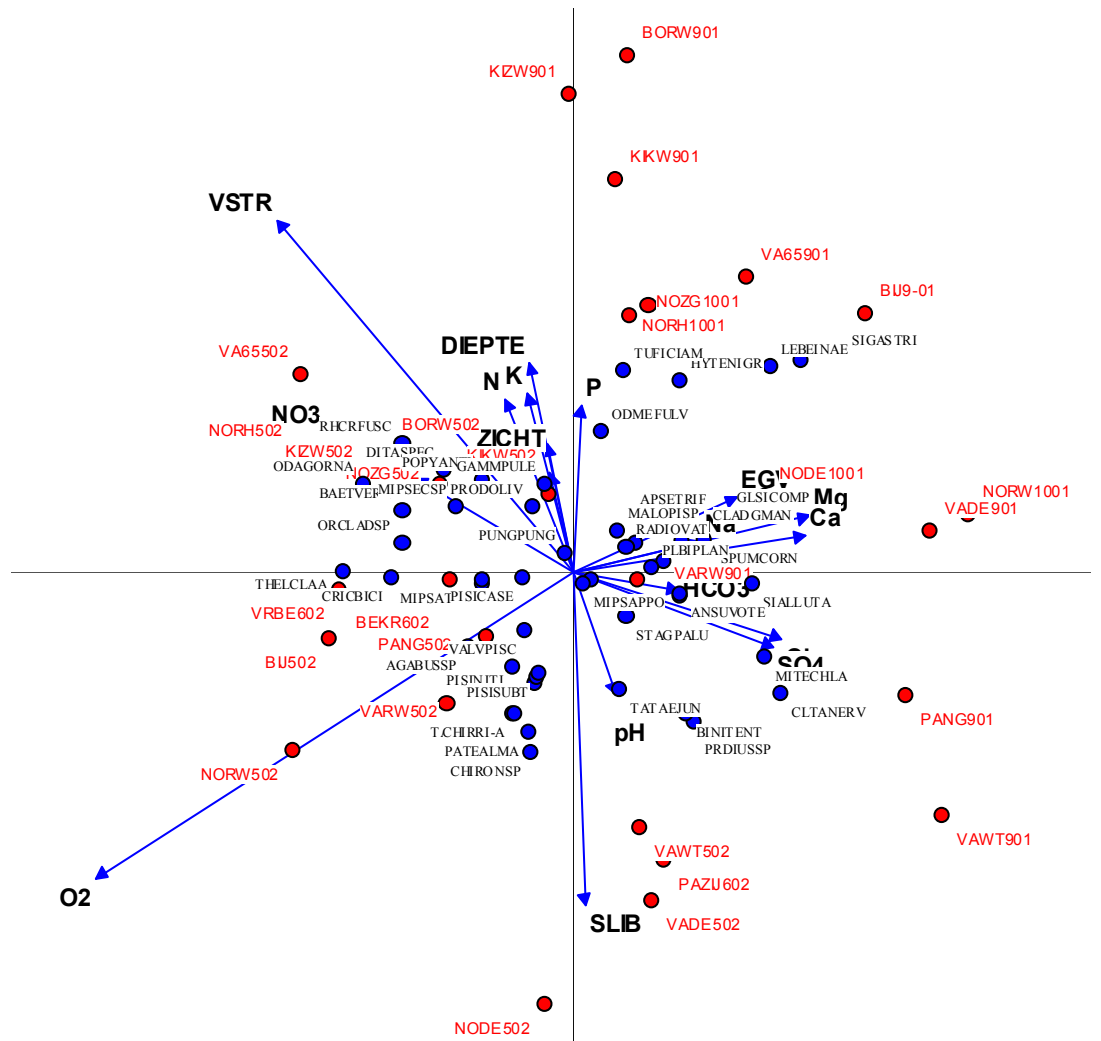
De macrofauna in de beken is op drie verschillende manieren beoordeeld. Allereerst is er een ordinarie uitgevoerd met CANOCO en een clustering met TWISPAN. Vervolgens zijn de beken beoordeeld met behulp van de Meetlat (Klink et al., 1990) en Ecologisch Maatweb Stromende Wateren (Koopmans en Gerritsen, 1999). Deze resultaten staan samengevat in Tabel 3. De code in de eerste kolom verwijst naar het ordinarie-diagram (Figuur 2). Tenslotte zijn de landelijk zeldzame soorten in de beken vergeleken met de zeldzame soorten die er in de 80-er jaren voorkwamen.

Tabel 3. Overzicht van de beoordeling op basis van de macrofauna

code	beken	loc.code	datum	ecologische groep	meetlat	klasse	cenotype
BIJ9-01	Bijsselsche Beek	24212	10-9-2001	Odontomesa	299	3	B
BIJ502	Bijsselsche Beek	24212	27-5-2002	Odontomesa	306	3	B
NORW1001	Nodbeek Randmeerweg	24301	01-10-01	Limnesia	284	2	B
NORW502	Nodbeek Randmeerweg	24301	22-05-02	Paratendipes	283	2	M
NORH1001	Nodbeek Randmeerhoeve	24302	01-10-01	Odontomesa	282	2	B
NORH502	Nodbeek Randmeerhoeve	24302	27-05-02	Baetis	351	4	M
NOZG1001	Nodbeek Zwarte Goor	24304	01-10-01	Odontomesa	283	2	G
NOZG502	Nodbeek Zwarte Goor	24304	27-05-02	Baetis	332	3	M
NODE1001	Nodbeek delta	24305	01-10-01	Limnesia	288	3	L
NODE502	Nodbeek delta	24305	22-05-02	Paratendipes	237	1	L
BORW901	Bovenbeek Randmeerweg	24330	18-09-01	Odontomesa	301	3	G
BORW502	Bovenbeek Randmeerweg	24330	27-05-02	Baetis	263	2	B
KIKW901	Killebeek Killebeekweg	24601	11-09-01	Odontomesa	286	3	M
KIKW502	Killebeek Killebeekweg	24601	21-05-02	Baetis	294	3	M
KIZW901	Killebeek Zeeweg	24602	18-09-01	Odontomesa	269	2	M
KIZW502	Killebeek Zeeweg	24602	22-05-02	Baetis	297	3	M
VA65901	Varelse Beek nr 65	24702	11-09-01	Odontomesa	308	3	M
VA65502	Varelse Beek nr 65	24702	21-5-2002	Baetis	342	4	M
VAWT901	W. tak Varelse Beek	24705	18-9-2001	Limnesia	289	3	L
VAWT502	W. tak Varelse Beek	24705	21-5-2002	Paratendipes	268	2	L
VARW901	Varelse Beek Randmeerweg	24706	11-9-2001	Limnesia	297	3	B
VARW502	Varelse Beek Randmeerweg	24706	21-5-2002	Paratendipes	304	3	M
VADE901	Varelse Beek monding	24708	18-9-2001	Limnesia	280	2	L
VADE502	Varelse Beek monding	24708	22-5-2002	Paratendipes	263	2	L
BEKR602	Beek Kromme weg	24713	3-6-2002	Baetis	293	3	B
PAZU602	Zijbeek Pangelerbeek	24720	3-6-2002	Paratendipes	242	1	B
PANG901	Pangelerbeek	24717	10-9-2001	Limnesia	252	1	B
PANG502	Pangelerbeek	24717	27-5-2002	Paratendipes	301	3	L
VRBE602	Vreeweg Beek	24751	3-6-2002	Baetis	305	3	B

