



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Herstel Jufferbeek door houtinbreng

K. Didden
R.C.M. Verdonchot
P.F.M. Verdonchot

Alterra-rapport 1737, ISSN 1566-7197



Herstel Jufferbeek door houtinbreng

In opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Beleidsondersteunend Onderzoek, Cluster Ecologische Hoofdstructuur, Thema BO-02-007 Ecologische doelen en maatregelen waterbeheer en het door de Europese Unie, Kaderprogramma 6, Thema 1.1.6.3 "Global Change and Ecosystems" gefinancierd project EUROLIMPACS contract nr. GOCE-CT-2003-505540

Herstel Jufferbeek door houtinbreng

**Karin Didden
Ralf C.M. Verdonschot
Piet F.M. Verdonschot**

Alterra-rapport 1737

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Didderen, K., Verdonschot, R.C.M & P.F.M., Verdonschot, 2008. *Herstel Jufferbeek door houtinbreng*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1737. 70 blz.; 23 fig.; 7 tab.; 21 ref.

Het doel van herstel door houtinbreng in de Jufferbeek is het door middel van inbrengen van dood hout herstellen van de organische structuren in een beek om zodoende habitat te bieden aan gewenste beekorganismen. In het voorjaar en de zomer van 2006 is houtig materiaal in de Jufferbeek aangebracht over een traject van 300 meter en zijn in 2005, 2006 en 2007 drie locaties bemonsterd; bovenstrooms van het herstelde gedeelte van de beek, in het herstelde gedeelte en benedenstrooms van het herstelde gedeelte. De bemonstering is uitgevoerd zowel voor als vlak na dat houtig materiaal is ingebracht. Uit de resultaten blijkt dat er veranderingen optreden door inbreng van het hout. Naast een toename van sommige typische laaglandbeek soorten zijn er ook verstoringsindicatoren die toenemen in aantallen. Waarschijnlijk zorgt de houtinbreng voor een gevarieerde habitat met snelle en langzaam stromende delen waarbij verschillende taxa baat hebben.

Trefwoorden: beekherstel, houtinbreng, dood hout, waterretentie, verdroging, macrofauna, vis

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra vestrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2008 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Gebiedsbeschrijving	11
1.1.1 Geomorfologie	11
1.1.2 Geohydrologie	11
1.1.3 Hydrologie Jufferbeek	12
1.2 Houtexperiment	12
1.2.1 Doel	12
1.3 Vraagstelling	13
1.4 Leeswijzer	14
2 Methoden	15
2.1 Introductie	15
2.2 Hydrologie	16
2.3 Morfologie	17
2.3.1 Dimensies beek	17
2.3.2 Substraatschattingen	18
2.3.3 Houtig materiaal	18
2.4 Fysische en chemische karakterisering	19
2.5 Macrofauna	19
2.5.1 Bemonstering	19
2.5.2 Standaardisering	20
2.5.3 Data-analyse	21
2.5.3.1 Principal Response Curve analyse (PRC)	21
2.5.3.2 Before After Control Impact (BACI) analyse	22
2.5.3.3 Autoecologie	23
2.6 Nulsituatie	23
3 Resultaten	25
3.1 Hydrologie	25
3.2 Morfologie	28
3.2.1 Dimensies beek	28
3.2.2 Substraten	30
3.2.3 Houtig materiaal	32
3.3 Fysische en chemische parameters	35
3.3.1 Stroomsnelheid	35
3.3.2 Nutriënten	37
3.4 Macrofauna	38
3.4.1 Soortensamenstelling	38
3.4.2 Ordinatie van de macrofaunamonsters	39
3.4.3 Principal Response Curve (PRC)	40

3.4.4	BACI analyse	41
3.4.5	Milieu-indicatie macrofauna	44
3.4.5.1	Stromingspreferentie macrofauna	44
3.4.5.2	Verstoringsindicatie macrofauna	45
3.4.5.3	Bewegingsgroep en functionele voedingsgroep	46
4	Discussie	49
4.1	Morfologie en hydrologie	49
4.2	Beddingssubstraten en de aanwezigheid van houtig materiaal	49
4.3	Fysische en chemische parameters	50
4.4	Macrofauna	50
4.5	Conclusie en aanbevelingen	51
	Referenties	53
	<i>Bijlagen</i>	
1	Bedekkingspercentages van verschillende substraten in de Jufferbeek	55
2	Ligging van het houtig materiaal in de Jufferbeek	57
3	Overzicht van de macrofauna van de Jufferbeek met bijbehorende milieu-indicatie	61
4	Informatie over de nulsituatie	65

Woord vooraf

Oppervlaktewateren moeten volgens de Kaderrichtlijn Water in 2015 minimaal de goede ecologische status hebben bereikt. Daarnaast stelt het natuurbeleid verschillende ecologische eisen aan wateren. Het laatste decennium zijn veel beekherstelmaatregelen uitgevoerd. Uit recent onderzoek is gebleken dat veel herstelprojecten niet leiden tot het gewenste doel. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat maatregelen in veel gevallen niet leiden tot het herstel van de juiste abiotische randvoorwaarden. In beken ontbreekt vaak nog de variatie in stroming en structuren. Uit verschillende tussentijdse evaluaties blijken veel maatregelen wel landschappelijke maar geen aquatisch-ecologische winst op te leveren. Daarom wordt gezocht naar alternatieven. Het inbrengen van houtige materialen in beken ten behoeve van ecologisch herstel, waterretentie en anti-verdroging is één van deze alternatieven. In dit rapport is een voorbeeldproject onder de loep genomen en is onderzocht wat het effect is van het inbrengen van hout in een gedeelte van een beek.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Beleidsondersteunend Onderzoek, Cluster Ecologische Hoofdstructuur, Thema BO-02-007 Ecologische doelen en maatregelen waterbeheer en het door de Europese Unie, Kaderprogramma 6, Thema 1.1.6.3 "Global Change and Ecosystems" gefinancierd project EUROLIMPACS contract nr. GOCE-CT-2003-505540. Wij bedanken het Overijssels Landschap voor hun medewerking aan dit onderzoek.

Samenvatting

Het doel van houtinbreng in de Jufferbeek is het door middel van het inbrengen van dood hout de organische structuren in een beek te herstellen om zodoende habitat te bieden aan gewenste beekorganismen. Naast het verhogen van de ecologische waarden van de beek, worden ook het vergroten van de retentie en het verhogen van de beekbodem als nevendoelen beoogd.

In het voorjaar en de zomer van 2006 is houtig materiaal in de Jufferbeek aangebracht over een traject van 300 meter. Om de veranderingen te beschrijven zijn in 2005 - 2007 drie locaties bemonsterd; bovenstrooms van het gedeelte waar houtig materiaal is ingebracht (controletraject) en het houttraject zelf. De bemonstering is uitgevoerd vóór zowel als vlak na dat houtig materiaal is ingebracht.

1. De afvoer van de Jufferbeek is variabel. Met enige regelmaat komen er grote afvoerpieken voor, terwijl de beek in de zomer weinig water voert.
2. De oevers van de beek zijn steil, de beek heeft zich sterk ingesneden.
3. Het herstelde beektraject verschilt duidelijk van de rest van de beek. Er komen accumulaties van takken voor in een dichtheid die niet is aangetroffen in het overige gedeelte van het onderzoekstraject.
4. Uit substraatopnamen blijkt dat voordat houtig materiaal is ingebracht, beide trajecten veel overeenkomsten vertonen met zand, blad en fijne detritus als voornaamste substraattypen. In het houttraject treden door de houtinbreng grote veranderingen op, waarbij de belangrijkste substraattypen hout, slib en grove detritus zijn. Grove detritus zich verzamelt in de accumulaties en fijn materiaal (slib) is voor het houtig materiaal afgezet.
5. Dit is ook terug te zien in de stroomsnelheden die boven verschillende substraten gemeten zijn, waarbij de stroomsnelheid gemeten boven zand veel hoger is dan boven slib en grove detritus.
6. De nutriënten, stikstof en fosfor concentraties, voldoen, op enkele uitschieters na, aan de GET normen voor nutriënten voor het watertype R4: permanent langzaamstromende bovenloop op zand.
7. In de Jufferbeek zijn tijdens de bemonsteringen in de periode 2005-2007 226 taxa aangetroffen, verdeeld over 66659 individuen. In totaal zijn 27 taxa vrij tot zeer zeldzaam in Nederland. Het gaat om soorten met een voorkeur voor stromend water, die gevoelig zijn voor hydrologische verstoring, morfologische verstoring en eutrofiëring.
8. Multivariate analyse van de macrofaunamonsters laat zien dat de verschillen in tussen de drie monsterpunten klein is en het grootste gedeelte van de variatie in de taxonsamenstelling is veroorzaakt door het tijdstip van de bemonstering. Tijdstip is hierbij een verzamelvariabele voor seizoensinvloeden, weersveranderingen, piekafvoeren en alle andere factoren die van invloed zijn op de gehele beek.
9. Het algemene beeld is dat er aan de ene kant een typische laaglandbeek-macrofauna in de Jufferbeek voorkomt, terwijl aan de andere kant een groep

soorten voorkomt die wijst op verstoring (eutrofiëring, hydrologische en morfologische verstoring, wisselende stroomsnelheid).

10. In de macrofaunasamenstelling hebben subtiele verschuivingen plaatsgevonden die een gevolg zijn van de houtinbreng. Op dit moment profiteren enkele grazers (slakken) en typische beeksoorten zoals de kokerjuffer *Bereodes minutus* van het nieuwe leefmilieu en zijn enkele negatieve indicatoren en wormen, die een voorkeur hebben voor slib en zand, minder aanwezig in het houttraject.

Om meer inzicht te krijgen in het effect van houtinbreng op het beekecosysteem is het aan te bevelen meer projecten te monitoren. Projecten met houtinbreng op grotere schaal en met een lange termijn monitoring zijn geschikt om de effecten van houtinbreng verder te onderzoeken.

1 Inleiding

1.1 Gebiedsbeschrijving

De Jufferbeek ligt ten zuidwesten van Oldenzaal, in de provincie Overijssel. Het onderzoeksgebied omvat het gedeelte van de Jufferbeek tussen de duiker onder de Oude Postweg in het westen en de duiker onder de Ledeboerweg in het oosten. De totale lengte van dit traject is circa 1.8 km. De beek stroomt over het Landgoed 't Holthuis, in beheer bij het Landschap Overijssel.

1.1.1 Geomorfologie

De Jufferbeek vormt de bovenloop van de Deurningerbeek en maakt deel uit van het stroomgebied van de Regge. De beek ontspringt op de westelijke flank van de Oldenzaalse stuwwal. Deze stuwwal is gevormd door de stuwende werking van het landijs tijdens het Saalien. Afzettingen uit deze periode bestaan vooral uit keileem. Aan het einde van de ijstijd zijn er door smeltwater diepe dalen uitgeslepen. In één van deze smeltwaterdalen ontspringt de Deurningerbeek.

Tijdens het Weichselien zijn dekzanden op en rond de stuwwal afgezet. Zand dat door de wind verplaatst werd vanaf de stuwwal, is afgezet in de vorm van gordeldekzanden. Langs de Jufferbeek zijn deze nu terug te vinden in de vorm van gordeldekzand-welvingen en gordeldekzand-ruggen. De ruggen zijn ontstaan door ophoping van zand op de grens van wel- en niet stuivend zand. Tussen deze ruggen en het omringende landschap treden hoogteverschillen op van enkele meters.

1.1.2 Geohydrologie

De grondwaterstroming wordt op regionale schaal bepaald door de Oldenzaalse stuwwal. Het water infiltreert op en deels ten westen van de stuwwal, waarna het in oostelijke richting afstroomt. Door het goed doorlatend vermogen van de bodem, bestaande uit Midden- en Onder-Pleistocene formaties (zand en grind), in combinatie met een vrij groot transversaal verhang van de ondoorlatende laag, plaatselijk 10 m/km, stroomt het water vrij snel af naar de beek. Het longitudinale verhang is ongeveer 4 m/km. Als gevolg van de aanwezigheid van keileemlenzen vindt er stuwning van het grondwater plaats. Hierdoor treedt er van oorsprong veel kwel op in het gebied. Door ontwatering worden ondiepe kwelstromen tegenwoordig voor een groot deel weggevangen en versneld afgevoerd. Dit gebeurt door middel van sloten en drainage, waaronder de drainage van vliegbasis Twente.

In het gebied komen vijf grondwatertrappen voor III, IV, V, VI en VII (Tabel 1). De grondwatertrap III komt voor in de beekerdgronden langs de Jufferbeek. De grondwatertrappen IV, V en VI komen voor in de veldpodzolgronden.

Oorspronkelijk was grondwatertrap V waarschijnlijk grondwatertrap III, maar als gevolg van ontwatering van het gebied heeft er een daling plaatsgevonden. Op de dekzandruggen is grondwatertrap VII te vinden.

Tabel 1. Grondwatertrappen in het stroomgebied van de Jufferbeek.

grondwatertrap (Gt)	III	IV	V	VI	VII
GHG (gemiddelde hoogste grondwaterstand in cm beneden het maaiveld)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG (gemiddelde laagste grondwaterstand in cm beneden het maaiveld)	80-120	80-120	>120	>120	(>160)

1.1.3 Hydrologie Jufferbeek

De beek ontspringt op de westflank van de Oldenzaalse stuwwal, ten oosten van de Oldenzaalsestraat. De beek loopt vervolgens langs de golfbaan Het Sybrook, waarvan de drainage uitmondt in de beek. Hierna stroomt de beek onder de Oldenzaalsestraat door. Vervolgens stroomt de beek al meanderend over het landgoed de Lonnekerberg en passeert daarna het industrieterrein de Hanzepoort aan de westkant. Hier is de oorspronkelijke beek genormaliseerd en loopt langs de Ledeboerweg. Vervolgens stroomt de beek onder de weg door over het landgoed 't Holthuis, waar de beek weer meandert. Hier is het onderzoeksgebied gelegen. Het landgoed bestaat geheel uit loof- en gemengd bos. Op drassige plaatsen is soms elzenbroekbos ontstaan.

Na het passeren van de landgoederen stroomt de beek (inmiddels middenloop) onder de spoorlijn Oldenzaal - Hengelo door richting Deurningen en Borne. Hier is de beek veelal gereguleerd en is zijn natuurlijke karakter verloren gegaan. Nadat de beek Deurningen en Borne is gepasseerd mondt deze uit in de Bornsche beek die vervolgens uitmondt in de Weezebeek. De Weezebeek stroomt zuidelijk om Almelo heen en vormt hierna samen met de Loolee de Nieuwe Graven die verder stroomafwaarts Exose Aa genoemd wordt. Uiteindelijk stroomt deze aan de noordkant van Enter in de Regge.

1.2 Houtexperiment

1.2.1 Doel

Over het algemeen worden omgevallen bomen, takken en ophopingen van blad direct uit beken verwijderd met het oog op de garantie van een vrije waterafvoer. Het verwijderen van dit materiaal, hier aangeduid als dood hout, brengt het beekecosysteem veel schade toe. Het doet habitats voor beekorganismen verdwijnen, doet het beekwater versneld wegstromen en leidt tot insnijding van de beek wat weer verdroging van de beekbegeleidende gronden tot gevolg heeft.

In een natuurlijke beek wordt gemiddeld 25% van de bodem bedekt met dood hout. In de luwte van een organische dam kan daarnaast afzetting van fijn organisch materiaal (detritus) plaatsvinden. Ook dit vormt ongeveer 25% van het substraat. Dit betekent dat ongeveer de helft van het natuurlijke beekmilieu wordt gevormd door

dood organisch materiaal (Verdonschot et al 1995). Veel Nederlandse beken bevatten echter nog maar minder dan 5% van dergelijk materiaal.

Het dood hout speelt een belangrijke rol binnen het ecosysteem van de beek en zijn beekbegeleidende zone (Bilby & Likens 1980, Smock et al. 1989, Allan 1995, Gerhard & Reich 2000, Gurnell et al. 2002):

- in het water gevallen takken en boomstammen zorgen voor natuurlijke obstakels in de beek, hetgeen weer zorgt voor veranderingen in de morfologie van de beek, voor poelen, stroomversnellingen (deze turbulentie voegt zuurstof toe aan het water), dammen en plekken met organisch en mineraal materiaal,
- dammen wijzigen het stroomprofiel en leiden op de lange termijn tot afgesneden bochten en dus het ontstaan van oude beekarmen,
- takken en boomstammen vormen een verhoging van de stromingsweerstand en veroorzaken daardoor hogere waterstanden, hetgeen leidt tot retentie van water (van belang in verband met verdrogingsbestrijding en aftopping van piekafvoeren),
- bladeren en takken die in het water vallen worden gefragmenteerd en opgegeten door macrofauna (knippers). De kleinere stukjes materiaal worden vervolgens weer gegeten door filtreerders en verzamelaars. Op het hout en het blad leven weer bacteriën en algen die als voedsel dienen voor allerlei schrapers en grazers. Vissen op hun beurt leven weer van al deze dieren. Het dood hout en het organische materiaal dat zich hiertussen verzamelt vormt daarmee een belangrijke bron van voedsel in het beekecosysteem,
- luwtes achter en tussen takken of dammen van organisch materiaal zijn geschikt als paaiplaats voor vis, voor ei-afzetting van diverse insecten en als milieu voor de ontwikkeling van veel jonge dieren (als schuilplaats, aanhechtingsplaats, rustplaats),
- dood hout zorgt via variatie in stromingsprocessen en vorming van diverse leefmilieus voor een grotere soortdiversiteit.

Dood hout is dus een vormende en bepalende factor voor de morfologie, hydrologie en ecologie van een beek. Het verwijderen van hout en bladeren uit de beek heeft tot gevolg dat natuurlijke ecosysteemprocessen niet meer goed functioneren. Door de 50% bedekking van de beekbodem met dood hout te herstellen, worden deze processen hersteld. Naast het verhogen van de ecologische waarden van de beek, zijn positieve neveneffecten van het aanbrengen van dood hout in de beek het vergroten van de retentie van de beek en het verhogen van de beekbodem, waardoor de drainerende werking van diepe insnijding wordt tegengegaan.