3.2.1. CANOCO analyse

Met behulp van het ordinatieprogramma CANOCO (Ter Braak en Smilauer, 1998) is een eerste inzicht verkregen in de relatie tussen de macrofauna in de beken en de gemeten fysisch-chemische gegevens. In Figuur 2 is het resultaat van de analyse (DCCA, 4th order polynomials, $\ln(x+1)$ transformatie van soorten en downweighting of rare species) weergegeven. De macrofauna en de belangrijkste variabelen vertonen een duidelijk seizoensverloop. De voorjaarsmonsters liggen aan weerszijden van de pijl O2. De najaarsmonsters van dezelfde locaties liggen daar schuin rechts boven. De groepen worden verder onderverdeeld in snelstromende trajecten, waarvan de punten aan weerszijden van de pijl Vstr. liggen en de trager stromende trajecten die daar schuin rechts onder liggen. De stroomsnelheid is niet differentiërend voor voor- en najaar, het zuurstofgehalte is dat wel degelijk. Op basis van de stroomsnelheid vindt er een scheiding plaats tussen de fauna van snelstromende en langzaam stromende beken, terwijl het zuurstofgehalte een scheiding aanbrengt tussen het voorjaar en het najaar. In het voorjaar worden zuurstofgehalten gemeten van gemiddeld 9,4 mg/l (7,1 – 11,5). In het najaar bedraagt het gemiddelde zuurstofgehalte nog maar 6,9 mg/l (4,9 – 8,4). De monsters die tot de snelstromende groep behoren zijn middenloop van de Nodbeek, Killebeek, Bijsselsche Beek, Varelse Beek bij Vareseweg 65, Bovenbeek, Beek Kromme Weg en Vreewegbeek. In het voorjaar worden hier veel stroomminnende soorten gevonden, zoals de eendagsvlieg *Baetis vernus*, en de muggelarven *Simuliidae*, *Odontomesa*, *Thienemanniella*, *Orthocladius*, *Rheocricotopus*, en *Dicranota*. Deze soorten behoren tot de **Baetis** groep. In het najaar komen veel van de soorten uit deze groep niet of nog maar zeer sporadisch voor. *Baetis* (zeer plaatselijk) en *Odontomesa* (in grote aantallen) zijn dan typerend voor wat we hier de **Odontomesa** groep zullen noemen. Tot de langzamer stromende beektrajecten behoren de Pangelerbeek (incl. zijbeek), Varelse Beek west tak, Varelse Beek Randmeerweg en de uitmonding en de Nodbeek Randmeerweg en uitmonding. In de voorjaarsmonsters vinden we de **Paratendipes** groep met de muggelarve *Paratendipes albimanus* en zijn er hoge dichtheden van de muggelarven *Procladius* en *Chironomus*. In het najaar is de **Limnesia** groep aanwezig met de watermijt *Limnesia koenickei* typerend en de muggenlarve *Microtendipes* in zeer hoge aantallen.



Figuur 2. Ordinatiediagram van CANOCO-analyse macrofauna (meest algemene soorten)

Als gevolg van de onderscheiden stroomsnelheid kunnen de beken ook worden onderverdeeld in zandbeken en beken met slibafzetting op de bodem. Afgaande op de metingen tijdens de bemonstering komen de Baetis en Odontomesa groep voor bij een gemiddelde stroomsnelheid van 20 cm/s (resp. 10 – 30 & 9 – 25). Een uitzondering is de Nodbeek bij Zwarte Goor, waar kwelwater een waterfilm vormt over het kale zand en de stroomsnelheid slechts 1 cm/s bedraagt. De slibdikte op de bodem van deze beken bedraagt gemiddeld 4 cm (0 - 15) in het voorjaar en 2 cm (0 – 10) cm in het najaar. De Paratendipes/Limnesia beken hebben een stroomsnelheid van 8 cm (1 – 15) in het voorjaar en 10 cm (7 – 15) in het najaar. De gemiddelde slibdikten bedragen in het voorjaar 16 cm (4 – 50) en in het najaar 6 cm (1 – 15).

3.2.2. Meetlat

De macrofauna bemonsteringen, uitgevoerd in najaar 2001 en voorjaar 2002 zijn getoetst volgens de Meetlat (Klink et al., 1990) en het Ecologische Maatweb stromende wateren Veluwe en Vallei (Koopmans en Gerritsen, 1999). Daarnaast is een overzicht gemaakt van de zeldzame soorten en deze wordt vergeleken met een onderzoek, uitgevoerd in 1980 door Wolferink (ongepubliceerd) in Popma (1982) en in 1986-1987 door het Waterschap Veluwe. In Tabel 3 wordt de toetsing met de Meetlat weergegeven. De omschrijving van de klasse-indeling is als volgt: klasse 1: ongewenst niveau; klasse 2: laag niveau; klasse 3: midden; klasse 4: hoog niveau, maar niet oorspronkelijk; klasse 5: hoog niveau en gelijk aan oorspronkelijk

De Bijsselsche Beek scoort in de middenklasse. De score voor de Nodbeek is wisselvallig. De meeste monsters liggen net onder de grens tussen klasse 2 en 3. De delta van de Nodbeek scoort in het voorjaar van 2002 zelfs een ongewenst niveau. Dit kan een gevolg zijn van ophoping van blad als gevolg van de lage stroomsnelheid in dit brede deel van de beek. De Bovenbeek bij de Randmeerweg wordt beoordeeld als laag tot middelste niveau. De stroomsnelheid is relatief gering en er ligt een flinke laag slib op de bodem. De Killebeek scoort gemiddeld, met een laag niveau op het punt bij de Zeeweg in september 2001. De Varelse Beek wordt ingedeeld in klasse 2 – 4. De delta scoort een laag niveau. Dit kan een gevolg zijn van de plaatselijk aanwezige sliblaag als gevolg van bladval in combinatie met een lage stroomsnelheid. De Varelse Beek ter hoogte van Varelaweg 65 stroomt relatief snel en heeft in het voorjaar van 2002 een score in klasse 4. De beek langs de Kromme Weg en de Vreeweg Beek hebben een middenscore. De Panglerbeek (september 2001) en de Zijbeek van de Panglerbeek scoren een ongewenst niveau. In het voorjaar van 2002 behaalt de Panglerbeek een middenscore.

In Tabel 4 is een vergelijking gemaakt voor de Meetlatscores uit dit onderzoek met gegevens uit 1980/1987 van Zuiveringschap Veluwe.

Tabel 4 Beoordeling volgens de Meetlat van de beken in 1980/1987 en 2001/2002

Beek	Score		Klasse	
	1980 - 1987	2001-2002	1980 - 1987	2001-2002
Bijsselsche beek	299	302	3	3
Killebeek	323	287	3	3
Nodbeek	294	302	3	3
Varelse Beek	314	301	3	3
Panglerbeek	301	300	3	3
Beek Vreeweg	283	293	3	3
Beek Krommeweg	316	293	3	3

Op basis van beide onderzoeken kan worden vastgesteld dat de faunagemeenschap gedurende die periode niet wezenlijk is veranderd.

3.2.3. Maatweb

Met behulp van het maatweb stromende wateren van Veluwe en Vallei zijn de cenotypen bepaald van de afzonderlijke monsterpunten. Deze zijn weergegeven in Tabel 3. De woordelijke omschrijving van de voorkomende cenotypen is:

M = Halfnatuurlijke bovenlopen die oligo - β -mesosaproob zijn en een matig P en zeer hoog NO₃ gehalte hebben. Vaak is beekbegeleidende beplanting aanwezig.