1.3 Vraagstelling

In 2006 is houtig materiaal als doorstroombare verspreide ‘constructies’ van boomstammen en takken aangelegd in een gedeelte van de Jufferbeek. Een dergelijke ‘constructie’ omvat minimaal 50% van de beekbreedte, maar vaak de gehele breedte en beslaat een oppervlak van circa 5-10 m². Dit komt neer op een bedekking van 20-25% van de beekbodem met dood hout. Door de takken en boomstammen vanaf de oever in de beek te plaatsen en onderling te ‘verweven’ wordt extra stevigheid

verkregen. Er is beoogd dat bladval in de herfst zorgt voor een aanvulling van nog eens 25% organisch materiaal.

In dit rapport is beschreven wat het effect van houtinbreng is op het beekstelsel van de Jufferbeek; zowel op de abiotiek (hydrologie, chemie) als op de macrofaunasamenstelling.

1.4 Leeswijzer

Het rapport beschrijft de algemene situatie van de Jufferbeek onder invloed van houtinbreng, waarbij de volgende onderwerpen aan bod komen:

- Inventarisatie van de aanwezigheid van houtig materiaal in de beek.
- Inventarisatie van substraattypen en -patronen in de beek.
- Chemische en fysische karakterisering van de beek, waaronder nutriëntenconcentraties en stroomsnelheid.
- Monitoring van de macrofaunasamenstelling in de beek; voor en na houtinbreng.
- Koppeling van macrofaunagegevens met indices voor bepaalde milieuomstandigheden.
- Overzicht van de vissoorten aangetroffen in de beek.

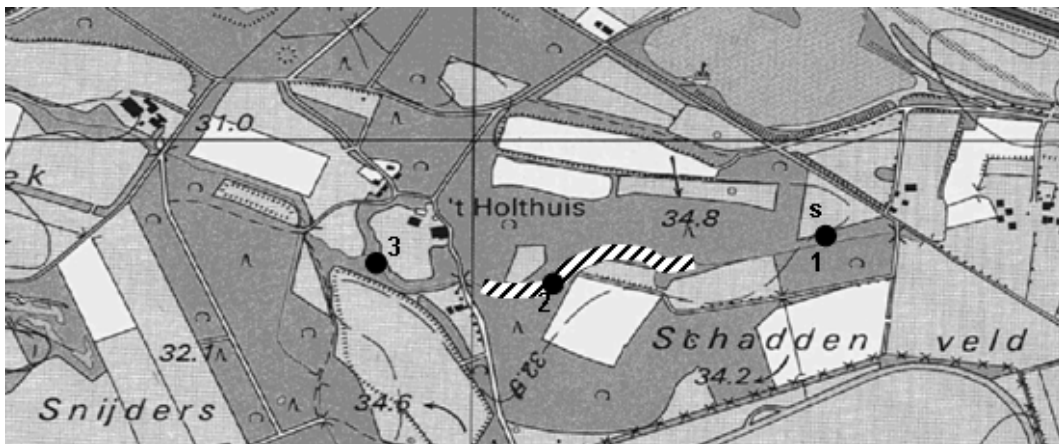
Het rapport is als volgt ingedeeld:

- In hoofdstuk 2 is de gebruikte methode beschreven.
- In hoofdstuk 3 zijn de resultaten besproken.
- In hoofdstuk 4 zijn de resultaten verder besproken, waarop een conclusie en aanbevelingen volgen.

2 Methoden

2.1 Introductie

Het onderzoeksgebied omvat het beektraject in de kilometerhokken x:478, y:257 en x:478, y:258. Binnen het onderzochte beektraject liggen drie monsterpunten (Figuur 1). Westelijk van de Ledeboerweg (ongeveer 400 m benedenstrooms) ligt monsterpunt 1 (x:258.645, y:478.798). Ongeveer 300 m stroomopwaarts van het oostelijke houten bruggetje op het landgoed 't Holthuis ligt monsterpunt 2 (x:258.121, y:478.711). Tussen dit houten bruggetje en het meer westelijk gelegen houten bruggetje ligt monsterpunt 3 (x:257.784, y:478.755).



Figuur 1. Monsterpunten langs de Jufferbeek, aangeduid met de nummers 1-3. In het gearceerde gedeelte van de beek is hout aangebracht.

De bemonstering is gestart op 18 april 2005. In het voorjaar en de zomer van 2006 is er stapsgewijs hout ingebracht in de Jufferbeek, ter hoogte van monsterpunt 2 (Figuur 1). In Tabel 2 zijn alle bemonsteringen en metingen opgesomd.

Tabel 2. Bemonsteringsdata Jufferbeek. Monsterpunten zijn aangegeven met nummers 1-3. Bemonsteringen zijn onderverdeeld in 5 groepen: morfologie, hydrologie, waterchemie, macrofauna en vissen. Deze onderdelen zijn verder uitgewerkt in dit rapport.

datum	onderdeel	locatie	methode
18-apr-05	hydrologie	1,2,3	stroomsnelheid S-profiel
18-apr-05	chemie	1,2,3	watermonster
18-apr-05	macrofauna	1,2,3	standaardnet en shovel
	morfologie		substraat opnamen
18-22 juli-05			waterdiepte
30-okt-05	chemie	3	watermonster
	macrofauna	1,2,3	standaardnet
7-dec-05	vissen	2,3	electrovissen
18-apr-06	chemie	1,2,3	watermonster
	macrofauna	1,2,3	standaardnet
voorjaar 2006	morfologie	2	hout ingebracht
3-aug-06	hydrologie	1	start waterniveau metingen bovenstrooms
zomer 2006	morfologie	2	hout ingebracht
30-okt-06	chemie	1,3	watermonster
30-okt-06	macrofauna	1,2,3	standaardnet
9-10 nov-06	morfologie	2	houtig materiaal ingemeten
25-jan-07	hydrologie	3	start waterniveau metingen benedenstrooms
19-feb-07	chemie	1,2	watermonster
	macrofauna	1,2	standaardnet
16-apr-07	chemie	1,2	watermonster
	macrofauna	1,2	standaardnet
4-jul-07	chemie	1,2	watermonster
	macrofauna	1,2	standaardnet
5-sep-07	chemie	1,2	watermonster
	macrofauna	1,2	standaardnet
25-nov-2007	chemie	1,2	watermonster
	macrofauna	1,2	standaardnet

2.2 Hydrologie

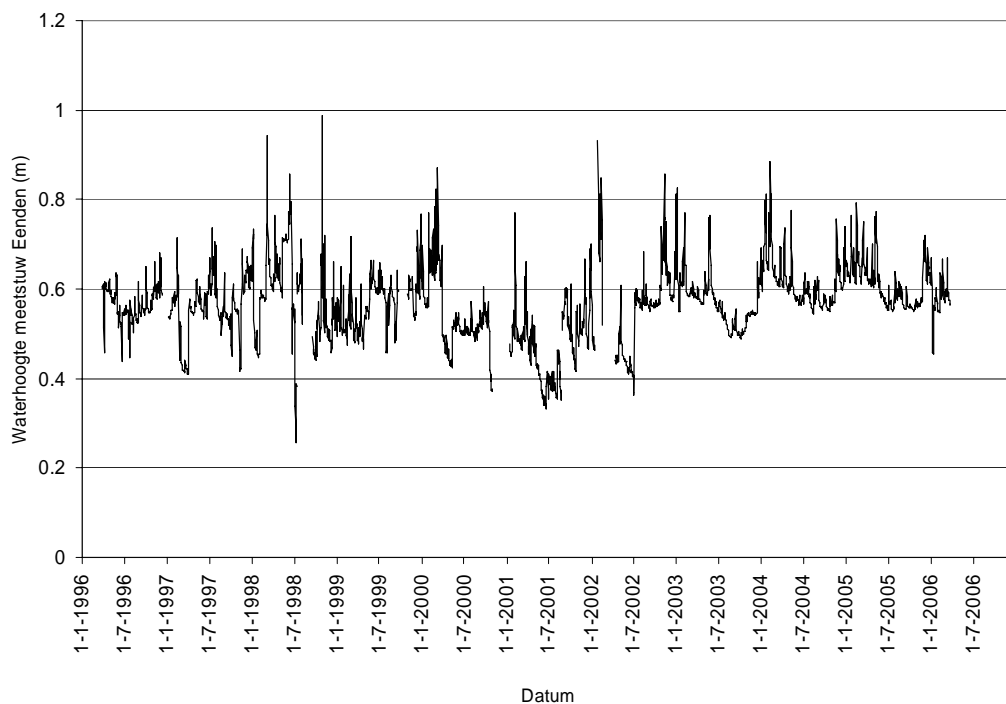
Vanaf 8 augustus 2006 is de waterhoogte van de beek gemeten met behulp van een waterhoogtemeter. Deze meter bevindt zich bovenstrooms van het traject waar hout is ingebracht, tussen de duiker onder de Ledeboerweg en het eerste monsterpunt. Een tweede meter meet vanaf 25 januari 2007 de waterhoogte benedenstrooms van het traject, bij het meest westelijk gelegen bruggetje op het landgoed 't Holthuis (monsterpunt 3).