G = Matig belaste genormaliseerde bovenlopen die mesosaproob zijn en een matig P gehalte en een zeer hoog NO₃ gehalte hebben.

B = Matig stromende boven- en middenlopen, meest kwel gevoed en die oligo - α -mesosaproob zijn en een matig P gehalte en een zeer hoog NO₃ gehalte hebben.

L = Belaste genormaliseerde beken die α – polymesosaproob zijn en een hoog P en zeer hoog NO₃ gehalte hebben.

Het Maatweb geeft aan dat M van deze typen het meest natuurlijke type is, dat overgaat in G bij toename van de emerse en submerse vegetatie. Dit is een gevolg van een meer open landschap. G verandert in B als er nog minder schaduw aanwezig is door intensiever grondgebruik en als de stroomsnelheid, zuurstofgehalte en de pH stijgen. G en B veranderen in L indien de zuurstofhuishouding slechter wordt, de saprobie, trofie en ionenerijkdom toenemen, de vegetatie dichter wordt en kwel en stroming afnemen.

De beken die zowel in voorjaar als najaar tot het M – cenotype worden gerekend zijn de Killenbeek beide monsterpunten en de Varelse Beek bij nr. 65. De Nodbeek Randmeerweg en Randmeerhoeve en de Varelse Beek Randmeerweg behoren in het voorjaar tot type M en in het najaar tot type B. De Nodbeek bij Zwarte Goor behoort in het voorjaar tot M en in het najaar tot G. Cenotype L komt voor in de mondingen van de Nodbeek en Varelse Beek en in de stagnante westtak van de Varelse Beek. Tot type B behoren de Bijsselsche Beek, Beek Kromme Weg, Vreeweg Beek en Panglerbeek voorjaar, die in het najaar tot L wordt gerekend.

3.2.4. Combinatie van de beoordelingen

Uit Tabel 3 kan worden afgeleid dat de ordinatie, meetlat en maatweb niet 1 op 1 lopen. Dit ligt ook voor de hand omdat het andere bestanden zijn waaruit ze zijn voortgekomen. De ordinatie vergroot de verschillen het meest omdat de dataset betrekking heeft op een klein gebied. De meetlat bevat een dataset van alle onderzochte stromende wateren van Waterschap Veluwe en het Maatweb vat de beken van Waterschappen Veluwe en Vallei samen. Ondanks deze verschillen zijn er ook overeenkomsten. Klasse 4 van de Meetlat heeft cenotype M. Cenotype M komt verder vooral voor in klasse 3, nauwelijks in klasse 2 en niet in klasse 1. Cenotype B heeft ook een zwaartepunt in klasse 3, maar komt

ook voor in klasse 1. Cenotype L en G komen weinig voor, maar scoren in klasse 2 en 3 gelijk. Een soortgelijke verdeling komt ook voor tussen de ecologische groepen en de meetlat klassen. De Baetis groep komt slechts éénmaal voor in klasse 2, 5 maal in klasse 3 en 2 maal in klasse 4. De Odontomesa groep komt 3 maal voor in klasse 2 en 5 maal in klasse 3. De Limnesia groep komt voor in klasse 1 met een zwaartepunt in klasse 3. De Paratendipes groep is verdeeld over klasse 1 – 3 en komt het meest voor in klasse 2.

Combinatie van deze groepen met de cenotypen van het maatweb toont aan dat de wateren van de Baetis groep vooral behoren tot cenotype M en in mindere mate tot cenotype B. De Odontomesa groep komt voor in M, B en G. De Limnesia groep komt voor in B en L, terwijl de Paratendipes groep een zwaartepunt heeft in cenotype L.

Samenvattend kan worden vastgesteld dat de Baetis groep, die niet in het najaar aanwezig is, de meest goed ontwikkelde beekgemeenschap vertegenwoordigt met de meeste stroomminnende soorten die hoofdzakelijk als cenotype M in het maatweb is ingedeeld en die door de meetlat wordt beoordeeld als klasse 3 en klasse 4. (zwaartepunt van klasse 4 zijn sprengbeken en klasse 5 is daar zelfs toe beperkt).

3.2.5. Zeldzame soorten

Met behulp van de lijst van zeldzame soorten (Alterra, 2001) is in Tabel 5 een overzicht gemaakt voor de periode 1980-1987 en dit onderzoek. Op basis van het aantal zeldzame soorten lijkt er een duidelijke vooruitgang te zijn opgetreden ten opzichte van de jaren 80. Deels is het hogere aantal zeldzame soorten te verklaren door nauwkeuriger determinaties (watermijten werden destijds niet gedetermineerd en *Chironomidae* minder nauwkeurig). De waterkever *Brychius elevatus* kwam vroeger in meerdere beken voor (Popma, 1982), maar de vindplaatsen konden niet achterhaald worden. Hiermee rekening houdend kan worden vastgesteld dat er een duidelijke achteruitgang is opgetreden in het voorkomen van kokerjuffers. *Beraeodes minutus*, *Limnephilus extricatus* en *Silo nigricornis* lijken verdwenen te zijn. *Goera pilosa* werd in de 80-er jaren in grote aantallen aangetroffen. In 2001/2002 is slechtst één individu verzameld. Ook de beekschaaftenrijder *Gerris najas* is in 2001/2002 niet gesignaleerd. Verheugend is de waarneming van een larve van het zeldzame schrijvertje *Orectochilus villosus* in de Varelse Beek (september 2001). Dit is een soort die kenmerkend is voor niet genormaliseerde beken met een goede waterkwaliteit. De overige zeldzame soorten die in 2001/2002 zijn verzameld duiden er op dat de beken, ondanks de hoge nutriëntenbelasting en de matige zuurstofhuishouding in het najaar nog een refugium vormen voor verschillende zeldzame tot zeer zeldzame beekbewoners.

Tabel 5. Zeldzame soorten in de periode 1980 – 1987 en 2001 - 2002

Soorten	groep	zeldzaam- heid	Blisselste Beek		Nodbeek		Killebeek		Vareise Beek		Beek Kromme weg		Pangelebeek		Vreeweg Beek	
			1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002	1980-1987	2001-2002
Dina lineata	bloedzuiger	vz							++							
Gyraulus laevis	waterslak	z					+									
Arrenurus cylindricus	watermijt	vz				++										
Sperchon squamosus	watermijt	vz				+			+							
Hygrobates fluviatilis	watermijt	z						+								
Lebertia dubia	watermijt	zz				+										
Lebertia stigmatifera	watermijt	z				+										
Proclouon bifidum	eendagsvlieg	z		+		+			+							
Corixa panzeri	waterwants	vz		++		+		++						+++		
Gerris najas	schaatsenrijder	z							+							
Micronecta minutissima	waterwants	vz										+				
Brychius elevatus	waterkever	zz				+										
Gyrinus distinctus	schrijvertje	z				+										
Helophorus strigifrons	waterkever	z						+								
Limnebius truncatellus	waterkever	vz														+
Orectochilus villosus	schrijvertje	z							+							
Oulimnius tuberculatus	waterkever	vz							+							
Beraeodes minutus	kokerjuffer	vz				+++			+							
Goera pilosa	kokerjuffer	vz		+		+++			+++		++++					+++
Limnephilus extricatus	kokerjuffer	vz	+	+++		+++			+++							
Notidobia ciliaris	kokerjuffer	z		+	+	+++			++							
Silo nigricornis	kokerjuffer	z							+++							
Eukiefferiella brevicarica	dansmug	z						++								
Corynoneura lobata	dansmug	vz						+++								
Cricotopus triannulatus	dansmug	vz						++								
Thienemanniella flaviforceps	dansmug	vz									+++		+	+		
Demicryptochironomus vulneratus	dansmug	vz												+		
Thienemanniella clavicornis agg	dansmug	zz		++		++++		+	+++		++					+
Simulium reptans	kriebelmug	zz							+							
Totaal			1	5	3	13	2	5	7	7	2	3	1	4	2	1

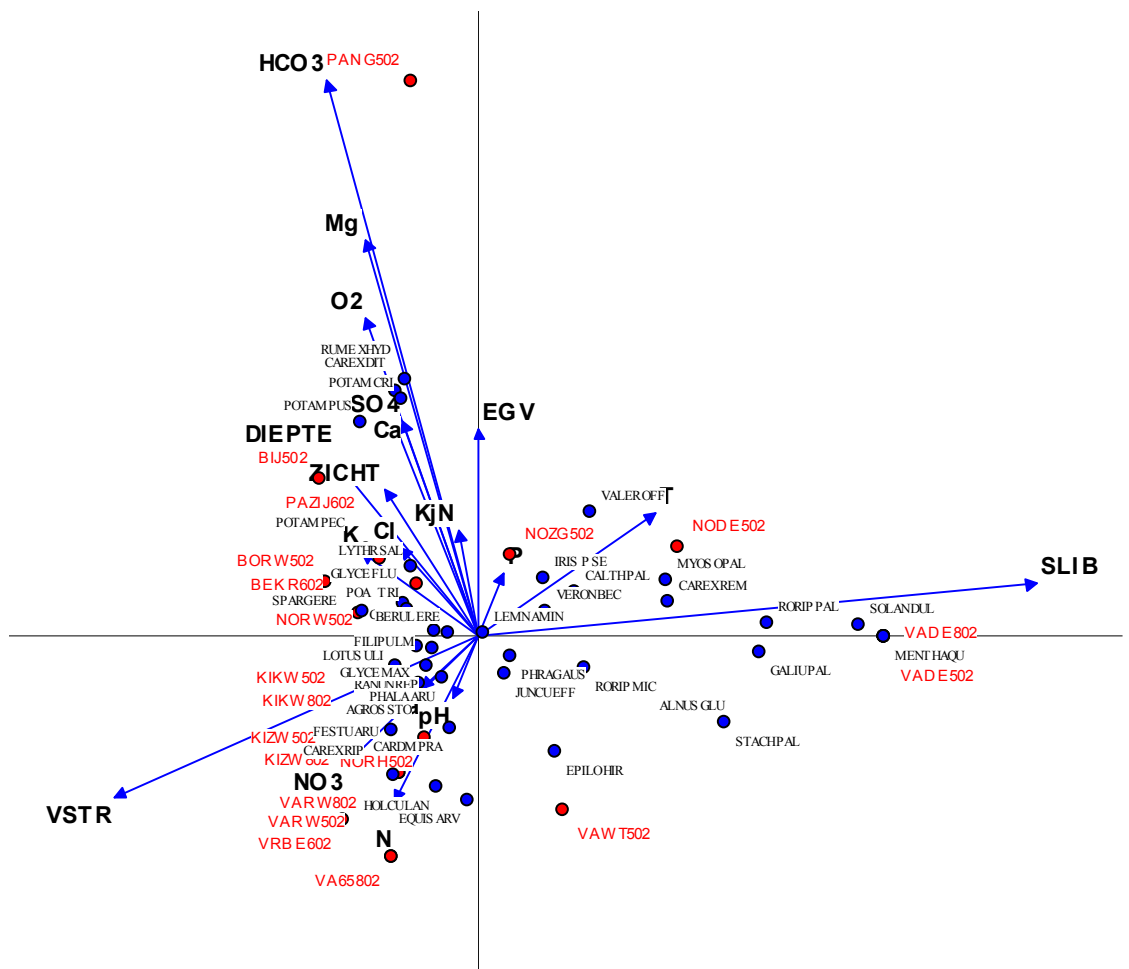
vz = vrij zeldzaam; z = zeldzaam; zz = zeer zeldzaam + = 1-5; ++ = 6-15; +++ = 16-50; ++++ > 50

3.3. Macrofyten

Zeldzame soorten en soorten van de rode lijst zijn niet aangetroffen. De vegetatie in de beken wijst op (matig) voedselrijk stromend of stilstaand water (Verbond van kleine fonteinkruiden) met elementen uit het Vlotgrasverbond die voorkomen in kleine permanent stromende wateren die al dan niet door kwel gevoed worden (Schaminée, Weeda en Westhoff, 1995). Op de steile oevers van de beken is geen ruimte voor geleidelijke overgangen en de oeverplanten bevinden zich in een smalle strook nabij de waterspiegel. De aangetroffen soorten zijn kenmerkend voor verlandingsvegetaties met een hoge productie (Rietklasse). Plaatselijk staan er vertegenwoordigers van hooilanden (Dotterbloem verbond) met Dotterbloem als meest constante verschijning. De oevervegetatie wordt verder gekenmerkt door ruigtkruiden van vochtige tot natte stikstofhoudende, (matig) voedselrijke gronden (Moerasspirea verbond). De beekvegetatie als geheel hoort bij een gebied met een intensief landbouwkundig gebruik. DHV (2002) geeft aan dat er nog enkele relictten over zijn van de voormalige hooilanden (Kale jonker, Zwarte zegge, Gevleugeld hertshooi, Echte koekoeksbloem en Veldrus). Hiervan zijn Kale jonker en Echte koekoeksbloem alleen op de oever van de Beek langs de Krommeweg aangetroffen. Dit monsterpunt wijkt af van de overige beken door een aanzienlijk lager N en Cl gehalte. Het P gehalte is echter relatief hoog. Ook uit de provinciale monitoring blijkt dat gevoelige soorten van het Dotterbloemverbond (zoals Waterdrieblad en Wateraardbei) de afgelopen decennia achteruit zijn gegaan (Med. M. Rijken).

Met behulp van indicatiewaarden van de afzonderlijke soorten voor, onder andere, nutriënten (de Lyon en Roelofs, 1986) zijn voor de beekvegetaties een gemiddelde PO₄-P waarde berekend van 0,14 mg P/l. Voor NO₃-N en NH₄-N zijn respectievelijk 0,5 en 0,3 mg N/l berekend. De pH indicatie bedraagt 7,5 de vegetaties indiceren een gemiddeld kalkgehalte van 32 mg/l.

Van de ondergedoken waterplanten is alleen Sterrekroos in het merendeel van de beken uitbundig aanwezig. Plaatselijk komen er fonteinkruiden voor, waarvan Schedefonteinkruid het meeste verbreid is. Verspreid zijn nog Gekroesd, Drijvend, Tenger en Haarfontein kruid gevonden. Smalle en Brede Waterpest zijn alleen aangetroffen in de Killebeek bij de Zeeweg. Kleine waterranonkel is aangetroffen in de Beek langs de Krommeweg en de Bovenbeek ter hoogte van de Randmeerweg. Drijvende waterplanten komen in lage dichtheden voor. Hierbij gaat het om Eende-, Veelwortelig kroos en in de monding van de Varelse Beek is Kikkerbeet aangetroffen in het slibrijke stagnerende ondiepe water.