Op basis van waterhoogtemetingen aan de Deurningerbeek (periode 1996-2006), uitgevoerd door het Waterschap Regge en Dinkel (circa 5 kilometer stroomafwaarts van het onderzoekstraject), valt af te leiden dat er grote schommelingen in waterhoogten te verwachten zijn in de Jufferbeek (Figuur 2). De veranderingen in waterhoogte zijn uitgezet in de tijd en vergeleken met de neerslag bij weerstation Losser. Daarnaast zijn de twee locaties (boven- en benedenstrooms van het traject waar hout ingebracht is) met elkaar vergeleken. Allereerst is gekeken hoe de

gemiddelde waterhoogte verschilt tussen beide locaties. Daarnaast zijn de afvoerpieken vergeleken. Deze zijn gedefinieerd als een toename in waterhoogte van minimaal 10 centimeter in 2 dagen (vanaf 26 februari 2007 gebeurde dit 28 keer). Twee eigenschappen van de pieken zijn vergeleken tussen de beide locaties:

- absolute waterhoogte verschil tijdens een piek. Dit is een absolute maat voor de hoogte van de piek. Berekend is de waterhoogte van een bepaalde dag verminderd met de waterhoogte die 2 dagen daarvoor is gemeten.
- relatieve waterhoogte verschil tijdens een piek. Waarbij het absolute waterhoogte verschil is gedeeld door de waterhoogte.

Er is onderzocht of er verschillen zijn in de eigenschappen van de pieken in het benedenstroomse traject ten opzichte van het bovenstroomse traject.



Figuur 2. Waterniveaumetingen meetstuw Eenden, Deurningerbeek, in de periode 1996-2006 (Waterschap Regge en Dinkel).

2.3 Morfologie

2.3.1 Dimensies beek

De beek is in juli 2005 vanaf de duiker onder de Ledeboerweg (x:258.7, y:478.8) tot aan de Oude Postweg (x:257.4, y:479.0) ingemeten. Per 50 m is op drie punten de bodemhoogte bepaald; voor de linker- en rechteroever en de beekbedding is de hoogte boven N.A.P. gemeten. Indien een spoelkom aanwezig is, is een plek voor of na de kom ingemeten. Aan de hand van deze gegevens is een verhanglijn voor het beektraject afgeleid. Ook is per 30 m beektraject de maximale diepte (Thalweg) en de natte breedte bepaald.

2.3.2 Substraatschattingen

Substraatschattingen van het hele beektraject hebben plaatsgevonden in juli 2005. De beek is met behulp van een meetlint, dat midden in de beek is aangebracht, verdeeld in trajecten van 30 m. Per 5 meter beekbedding is per substraattypen het aandeel oppervlakte dat ingenomen werd van de totale beekbedding geschat. De volgende substraatklassen zijn onderscheiden:

- slib en fijne detritus (organisch materiaal <2 mm),
- grove detritus (deeltjes >2 mm, zoals bladfragmenten en kleine stukjes tak),
- blad,
- takken en boomwortels,
- grind (en keien) (korrelgrootte >2 mm),
- zand (korrelgrootte <2 mm),
- levende vegetatie (zowel in de beek wortelende kruidige vegetatie, overhangende en onder de waterspiegel reikende vegetatie),
- overige (bijvoorbeeld klei, veen en ijzeroerafzettingen).

De ligging van duidelijk herkenbare objecten, zoals bomen of bruggetjes, is genoteerd. Deze markeerpunten zijn geschikt als ijkpunten bij een toekomstige herhaling van deze substraatopnamen. Ervaring heeft uitgewezen dat de onnauwkeurigheid van deze schattingen ongeveer 5% bedraagt.

Naast deze eenmalige opname is in 2005-2007 tijdens het bemonsteren van de macrofauna geschat wat de bedekking is van elk substraat. Ook deze schattingen zijn op 5% afgerond. Patronen in bedekkingspercentages van verschillende substraten zijn geanalyseerd met behulp van een Before After Control Impact analyse (BACI, paragraaf 2.5.3) Tevens is per substraat de stroomsnelheid boven het substraat gemeten.

2.3.3 Houtig materiaal

De beek is met behulp van een meetlint, dat midden in de beek is aangebracht, verdeeld in trajecten van 30 m. Per traject van 30 m is al het houtig materiaal ingemeten, hieronder vielen:

- in de beek wortelende bomen, waarbij de wortels uitsteken tot in de beek,
- takken of stammen met een minimale diameter van 4 cm die geheel of gedeeltelijk in de beek liggen,
- omgevallen bomen die over de beek liggen.

Om een indruk te kunnen krijgen van de hoeveelheid houtig materiaal dat geheel of gedeeltelijk in de beek aanwezig is, is onderscheid gemaakt tussen 5 verschillende klassen of configuraties:

0. boom in beek,
1. enkel (1 tak),
2. accumulatie van 2-5 takken,
3. accumulatie van 6-10 takken,
4. accumulatie van >10 takken.

Ook de locatie van dit materiaal ten opzichte van de bedding is genoteerd:

- bomen die op de overgang beek-beekoever groeien en daarmee de stroomdraad beïnvloeden,
- volledig over de beek hangende boomstammen, maar niet het water rakend,
- stammen of takken die in het water over de volledige breedte van de beekbedding liggen,
- stammen of takken die maar een gedeelte van de beekbedding bedekken, zodat het water er vrij omheen kan stromen.

2.4 Fysische en chemische karakterisering

De stroomsnelheid van de beek is boven elk substraat afzonderlijk gemeten.

De chemische samenstelling van het water is enkele malen bepaald door het nemen van een watermonster. Deze watermonsters zijn ingevroren totdat verdere analyse is verricht door het Vitens drinkwaterlaboratorium in Utrecht (NEN-EN-ISO/IEC 17025). Concentraties van de volgende anionen en kationen zijn bepaald: ijzer, waterstofcarbonaat, totaal fosfaat, sulfaat, Kjeldahl-stikstof, orthofosfaat, nitriet, nitraat, natrium, magnesium, kalium, chloride, calcium en ammonium. Totaal stikstof is vervolgens berekend als de som van Kjeldahl-stikstof en ammonium. Onderzocht is of er verschillen in patronen te vinden zijn tussen locaties, tussen seizoenen en tussen jaren. Daarnaast is onderzocht of de chemische toestand van de Jufferbeek voldoet aan de GET of ZGET normen voor nutriënten voor het watertype R4: 'permanent langzaamstromende bovenloop op zand' (Heinis & Evers 2007).

2.5 Macrofauna

2.5.1 Bemonstering

De monsterpunten 1, 2 en 3 zijn tweemaal per jaar bemonsterd, éénmaal in het voorjaar (april) en éénmaal in het najaar (oktober). In 2005 is zowel in het voor- als het najaar per substraattypen een monster genomen (habitat bemonstering). Afhankelijk van het oppervlak dat het substraattypen innam, is voor de zeer kleine oppervlakten een micro-macrofauna schoffel (15 x 20 cm, 2 cm diep) gebruikt en voor de andere monsters een standaard-handnet (25 x 30 cm, maaswijdte 500 µm). De schoffel is in een snelle, korte beweging door het substraat gehaald. Het net is, verspreid over het monsterpunt, door de waterlaag en de bovenste laag van het substraat gehaald. De afstand die hierbij werd overbrugd is genoteerd. In 2006 zijn alle monsters genomen met een standaard-handnet (maaswijdte 500 µm) en zijn alle submonsters van de verschillende substraattypen gecombineerd tot 1 monster per monsterpunt.

Het materiaal is per habitat of monster in een emmer verzameld en meegenomen naar het laboratorium. Hier is het monster in de koelkast bewaard en belucht totdat het is uitgezocht (binnen 2 dagen na het veldbezoek). De macrofauna is vervolgens op naam gebracht, voor zover mogelijk tot op soortniveau.

2.5.2 Standarisering

Vooraf aan de gegevensanalyse zijn de data gestandaardiseerd. Ten eerste zijn de abundanties van de taxa per monsterlocatie gestandaardiseerd naar een vergelijkbare eenheid (standaard monsterlengte op basis van de afstand die is overbrugd bij de bemonstering) en verdeeld naar het aandeel van de verschillende habitats per locatie. Ten tweede zijn de macrofaunagegevens taxonomisch afgestemd. In niet alle gevallen kon de macrofauna namelijk tot op soort gedetermineerd worden, bijvoorbeeld doordat bepaalde individuen nog niet ver genoeg ontwikkeld zijn. In deze gevallen is niet verder gedetermineerd dan tot het genus of de familie waartoe het organisme behoort. Daarom is in dit rapport de term taxon gebruikt (dit kan een soort zijn, maar ook een genus of een familie). Als het alleen soorten betreft, is gewoon soort gebruikt. Bij analyses kunnen determinaties op verschillende niveaus de resultaten vertekenen. Dit is bijvoorbeeld het geval als tijdens de ene bemonstering een soort is gevonden maar tijdens de volgende bemonstering alleen is gedetermineerd tot het genus waartoe deze soort behoort. Het is dan niet duidelijk of het dezelfde of een andere soort binnen dit genus betrof. Om hiervoor te corrigeren is voor ieder taxon berekend in hoeveel van de monsters en met hoeveel individuen het taxon voorkwam. Deze frequenties en abundanties hebben de beslissingen ondersteund die genomen zijn bij de taxonomische afstemming. Bij de taxonomische afstemming zijn de volgende criteria gehanteerd:

- afstemming heeft plaatsgevonden op een zo laag mogelijk niveau, bij voorkeur op soortsniveau,
- indien een klasse, orde, familie of genus op een paar uitzonderingen na is uitgedetermineerd tot een lager niveau, is het hogere niveau verwijderd en het lagere niveau gehandhaafd,
- indien de frequentie waarmee het hogere niveau voorkwam echter meer dan 10% van de frequenties van de onderliggende taxa gezamenlijk is, dan is het lagere niveau omgezet naar het hogere niveau,
- het 10%-criterium is geen harde grens. Bij grensgevallen is gekeken naar de indicatieve waarde van de onderliggende families, genera en soorten. Verschillen de onderliggende taxa duidelijk van elkaar qua ecologie (bijvoorbeeld verschillen in habitatvoorkeur of voedingsgroep) dan is gekozen om het hogere niveau te verwijderen. Indien het hogere niveau al een zeer indicatieve waarde heeft en de taxa van het onderliggende niveau nauwelijks van elkaar verschillen qua ecologie is gekozen voor het hogere niveau,
- alle mannetjes, vrouwtjes, poppen, larven, juvenielen en nymfen, zijn samengevoegd met de soort,
- voor soorten en groepen/aggregaten zijn dezelfde criteria gehanteerd als voor de keuze tussen genus en soort. Indien de frequentie waarin de groep is gegeven meer dan 10% van de totale frequentie van de onderliggende soorten inneemt, dan zijn de soorten onder de groep geschaard.

Ten derde zijn de abundanties van de macrofauna getransformeerd. Transformeren is wenselijk omdat ecologisch gezien het relatieve verschil tussen 1 en 6 exemplaren van groter belang is dan het verschil tussen 101 en 106 exemplaren. Daarnaast wordt een normale verdeling in de data beter benaderd, hetgeen vaak noodzakelijk is voor

analyse. Ook wegen soorten met hoge abundanties veel zwaarder mee in de analyse dan soorten met lage abundanties wat niet wenselijk is en gedeeltelijk gecorrigeerd kan worden door transformatie. De voorkeur gaat uit naar een Preston transformatie: $^2\log(x+1)$ (Preston, 1962) waarbij het optellen van het getal 1 zorgt dat de vele nulwaarden in de monsters gelogarithmiseerd kunnen worden en de $2\log$ de voorkeur heeft boven een natuurlijke (\ln) of $10 \log$ om dat in het verleden is aangetoond dat dit bij macrofauna data zorgt voor het behoud van zoveel mogelijk informatie.

2.5.3 Data-analyse

De gegevens zijn vervolgens op drie manieren geanalyseerd. Om uit te zoeken of er bepaalde patronen te herkennen zijn in de spreiding van de monsterpunten op basis van hun soortensamenstelling, is er een multivariate analyse uitgevoerd. Allereerst is er een Detrended Correspondence Analysis (DCA, detrending by segments) uitgevoerd om de lengte van de gradiënt in de dataset te bepalen. Op basis hiervan is gekozen of een lineaire of unimodale techniek het meest geschikt is om de dataset te analyseren. In beide gevallen is de gradiënt dusdanig kort dat naar alle waarschijnlijkheid veel soorten een monotoon stijgend of dalend verloop vertonen ten opzichte van de gradiënten in de dataset. Daarom is ervoor gekozen een indirecte lineaire techniek te gebruiken: Principal Component Analysis (PCA). Bij een indirecte ordinatie wordt geen direct verband met de milieuv variabelen gelegd, maar worden de monsters alleen op basis van hun soortensamenstelling in een diagram geplaatst. Achteraf kan er wel een verband met bepaalde milieuv variabelen worden aangegeven. Tevens is een directe lineaire techniek (RDA) gebruikt om te bepalen in hoeverre bepaalde variabelen de variatie in de macrofaunasamenstelling gebruiken. Met behulp van een Monte Carlo permutatie test, is getest of de relatie tussen de soorten en milieuv variabelen groter is dan verwacht wordt op basis van toeval ($\alpha < 0.05$).

2.5.3.1 Principal Response Curve analyse (PRC)

Ook is er een Principal Response Curve analyse (PRC) uitgevoerd. PRC is een multivariate techniek waarbij de samenstelling van monsters (hier macrofauna) wordt geanalyseerd. Deze techniek is vooral geschikt is om het effect van bepaalde behandelingen (in dit geval houtinbreng) in de tijd te onderzoeken. De methode maakt het mogelijk om het effect van de behandeling op individuele soorten samen te vatten in één grafiek waarbij het effect op de hele gemeenschap zichtbaar is. PRC geeft informatie over dat gedeelte van de variatie dat wordt verklaard door de behandeling en de tijd, waarbij de behandeling steeds wordt vergeleken met een controle. Er is gebruik gemaakt van een partiele RDA, waarbij eerst gecorrigeerd is voor de variatie in de macrofaunasamenstelling die veroorzaakt wordt door de tijd (in dit geval het monstertmoment). Daarna is de behandeling (in dit geval houtinbreng) gebruikt om de variatie in de macrofaunasamenstelling te verklaren. In dit onderzoek is voor de PRC gebruik gemaakt van verklarende variabelen behandeling x tijdstip, waarbij controle behandelingen en tijdstippen voor de houtinbreng niet als variabelen zijn meegenomen.

Het resultaat van de analyse is een grafiek, waarbij op de x-as de tijd wordt vermeld en de 'Principal Response' (oftewel de canonical coefficient relatief ten opzichte van de controle) op de y as. The significantie van de PRC is verkregen met behulp van een Monte Carlo permutatie test, welke gebruik maakt van F-type statistiek gebaseerd op de eigenvalue van de component (Ter Braak and Smilauer 1998). De nulhypothese (H0) is dat er geen effect is van behandeling op alle tijdstippen en voor alle soorten.

Naast de PRC kunnen taxon gewichten worden verkregen, welke de reactie van elk taxon op de behandeling in de tijd weergeven (taxon neem af of toe, of verschijnt of verdwijnt) en aangeeft of een taxon een belangrijke rol speelt in het verkrijgen van de PRC. Taxa met een positieve score nemen toe, taxa met negatieve score nemen af. Hoe verder de score van een taxon van 0 verwijderd ligt, hoe groter de toe- of afname is en hoe belangrijker de soort is bij het verklaren van het algehele patroon van alle taxa samen. In de huidige analyse is gekozen om de grens van deze gewichten te trekken bij 0.9, waarbij soorten met een gewicht van <-0.9 of >0.9 zijn meegenomen. Over het algemeen zijn soorten met het hoogste gewicht niet altijd de soorten die het sterkst reageren. Als een soort bepaalde bijvoorbeeld veel gevoeliger is dan andere soorten en de reactie van deze soort sterk afwijkt van de reactie van alle andere soorten samen, dan krijgt deze soort juist een laag gewicht.

De eigenwaarde van de eerste as geeft aan welk gedeelte van de variantie wordt verklaard door deze as. Verder is gegeven het gedeelte dat verklaard wordt door tijd ($100 \cdot (1 - \text{sum of all unconstrained Eigenvalues})$) en aan de andere kant door de invloed van houtinbreng ($100 \cdot \text{sum of all canonical Eigenvalues}$) Ten slotte is het percentage variatie dat verklaard wordt door de houtinbreng van de overgebleven variatie die verklaard wordt door de eerste as ($100 \cdot (\text{Eigenvalue of the first canonical axis} / \text{sum of all Eigenvalues})$) (Van den Brink and Ter Braak 1998, 1999). Met behulp van een Monte Carlo permutation test, kan worden aangetoond dat de relatie tussen de soorten en de behandeling (houtinbreng) groter is dan verwacht wordt op basis van toeval ($P < 0.05$). Alle testen zijn uitgevoerd met SPSS 15.0 voor Windows en alle multivariate analyses zijn uitgevoerd naar methode van Van den Brink and Ter Braak (1998, 1999) met behulp van het programma CANOCO 4.51 for Windows (Ter Braak & Smilauer 2003).

2.5.3.2 Before After Control Impact (BACI) analyse

Naast een PRC is er ook onderzocht wat het effect is van houtinbreng zonder daarbij de variatie in de tijd na houtinbreng te betrekken. Dit is gedaan met behulp van een Before After Control Impact (BACI) analyse. De afstand van de monsters in het houttraject tot de controle wordt zo in beeld gebracht. In plaats van het effect van houtinbreng op elk tijdstip dat gemonsterd is, is nu het effect van alle tijdstippen na houtinbreng samen in beeld gebracht. De variabelen behandeling x tijdstip, worden hierbij vervangen door één nieuw variabele, te weten "houtinbreng". De analyse lijkt verder veel op de hierboven beschreven PRC analyse.

2.5.3.3 Autoecologie

Taxa geven informatie over het milieu waarin ze voorkomen, doordat ze bepaalde aanpassingen hebben. De taxa die zijn aangetroffen in de Jufferbeek zijn daarom gekoppeld aan databases met autoecologische informatie. Uit deze databases zijn de preferenties van de taxa voor verschillende omstandigheden geselecteerd:

- mate van stroming van het water (stromingsindex, Verdonschot & Van den Hoorn 2005),
- indicatoren voor verstoring (o.a. hydrologische verstoring, eutrofiëring, droogval) (Verdonschot et al. 2004).
- functionele voedingsgroep (Van der Hoek & Verdonschot 1994),
- bewegingsgedrag (Verdonschot 1990).