Figuur 3. Ordinatie diagram van CANOCO-analyse water- en oeverplanten (meest algemene soorten).

In Figuur 3 wordt een onderscheid gemaakt tussen snelstromende en slibrijke beektrajecten over de X-as. De Y-as is vooral indicatief voor de ionenrijkdom van het water. De uitmondingen van de Nodbeek en Varelse Beek zijn in het rechter deel van het diagram gelegen. De monsterpunten rechts in het diagram zijn de traag stromende benedenlopen van de Nodbeek en Varelse Beek, de westelijke tak van de Varelse Beek en de bovenloop van de Nodbeek bij Zwarte Goor. Deze punten hebben het voorkomen van Beekpunge gemeen en wijzen daardoor op uittredend grondwater. Ook Dotterbloem komt hier talrijker voor dan in de overige opnamen. In het rustige water is ook het Moerasvergeet-me-nietje opvallend talrijk. In de sneller stromende beektrajecten is deze soort niet aangetroffen. Omgekeerd treedt Sterrekroos duidelijk terug in het rustige water in vergelijking met de dynamischere beektrajecten. De monsters linksboven in het diagram worden vooral gekenmerkt door het meer dan gemiddeld voorkomen van Kleine watereppe en de relatief geringe abundantie van Rietgras. De monsters zijn gemiddeld rijker aan macro-ionen en de dynamiek in de vorm van stroomsnelheid is er minder, met als gevolg een slibrijkere bodem. Tot deze groep behoren de Panglerbeek (inclusief zijslot), Bijsselsche Beek, Bovenste Beek, Nodbeek bij de Randmeerweg en de Beek langs de Kromme weg. De groep linksonder behoort tot de meest dynamische beektrajecten. Hiertoe behoren de middenloop van de Killebeek, Varelse Beek, Nodbeek Randmeerhoeve en Vreewegbeek. Deze trajecten worden vooral gekenmerkt door een kale zandbodem.

4. Conclusies

De beken zijn alle zwaar belast met voedingsstoffen. Vrijwel continue worden de normen voor het Maximaal Toelaatbare Risico overschreden. De zuurstofhuishouding is matig en in een aantal gevallen zijn overschrijdingen geconstateerd van opgeloste metalen (koper, zink en kwik). In de beekbodems zijn plaatselijk verhoogde gehalten gevonden van bestrijdingsmiddelen en organische microverontreinigingen (DHV, 2002; Ganzevles, 2001).

De macrofaunasamenstelling wordt bepaald door de stroomsnelheid en de waterkwaliteit. De stroomsnelheid in de beken met de meest kenmerkende beekbewoners is gemiddeld 20 cm/s. In deze beektrajecten zijn veel kenmerkende beekbewoners aanwezig. In beken met een gemiddelde stroomsnelheid van 9 cm/s wordt een vervangingsgemeenschap aangetroffen met daarin veel soorten van stilstaand water. Tevens blijkt dat in de snelstromende beken nauwelijks slibophoping plaatsvindt (gem. 4 cm) terwijl in de langzaam stromende beken een gemiddelde sliblaag van 16 cm wordt gemeten. De kenmerkende faunagemeenschap van stromend water wordt alleen in het voorjaar aangetroffen. In het najaar zijn de kritische soorten afwezig. De analysesresultaten wijzen er op dat lage zuurstofgehalten hiervoor verantwoordelijk zijn.

Vergelijking tussen de fauna in de beken in de 80-er jaren en het huidige onderzoek wijzen uit dat momenteel ook nog landelijk zeldzame soorten in de beken aanwezig zijn. Voor de groep van de kokerjuffers is echter een sterke achteruitgang geconstateerd.

De vegetatie in de beek en op de oever bevat geen zeldzame soorten. De vegetatie indiceert hoge gehalten aan stikstof en fosfaat. Evenals bij de macrofauna treedt ook hier een tweedeling op in de vegetatie op grond van stroomsnelheid/slibophoping. De sneller stromende beken hebben een hoger aandeel Rietgras en Sterrekroos, terwijl de langzaam stromende en stagnante wateren gekenmerkt worden door Kleine watereppe en Moeras-vergeet-me-nietje. Uit monitoringsonderzoek van de provincie blijkt dat soorten die gebonden zijn aan minder

voedselrijke omstandigheden een achteruitgang vertonen (Med. M. Rijken).

5. Knelpunten en kansen

5.1. Knelpunten

De beken zijn in hun huidige staat volledig ingericht op het optimaliseren van de waterhuishouding ten behoeve van de intensieve landbouw. Hierdoor zijn de volgende maatregelen genomen die negatieve invloed hebben op het ecologische functioneren van de beken:

Rechtgetrokken beken

Vrijwel alle beken zijn op enigerlei wijze rechtgetrokken. Uitzonderingen zijn delen van de Nodbeek, benedenloop van de Varelse Beek en die van de Killenbeek. In de rechtgetrokken delen ontbreekt microreliëf, waardoor er veel minder vestigingsmogelijkheden ontstaan voor waterplanten. Ook de biotoopdiversiteit voor de macrofauna wordt hierdoor sterk beperkt, waardoor flora en fauna van zandige en slibrijke bodems niet meer naast elkaar in het dwarsprofiel voorkomen, maar elkaar in het lengteprofiel afwisselen. Hierdoor zijn de gradiënten tussen erosie en sedimentatie schaars geworden.

Levende meandering tegengaan

Indien beken zich bij hoge afvoer dreigen te verleggen, worden aanzandingen verwijderd en worden de buitenbochten versterkt (Med. Waterschap Veluwe). Dit heeft tot gevolg gehad dat de beken zich steeds dieper ingegraven hebben en de overgang tussen land en water abrupter is geworden. Door het ontbreken van levende meandering ontstaan er ook geen verlaten meanderbochten en natuurlijke pionierssituaties.

Diepe drooglegging en steile oevers

De diepe drooglegging heeft bewerkstelligd dat de voormalige natte hooilanden konden worden omgezet in weidegronden en akkers. Hierdoor is de vegetatie in het gebied totaal van karakter veranderd. De beekoevers vormen de laatste refugia voor planten uit deze voormalige hooilanden en moerassen. Door het aanleggen van steile oevers zijn de vestigingsmogelijkheden van deze planten sterk beperkt doordat het toestromende grondwater nauwelijks toegankelijk is voor de wortelzone.

Schoning van de beken

De beken worden tweemaal per jaar geschoond door alle vegetatie er uit te verwijderen. Dit heeft ernstige gevolgen voor de vegetatie zelf, maar ook voor de macrofauna. Zo is er tijdens dit onderzoek slechts één libellelarve in de beken aangetroffen en zijn tijdens de veldbezoeken in het geheel geen libellen langs de beken waargenomen. Daarnaast wordt door het schonen ook de levenscyclus van macrofauna, amfibieën en vissen ernstig verstoord. Het talud wordt tweemaal per jaar geklepeld, waarbij het materiaal achterblijft (DHV, 2002).

Waterverontreiniging

De voedingsstoffen in het water overschrijden vrijwel continue de gestelde normen voor stikstof en fosfaat. Wat de effecten zijn op het leven in het water zijn tijdens dit onderzoek niet achterhaald. Uit monitoring van de provincie Gelderland komt naar voren dat planten die gebonden zijn aan minder voedselrijke standplaatsen nog steeds achteruit gaan (med. M. Rijken). Uit het macrofauna-onderzoek komt wel naar voren dat het zuurstofgehalte in de beken sterke beperkingen oplegt aan de macrofauna. Kritische stroomminnende soorten lijken niet in staat om in het najaar stand te houden als de zuurstofverzadiging nog maar 60% is. Naar verwachting zullen ook kritische vissen van stromend water (beekforel, beekprik, berrmpje) moeite hebben met de lage zuurstofgehalten. De enige stroomminnende vissoort die tijdens dit onderzoek is gevangen is de rivierdonderpad (Killebeek Zeeweg en Beek Kromme Weg).

Onnatuurlijk waterpeil in het IJsselmeergebied

Het zomerpeil in het Veluwemeer is 20 cm hoger is dan het winterpeil. Dit houdt in dat moerasplanten in de zomer niet meer de kans krijgen om te ontkiemen op de droogvallende oever.

5.2. Kansen

Naarmate er meer knelpunten zijn nemen ook de kansen toe. Zo zijn er veel ingrepen die leiden tot een verbetering van de huidige ecologische situatie.

Natuurlijke beddingvormen en levende meandering

Plaatselijk zijn er mogelijkheden om natuurlijker beddingvormen uit te graven, zoals de plannen voor de benedenloop van de Varelse Beek (DHV, 2002). Het is hierbij van belang om zowel letterlijk als figuurlijk ruimte te laten voor levende meandering. Dit houdt in dat de beek zijn bedding weer vrij kan verleggen. Hierdoor ontstaan pioniermilieus voor flora en fauna op de oever, maar ook de bedding zelf wordt hierdoor veel aantrekkelijker voor beekmacrofauna. In veel natuurontwikkelingsprojecten waarbij hermeandering is uitgevoerd blijkt de macrofauna aanvankelijk zeer positief te reageren op de nieuw ontstane beekbedding. Na enige jaren blijkt echter dat de aanvankelijk verbetering niet duurzaam is. De oorzaak hiervoor is veelal dat hoogwater worden afgeleid door de oude (rechte) bedding en er dus geen levende meandering plaatsvindt (Klink, 2002). Een bijkomend voordeel van levende meandering is dat er verlaten meanderbochten ontstaan die bij uitstek geschikt zijn als voortplantingsbiotoop voor amfibieën. Beken die vanzelf weer levende meandering zullen vertonen zijn de Nodbeek en de benedenloop van de Killebeek. Nu worden ze op hun plaats gehouden doordat aanzandingen worden verwijderd (Med. Waterschap Veluwe).

Glooiende oevers en minder diepe drooglegging

De aanleg van glooiende oevers heeft tot gevolg dat het toestromende grondwater over een veel groter oppervlak beschikbaar komt voor kwelafhankelijke vegetaties. Omdat de afvoercapaciteit hierdoor wordt vergroot, ontstaan er ook mogelijkheden om de drooglegging te verminderen. Door de weg gegraven vegetatie te verwijderen worden er veel voedingsstoffen afgevoerd en ontstaat een pioniermilieu dat vergelijkbaar is aan nieuw aangesneden oevers bij levende meandering. Hierdoor kunnen vooral de eerste jaren verrassingen opduiken. Inzaaien van gras of kruiden wordt dan ook ten sterkste ontraden.

Waterkwaliteit

Aanpassing van de agrarische bedrijfsvoering zal een positief effect kunnen hebben op ongezuiverde lozingen en diffuse bronnen van verontreiniging. Een probleem van langere adem is de verontreiniging met nitraat van het opkwellende grondwater. Hierbij zijn alleen maatregelen in het inrijgebied effectief.

Schonen

DHV (2002) stelt voor om slechts éénmaal per jaar te schonen en maar een gedeelte van de vegetatie te verwijderen. Dit zou een sterke verbetering betekenen voor de vegetatie in de beek en de daarvan afhankelijke macrofauna, amfibieën en vis. Een streefsoort als de Weidebeekjuffer is afhankelijk van vegetatie of hout in het water. Het maaien van de oever en het afvoeren van het materiaal is een beheersmaatregel die de groeiende voedselrijkdom een halt zou kunnen toeroepen.

Natuurlijker peil in het IJsselmeergebied

De discussie is al geruime tijd aan de gang over een natuurlijker peil in het IJsselmeergebied (Helmer et al., 1996). Als het zover is dat het zomerpeil lager is dan het winterpeil, dan kan op grote schaal moerasvorming optreden langs de kust van het Veluwemeer. De beken zullen dan in echte delta's uitmonden, waarin de vegetatie een groot deel van de voedingsstoffen uit de beken kan opnemen.

6. Literatuur

- Alterra, 2001. Zeldzaamheidslijst macrofauna Nederland. Excel-bestand
- Braak, C.J.F. ter, Smilauer, P., 1998. CANOCO 4. Centre of Biometry, Wageningen 351 pp.
- de Lyon, M.J.H., Roelofs, J.G.M., 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Rapp. Landinr. Dienst Min. Landb. Viss. 106 pp. + bijl.
- DHV, 2002. Beheer- en onderhoudsplan Cluster Hulshorsterbeken. Rapport DHV 34 pp. + bijl.
- Gansevles, P., 2001. Cluster Bijsselsche Beken. Uitgangspunten notitie. Rapport Buro Hemmen 47 pp. + bijl.
- Helmer, W., Vellinga, P., Litjens, G., Goosen, A., 1996. Meegroeien met de zee. Naar een veerkrachtige kustzone. Wereld Natuur Fonds. 35 pp. + bijl.
- Jaarsma, N.G., Verdonschot, P.F.M., Nijboer, R., van der Hoorn, N. 2001. Ecologische streefbeelden voor stromende wateren Veluwe en Vallei. Rapport Alterra 108 pp.
- Klink, A., 2002. Evaluatie eco-inventarisaties Waterschap De Dommel. Hydrob. Adviesburo Klink Rapp. Med. 74: 47 pp.
- Klink, A.G., Cuppen, H., Awater, R.H.C.M., 1990. De meetlat. Een biologisch beoordelingssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland. Prov. Gelderland, Dienst Milieu en Water 63 pp. + bijl.
- Koopmans, M., Gerritsen, R.C., 1999. Ecologisch maatweb stromende wateren. Rapport Waterschap Veluwe & Vallei en Eem. 142 pp.
- Popma, J., 1982. Beken op de Veluwe. Numerieke classificatie van macrofaunagemeenschappen van sprengen en beken op de Veluwe. Basisrapport 2 Doct.-verslag KU Nijmegen Lab. Aquat. Oec. 137: 78 pp. + bijl.
- Schaminée, J.H.J., Stortelder, A.H.F., Weeda, E., 1996. De vegetatie van Nederland. Deel 3: Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden 1-356.
- Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J., Westhoff, V., 1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden 1-360.
- Waterschap Veluwe in voorb. Beheers- en onderhoudsplan Bijsselsche Beken. concept versie 3

Determinatie literatuur

Tricladida

- Ball, I.R., Reynoldson, T.B., 1981
British Planarians. Platyhelminthes: Tricladida. Keys and notes for the identification of the species
Synopsis of the British Fauna 19: 1-141
- Cuppen, H.P.J.J., van der Velde, G., 1981
De platwormen (Tricladida) van de Nederlandse provincie Limburg.
Deel 1. Op het land, in grondwater en in beken aangetroffen soorten
Natuurhist. Maandbl. 70(9): 135-143
- Den Hartog, C., 1962
De Nederlandse platwormen (Tricladida).
Wetensch. Med. KNNV 42: 40 pp.
- Reynoldson, T.B., 1978
A key to the British species of freshwater triclads
F.B.A. Sc. Publ. 23: 31 pp.