Ook is voor de taxa de zeldzaamheid voor Nederland bepaald aan de hand van de zeldzaamheidslijst van macrofauna in de Nederlandse binnenwateren (Nijboer & Verdonschot 2001).

2.6 Nulsituatie

Om een beeld te krijgen van de nulsituatie heeft naast eerder genoemde monitoring een eenmalige bevissing plaatsgevonden. Op 7-12-2005 is de visstand geïnventariseerd in samenwerking met het RIVO. Met behulp van een elektrisch schepnet (400 V, 50 pulsen/seconde) zijn twee trajecten bevestigd. Het eerste traject, ongeveer 300 m lang, omvat het beektraject tussen de twee bruggetjes op het landgoed 't Holthuis (monsterpunt 3). Het tweede traject omvat de beek vanaf het oostelijke bruggetje op het landgoed tot circa 200 m stroomopwaarts (monsterpunt 2).

Ook zijn in het voorjaar en najaar van 2005 op elk monsterpunt alle aanwezige habitats bemonsterd om zo de verschillen in de macrofaunasamenstelling op habitatniveau in beeld te brengen. De resultaten van deze nulsituatie beschrijving staan vermeld in Bijlage 4.

3 Resultaten

3.1 Hydrologie

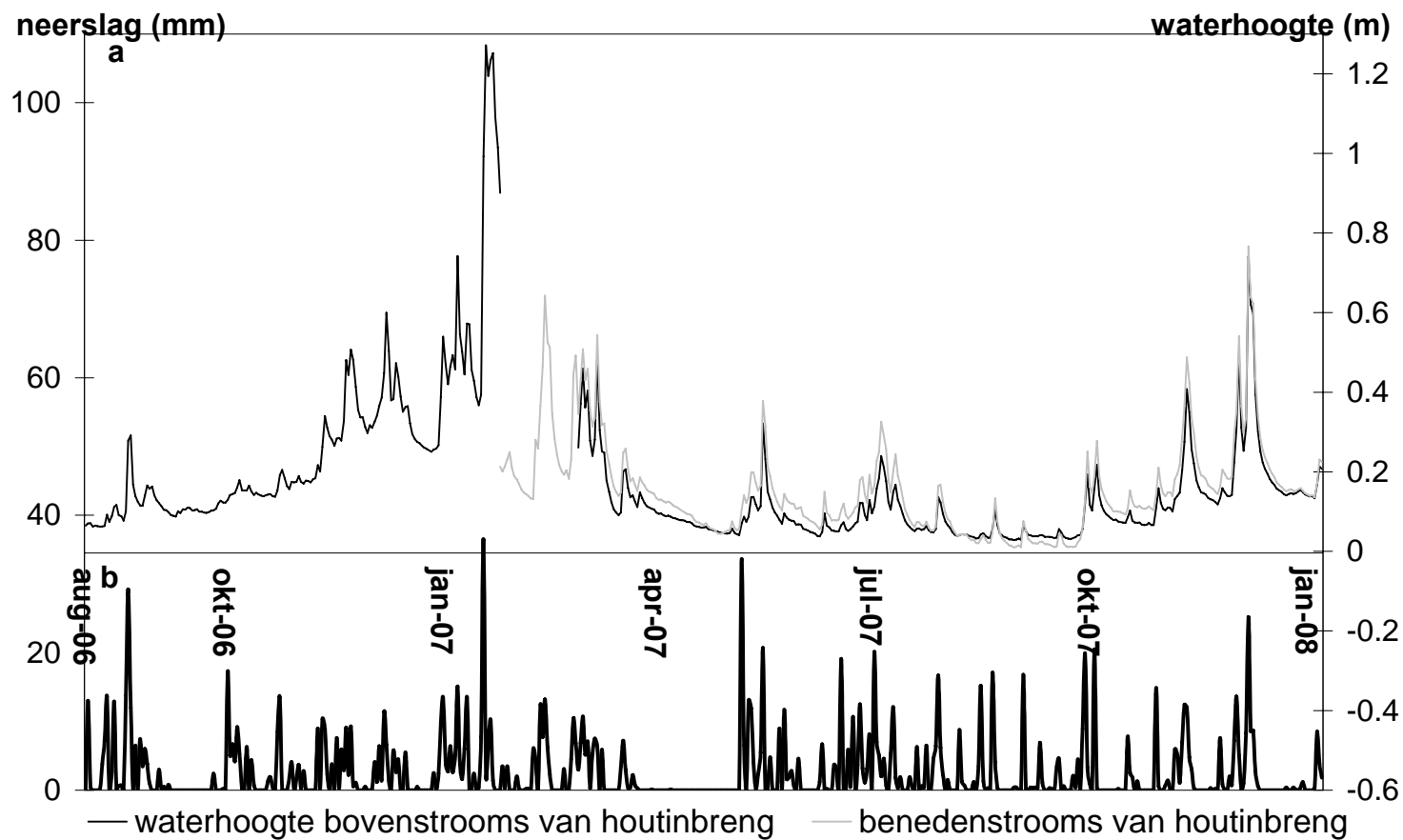
De meetgegevens van 3 augustus 2006 tot 7 januari 2008 laten een stijging zien van het waterniveau in de late herfst en winter (Figuur 3). Dit is waarschijnlijk het gevolg van grondwateraanvulling en continue neerslag in de herfst. Er zijn verschillende pieken te zien, waarbij de grootste piekafvoer is waargenomen op januari 2007 waarbij het waterniveau binnen drie dagen steeg van 40 naar 127 cm op 19 januari, dit correspondeert met zware regenval (36.5 mm) op 18 januari 2007 (Weerstation Losser). Als gevolg van deze piek is de waterhoogte meter weggeslagen, hetgeen het tijdelijke gat in de grafieklijn verklaart. De snelle, sterke fluctuaties in afvoer geven de beek een 'flashy' karakter, waarschijnlijk als gevolg van drainage of oppervlakkige afspoeling bovenstrooms. Naast vele pieken in de winter, komen er in de zomer ook regelmatig sterke stijgingen van de waterhoogte voor, zoals bijvoorbeeld het geval is op 22 augustus 2006 en 5 juli 2007. De zomer van 2007 kende daarnaast ook droge periodes, zoals op 29 augustus 2007 toen de waterhoogte slechts 1 cm bedroeg, een hoogte die werd gemeten na een periode zonder neerslag (6 dagen geen neerslag).

Wat verder opvalt is dat de waterhoogte benedenstrooms van het traject waar hout in is gebracht sterkere fluctuaties vertoont dan bovenstrooms. De pieken zijn hier hoger en de basishoogte in droge periodes soms hoger, maar ook soms lager. In een vergelijkbare periode is de gemiddelde waterhoogte benedenstrooms van het ingebrachte hout hoger (14.5cm) dan bovenstrooms (11.7 cm, Tabel 3).

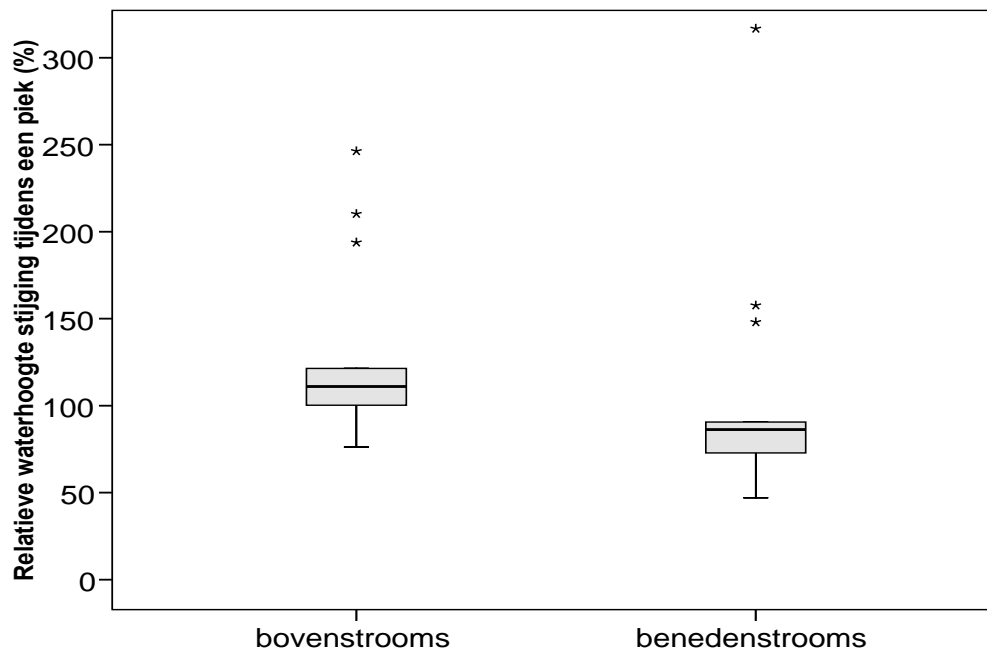
De eigenschappen van de pieken in beide trajecten verschillen eveneens. Hoewel het gemiddelde absolute waterhoogte verschil dat optreedt tijdens een piek vergelijkbaar is tussen beide trajecten (20 cm, Tabel 3), is er een verschil in het relatieve hoogteverschil. In het bovenstroomse traject neemt de waterhoogte tijdens een piek gemiddeld met 129% toe, terwijl benedenstrooms van het traject dit slechts 105% is (Wilcoxon Signed Rank, $P=0.001$, $\alpha=0.05$).

Tabel 3. Eigenschappen van pieken

		aantal	gemiddelde	sdd	Z	P
waterhoogte (m)	boven	315	0.117	0.10	-13.3	0.000
	beneden	315	0.145	0.11		
absoluut hoogteverschil tijdens piek (m)	boven	28	0.2	0.11	-0.16	0.875
	beneden	28	0.2	0.09		
relatief hoogteverschil tijdens piek(%)	boven	28	129	50	-3.30	0.001
	beneden	28	105	68		



Figuur 3. a. Waterhoogte (m) Jufferbeek ter hoogte van monsterpunt 1 (bovenstrooms) en 3 (benedenstrooms) in de periode 3 augustus 2006 tot 7 januari 2008. Tussen 16 en 18 januari 2007 is een hoge piekafvoer zichtbaar. b. Neerslagpatroon (mm) bij weerstation Losser.



Figuur 4. Relatieve waterhoogte stijging tijdens een piek. Bovenstrooms van het houttraject is de stijging gemiddeld 129 van de basiswaterhoogte in de beek, benedenstrooms is dit 105% van de basiswaterhoogte voorafgaand aan de piek.

Dit is waarschijnlijk te verklaren doordat door het ingebrachte hout retentie optreedt. Takken en boomstammen vormen een verhoging van de stromingsweerstand en veroorzaken daardoor hogere waterstanden. Tevens zorgt retentie voor aftopping van piekafvoeren. De datum waarop begonnen is met het meten van de waterhoogte is echter na de datum waarop hout is ingebracht en er kan dus geen vergelijking worden gemaakt met de situatie voor houtinbreng. Een tweede verklaring zou dan kunnen zijn dat andere eigenschappen van het benedenstroomse traject van de beek (breedte, diepte, profielvorm) er voor zorgen dat het waterhoogteverschil tijdens pieken gedempt wordt.

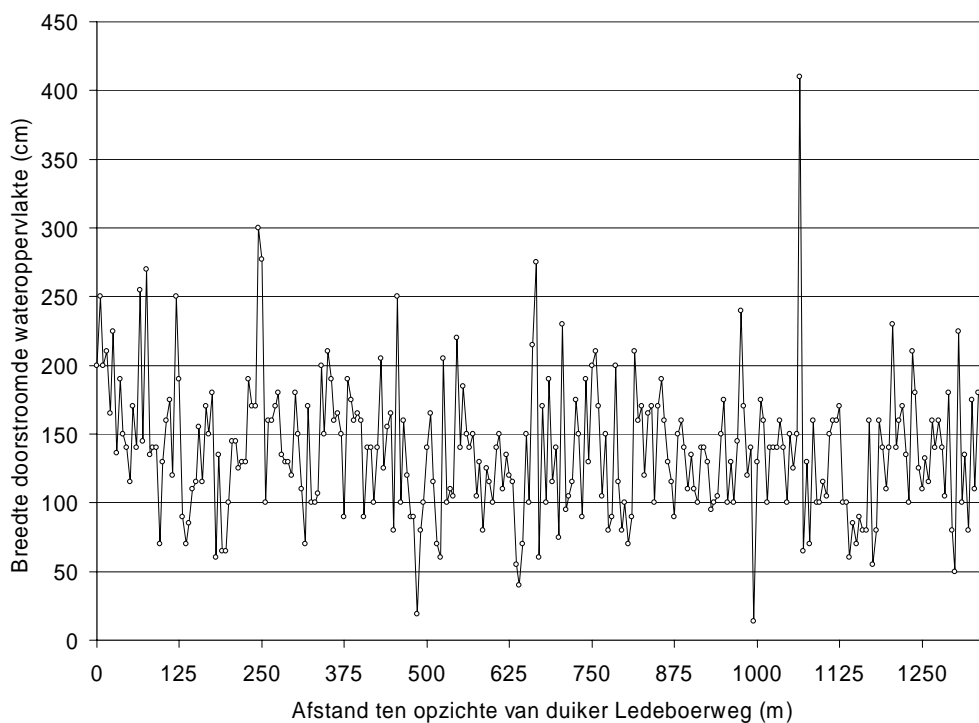
De periodes van de lagere waterstanden in het benedenstroomse traject na een 6 daagse periode zonder neerslag kunnen eveneens verklaard worden door de theorie waarbij houtinbreng zorgt voor waterretentie. Door de houtinbreng treedt er bovenstrooms stuwning van water op waardoor het water langer in het bovenstroomse traject blijft. In het benedenstroomse traject loopt het water nog steeds weg, waardoor op deze locatie lage waterstanden zijn gemeten.

3.2 Morfologie

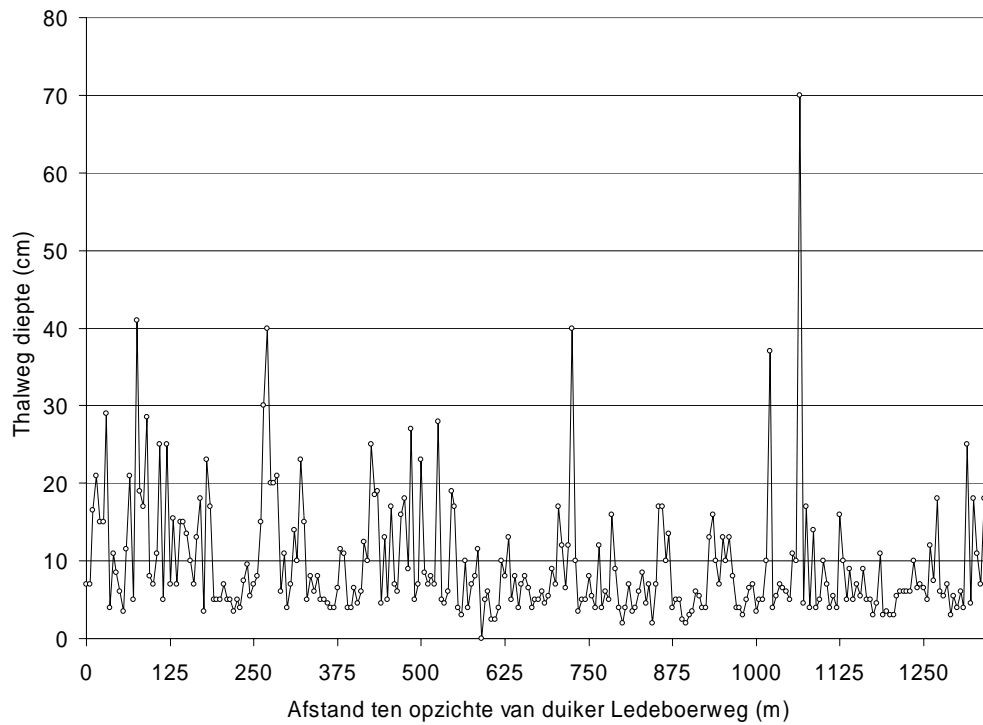
3.2.1 Dimensies beek

In de periode 18 tot 21 juli 2005 is de gemiddelde breedte van het onderzochte traject 138 cm, met een standaarddeviatie van 50 cm (Figuur 4). De minimale breedte is 14 cm, de maximale breedte 410 cm. De maximale diepte (Thalweg) van het onderzochte traject is zeer variabel (Figuur 5). Gemiddeld is de beek 9.5 cm diep, met een standaarddeviatie van 7.8 cm. De minimale diepte is 0 cm, de maximale diepte 70 cm.

Uiteraard zijn deze afmetingen afhankelijk van de afvoer van de beek en zullen dus sterk wisselen in de tijd.