Oligochaeta

- Brinkhurst, R.O., 1971
A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta
Sci. Publ. FBA 22: 55 pp.
- Brinkhurst, R.O., Jamieson, B.G.M., 1971
Aquatic Oligochaeta of the world
Edinburgh: Oliver & Boyd 860 pp.
- Sperber, C., 1948
A taxonomical study of the Naididae
Zoologiska bidrag Uppsala 28: 1-296

Hirudinea

- Dresscher, T.G.N., Higler, L.W.G., 1982
De Nederlandse bloedzuigers Hirudinea
Wetenschappelijke Meded. K.N.N.V. 154: 64 pp.
- Elliott, J.M., Mann, K.H., 1979
A key to the British freshwater leeches
Sc. Publ. F.B.A. 40: 72 pp.
- Nesemann, H., 1994
Die Krebssegel im Gebiet der Oberer Donau (Osterreich, Deutschland)
mit Bestimmungsschlüssel zu den europäischen Arten (Clitellata,
Branchiobdellida)
Lauterbornia 19: 79-93
- Nesemann, H., 1997
Egel und Krebssegel (Clitellata: Hirudinea, Branchiobdellida)
Osterreichs
Erste Vorarlberger Malakologische Gesellschaft Sonderheft 104 pp.

Mollusca

- Gittenberger, E., Janssen, A.W., Kuiper, W.J., Meijer, T., van der Velde, G., de
Vries, G.A., 1998
De Nederlandse zoetwatermollusken
Nederlandse Fauna 2: 288 pp.
- Jansen, A.W., de-Vogel, E.F., 1965
Zoetwatermollusken van Nederland
NJV, Amsterdam 159 pp.
- Piechocki, A., 1989
The Sphaeriidae of Poland (Bivalvia, Eulamellibranchia) Polsk.
Akad. Inst. Zool. Annales Zoologici 42: nr. 12: 1-320
- Van Benthem-Jutting, T., 1933
Mollusca (I) A. Gastropoda Prosobranchia et Pulmonata
Fauna van Nederland 7: 387 pp.
- Van Benthem-Jutting, T., 1943
Mollusca (I) C. Lamellibranchia
Fauna van Nederland 12: 477 pp.
- Zeissler, H., 1971
Die Muschel Pisidium. Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen
Sphaericeae Limnol. (Berlin) 8/2: 453-503

Hydrachnellae

- Besseling, A.J., 1964
De Nederlandse watermijten (Hydrachnellae Latreille 1802)
Monogr. Ned. Ent. Ver. 1: 199 pp.
- Davids, C., 1979
De watermijten (Hydrachnellae) van Nederland.
Levenwijze en voorkomen
Wetensch. Meded. KNNV 132: 78 pp.
- Hevers, J., 1978
Morphologie und Systematik der in Deutschland auftretenden
Schwamm- und Muschel-Milben-Arten der Gattung Unionicola
(Acari: Hydrachnellae: Unionicolidae)
Entomologia Generalis 5 (1): 57-84
- Smit, H., 1996
Two new and rare Arrenurus-species from The Netherlands (Acari:
Hydrachnellae)
Ent. Ber., Amst. 56 (3): 56-59
- Smit, H., van der Hammen, H., 1992
New and rare water mites from the Netherlands
(Acari: Hydrachnellae)
Ent. Ber. Amst. 52(10): 144-146
- Smit, H., van der Hammen, H., Duursema, G., 1993

Crustacea

- New species of water mites for the Dutch fauna, with some taxonomic notes on the genus *Nautarachna* (Acari:Hydrachnellae)
Ent. Ber. A'dam 53: 180-182
- Smit, H., van der Hammen, H., 1990
Taxonomic notes on some *Arrhenurus* species (Acari:Hydrachnellae)
Ent. Ber. Amsterdam 50(5): 52-55
- Viets, K., 1936
Spinnentiere oder Arachnoidea VII: Wassermilben oder Hydracarina (Hydrachnellae und Halacaridae)
Tierwelt Deutschlands 31/32: 574 pp.
- Viets, K., Viets, K.O., 1960
Nachtrag zu Wassermilben, Hydracarina
Tierwelt Mitteleuropas 3. Erg.4: 1-44 + ff
- Bacescu, M., 1954
Fauna Republicii Populare Romine. Crustacea. Mysidacea
Academia Republicii Populare Romine vol. 4 afl. 3: 126p
- Carausu, S., Dobreanu, E., Manolache, C., 1955
Fauna Republicii Populare Romini Crustacea Vol. 4 fasc. 4.
Amphipoda forme salmastre si de apa dulce
Academia Republicii Populare Romini 4(4): 407 pp.
- Eggers, T.O., Martens, A., 2001
Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea)
Deutschlands
Lauterbornia 42: 68 pp.
- Eggers, T.O., Martens, A., Grabow, K., 1999
Hemimysis anomala Sars im Stichkanal Salzgitter (Crustacea: Mysidacea)
Lauterbornia 35: 43-47
- Holthuis, L.B., 1949
The Isopoda and Tanaidacea of the Netherlands, including the description of a few species of *Limnoria*
Zool. Meded. 30: 163-190
- Holthuis, L.B., 1950
Decapoda (K 9) A. *Natantia*, *Macrura* Reptantia, *Anomura* en Stomatopoda (K 10) Fauna van Nederland 15: 166 pp.
- Karaman, G.S., Pinkster, S., 1977
Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 1. *Gammarus pulex*-group and related species
Bijdragen tot de Dierkunde 47(1): 1-96
- Karaman, G.S., Pinkster, S., 1977
Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 2. *Gammarus roeseli*-group and related species
Bijdragen tot de Dierkunde 47(1): 165-196
- Karaman, G.S., Pinkster, S., 1987
Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 3. *Gammarus balcanicus*-group and related species
Bijdragen tot de Dierkunde 57(2): 207-260
- Schellenberg, A., 1942
Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda
Die Tierwelt Deutschlands 40:1-252
- Van den Brink, F.W.B., van der Velde, G., 1992
Slijkgarnalen (Crustacea: Amphipoda: Corophiidae) in Nederland
Het Zeepaard 52 (2): 32-37

Ephemeroptera

- Macan, T.T., 1979
A key to the nymphs of British species of Ephemeroptera with notes on their ecology
Freshwat. Biol. Ass. Sc. Publ. 20: 80 pp.
- Malzacher, P., 1984
Die europäischen Arten der Gattung Caenis Stephens (Insecta: Ephemeroptera)
Stuttg. Beitr. Naturk. Serie A 373: 1-48
- Mol, A.W.M., 1983
Caenis lactea (Burmeister) in The Netherlands (Ephemeroptera: Caenidae)
Ent. Ber. 43: 119-123
- Mol, A.W.M., 1985
Baetis tracheatus Keffermüller & Machel en Caenis pseudorivulorum Keffermüller, twee nieuwe Nederlandse soorten (Ephemeroptera)
Ent. Ber. 45: 78-81

Plecoptera

- Hynes, H.B.N., 1977 A key to the adults and nymphs of the British stoneflies
FBA Sci. Publ. 17: 1-90

Odonata

- Askew, R.R., 1988
The dragonflies of Europe
Harley Books, Colchester Essex 291 pp.
- Geijskes, D.C., van-Tol, J., 1983
De libellen van Nederland (Odonata)
Kon. Ned. Natuurhist. Vereniging, Hoogwoud 368 pp.
- Hammond, C.O. (ed.), 1977
The dragonflies of Great Britain and Ireland
Curwen Books 115 pp.
- Heidemann, H., Seidenbusch, R., 1993
Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. Handbuch für Exuviansammler
Verlag Erna Bauer Keltern 399 pp.

Heteroptera

- Cuppen, J.G.M., 1988
Sigara iactans nieuw voor Nederland (Heteroptera:Corixidae)
Ent. Ber. Amst. 48(6): 94-96
- Nieser, N., 1982
De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Gerromorpha)
Wet. Med. KNNV 155: 78 pp. + bijl.
- Savage, A.A., 1989
Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes
F.B.A. Sc. Publ. 50: 173 pp.

Coleoptera

- Angus, R., 1992
Insecta Coleoptera Hydrophilidae Helophorinae
Süßwasserfauna von Mitteleuropa 20/10-2: 144 pp.
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwkerken, E. 1992
De waterkevers van Nederland Uitgeverij
KNNV Utrecht 280 pp.
- Foster, G.N., Angus, R.B., 1985
Key to the British species of Hydroporus
The Balfour-Browne Club Newsletter 33: 1-19

- Hansen, M., 1987
The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark
Fauna Ent. Scand. 18: 254 pp.
- Holmen, M., 1987
The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark 1.
Gyrinidae, Haliplidae, Hygrobiidae and Noteridae
Fauna Ent. Scand. 20: 168 pp.
- Klausnitzer, B., 1994
Die Larven der Kaefer Mitteleuropas. 1. Band: Adephaga
Die Kaefer Mitteleuropas L1: 273 pp.
Goecke & Evers, Krefeld
- Klausnitzer, B., 1994
Die larven der Kaefer Mitteleuropas. 2. Band: Myxophaga, Polyphaga.
Teil 1
Die Kaefer Mitteleuropas L2: 325 pp.
Goecke & Evers, Krefeld
- Nilsson, A.N., 1982
A key to the larvae of the fennoscandian Dytiscidae (Coleoptera)
Fauna Norrlandica 2: 1-44
- Van Berge Henegouwen, A.L., 1982
De Nederlandse soorten van het genus Laccobius Erichson
(Coleoptera, Hydrophilidae), een systematische enfaunistische studie
Zoologische Bijdragen 28(9): 58-84
- Neuropteroidea*
Elliot, J.M., 1996
British freshwater Megaloptera and Neuroptera. A key with Ecological
Notes.
Freshwater Biological Association 54: 68 pp.
- Trichoptera*
Edington, J.M., Hildrew, A.G., 1995
Caseless Caddis larvae of the British Isles
F.B.A. Sc. Publ. 53: 134 pp.
- 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.
- Lepidopera*
Vallenduuk, H.J., Cuppen, H.P.J.J., van der Velde, G., 1997
De aquatisch levende rupsen van Nederland; proeftabel en autecologie
Themanummer WEW 10: 21 pp.
- Diptera overig*
Brindle, A., 1962
Taxonomic notes on the larvae of British Diptera 9. The family
Ptychopteridae
The Entomologist 96: 212-216
- Brindle, A., 1966
Taxonomic notes on the larvae of British Diptera no. 24 revisional
notes
The Entomologist 99: 225-227
- Cranston, P.S., Snow, K.R., Ramsdale, C.D., et al., 1987
Adults, larvae and pupae of British mosquitos (Culicidae). A key
F.B.A. Sc. Publ. 48: 152 pp.
- Disney, R.H.L., 1973
A key to British Dixidae
F.B.A. Sc. Publ. 31: 78 pp.
- Rozkosny, R., 1973
The Stratiomyoidea (Diptera) of Fennoscandia and Denmark
Fauna Ent. Scand. 1: 140 pp. + bijl.
- Rozkosny, R., 1987
A review of the palaeartic Sciomyzidae/Diptera
Univerzita J.E. Purkyne v Brne pp: 97 + 482 fig.
- Theowald, B., 1957

Die Entwicklungsstadien der Tipuliden, ins besondere der West-Palarktischen Arten.
Tijdschr. Entomol. 100(2): 195-308

Chironomidae

- Contreras-Lichtenberg, R., 1986
Revision der in der Westpaläarktischen verbreiteten Arten des Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913
Ann. Naturhist. Mus. Wien 88/89B: 663-726
- Cranston, P.S., 1982
A key to the larvae of the British Orthocladiinae (Chironomidae)
FBA Sci. Publ. 45: 152 pp.
- Hirvenoja, M., 1973
Revision der Gattung *Cricotopus* van der Wulp und ihrer Verwandten (Diptera: Chironomidae)
Ann. Zool. Fenn. 10: 1-363
- Klink, A.G., 1982
Het genus *Micropsectra* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Een taxonomische- en oekologische studie
Medeklinker 2: 59 pp. + bijl.
- Klink, A.G., 1983
Key to the Dutch larvae of *Paratanytarsus* Thienemann & Bause with a note on the ecology and the phylogenetic relations
Medeklinker 3: 36 pp.
- Klink, A., mmv. Moller Pillot, H.K.M., Vallenduuk, H., 2002
Determinatiesleutel voor de larven van de in Nederland voorkomende soorten *Polypedilum*
STOWA concept uitgave 2002(6): 18 pp.
- Langton, P.H., 1991
A key to the pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae
Langton, Huntingdon Cambridgeshire 386 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., 1995
Een leidraad voor het determineren van de larven van het geslacht *Einfeldia* in Nederland
Interne Rapp. 1-aug
- Moller-Pillot, H.K.M., 1984
De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Inleiding, Tanypodinae & Chironomini)
Ned. Faun. Meded. 1A: 1-277
- Moller-Pillot, H.K.M., 1984
De larven van de Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthocladiinae sensu lato)
Ned. Faun. Meded. 1B: 1-175
- Rossaro, B., 1985 Revision of the genus *Polypedilum* Kieffer, 1912. 1. Key to the adults, pupae and larvae of the species known to occur in Italy (Diptera; Chironomidae) Mem. Soc. ent. ital., Genova, 62/63: 3-23
- Vallenduuk, H.J., 1999
Key to the larvae of *Glyptotendipes* Kieffer (Diptera, Chironomidae) in Western Europe
Rapp. Bureau Vallenduuk 46 pp. + bijl.
- Vallenduuk, H.J., Wiersma, S.M., e.a., 1995
Determinatietabel voor larven van het genus *Chironomus* in Nederland Werkdocument RIZA 95.121X:1-30 + Bijl
- Wiederholm, T. (ed.) 1983
Chironomidae of the holarctic region. Keys and diagnoses part 1. Larvae
Ent. Scand. Suppl. 19: 1-457
- Wiederholm, T. (ed.), 1986

- Chironomidae of the holarctic region. Keys and diagnoses part 2.
Pupae
Ent Scand. Suppl. 28: 482 pp.
- Wiederholm, T.(ed.), 1989
Chironomidae of the holarctic region. Keys and diagnoses part 3.
Adult males Ent. Scand. Suppl. 34: 532 pp.

Bijlage

De betekenis van de afkortingen in de bijlage is als volgt:

afkorting	betekenis
1	vergeleken met referentie collectie
1	opgenomen in eigen referentie collectie
1	apart geconserveerd tbv opdrachtgever