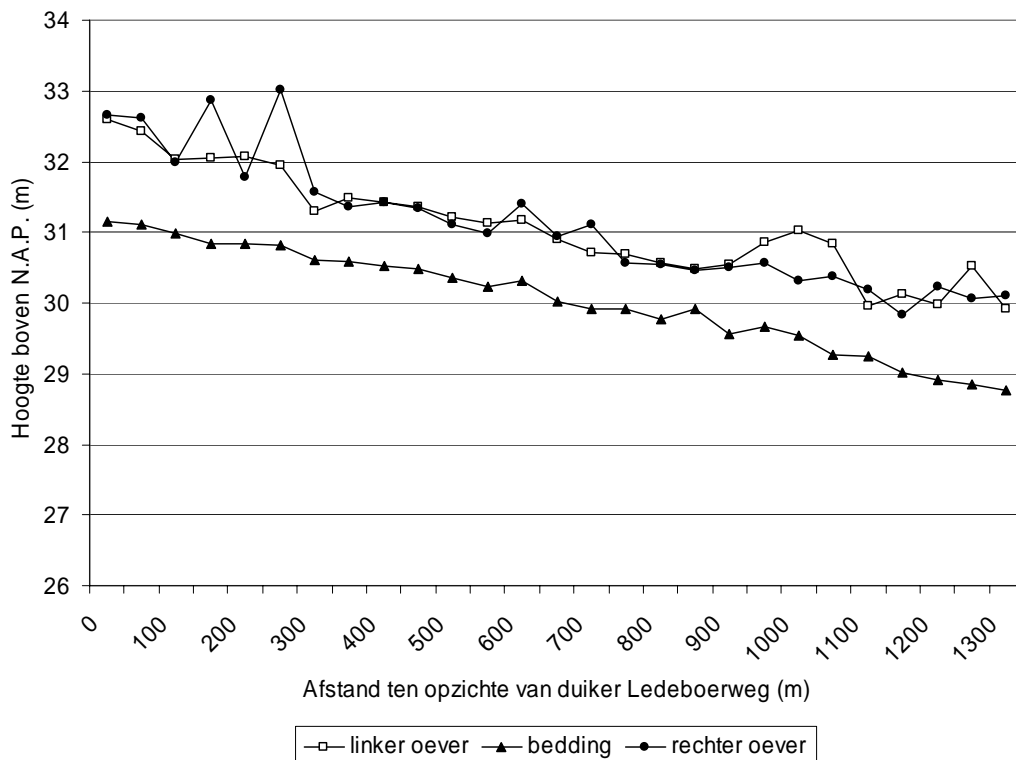


Figuur 5. Breedte van het doorstroomde wateroppervlakte (natte breedte) in de derde week van juli 2005, gemeten vanaf de waterlijn van de linkeroever tot de waterlijn van de rechteroever.



Figuur 6. Maximale diepte in de derde week van juli 2005, gemeten over de gehele natte breedte van een meetpunt (Thalweg).

Op basis van de vervallijn is af te leiden dat het verval in het onderzoekstraject ongeveer 1.6 m/km bedroeg (Figuur 6). Wanneer de vervallijn van het midden van de beekbedding vergeleken werd met die van de linker- en rechteroever, is het duidelijk dat de beek sterk is ingesneden. Gemiddeld bedroeg het hoogteverschil tussen de linkeroever en de bedding 1.0 m ($\pm 1sd = 0.3$ m) en het verschil met de rechteroever 1.1 m ($\pm 1sd = 0.4$ m). Het grootste hoogteverschil tussen de oever en de bedding bedroeg 2.2 m, het kleinste 0.6 m.



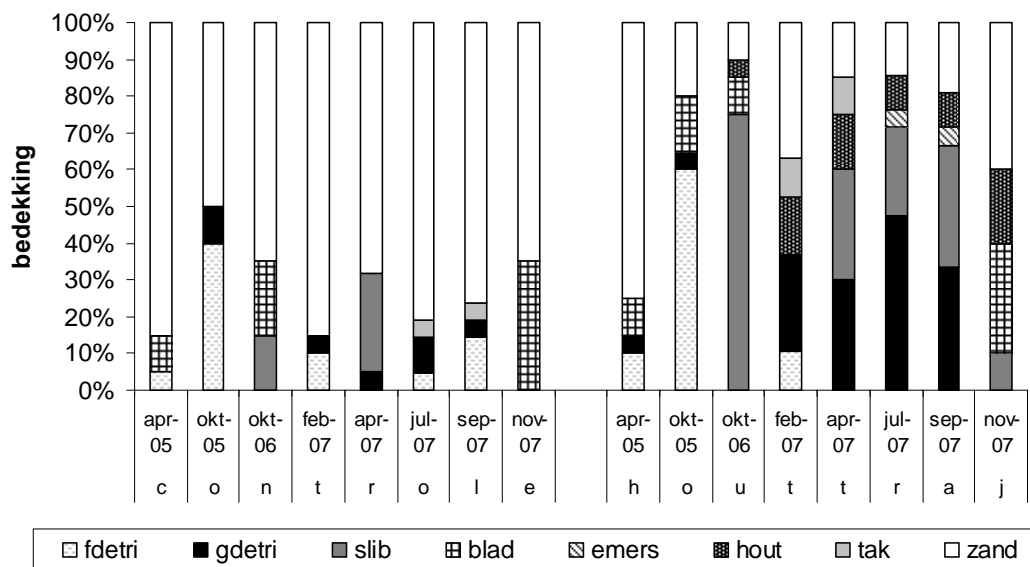
Figuur 7. Vervallijn onderzoekstraject Jufferbeek. De zwarte driehoekjes geven de hoogte boven N.A.P. van het midden van de beekbedding weer, de open vierkantjes en zwarte rondjes de hoogte van de linker- respectievelijk rechteroever (gegevens Waterschap Regge en Dinkel).

3.2.2 Substraten

De beekbedding is in de derde week van juli 2005 gedomineerd door organische substraten. In het grootste gedeelte van het beektraject is detritus het substraattype met het hoogste aandeel (81% van de substraatopnamen). In 17% van de opnamen is zand dominant en 2% van het totaal heeft levende vegetatie het hoogste aandeel. Enkele in de beek aangetroffen macrofyten zijn *Glyceria* sp., *Myosotis* sp., *Callitriche* sp. en *Berula erecta*. In Bijlage 1 zijn de bedekkingspercentages per substraattype weergegeven voor het gehele beektraject in juli 2005.

Gedurende het onderzoek zijn er ook duidelijk verschillen opgetreden in de bedekkingspercentages van verschillende substraten op locatie 1 (controle) en 2 (houttraject). In april en oktober 2005 (voor houtinbreng) vertonen beide trajecten veel overeenkomsten en zijn zand, blad en fijne detritus de voornaamste substraattypen. Daarna blijft in het controletraject zand altijd meer dan 50% bedekken. In het houttraject treden echter grote veranderingen op: in oktober 2006 is er extreem veel slib aanwezig. De bedekking van slib is in 2007 weer minder en de belangrijkste substraattypen zijn dan hout, slib en grove detritus en in het najaar blad. Zand is in het houttraject veel minder aanwezig dan in het controletraject (Figuur 8, Figuur 9). De verschillen in bedekkingspercentages worden voor 43% bepaald door de houtinbreng. Na correctie voor het tijdstip van de opname, omdat aangenomen

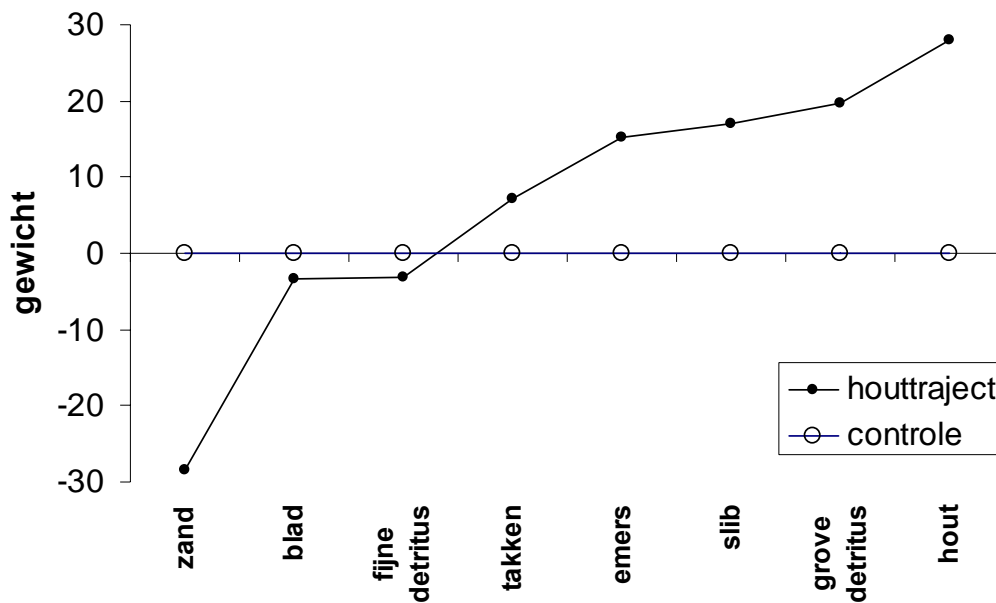
kan worden dat deze variabele veel variatie veroorzaakt, wordt nog steeds 38% van de variatie verklaard door houtinbreng (Tabel 4). In Figuur 8 is zichtbaar dat in 2005, voor het hout is ingebracht, de twee locaties veel overeenkomsten vertonen. Toch kan de 38% variatie niet geheel toegeschreven worden aan houtinbreng, maar moet ook het verschil tussen de locaties in acht worden genomen. Daarom is tot slot onderzocht wat het effect is van houtinbreng als gecorrigeerd wordt voor tijdstip van de opname en de locatie, er blijft 6% variatie over die direct toegewezen kan worden aan het effect van houtinbreng.



Figuur 8. Bedekkingpercentages van verschillende substraten in de beek. Links de veranderingen van het controletraject in de tijd, rechts de veranderingen in het houttraject. Opgenomen zijn bedekking met fijne detritus, grove detritus, slib, blad, emerse vegetatie, hout, takken en zand.

Tabel 4. Aandeel van locatie, tijdstip en houtinbreng bij het verklaren van de verschillen in de substraat bedekkingen (RDA).

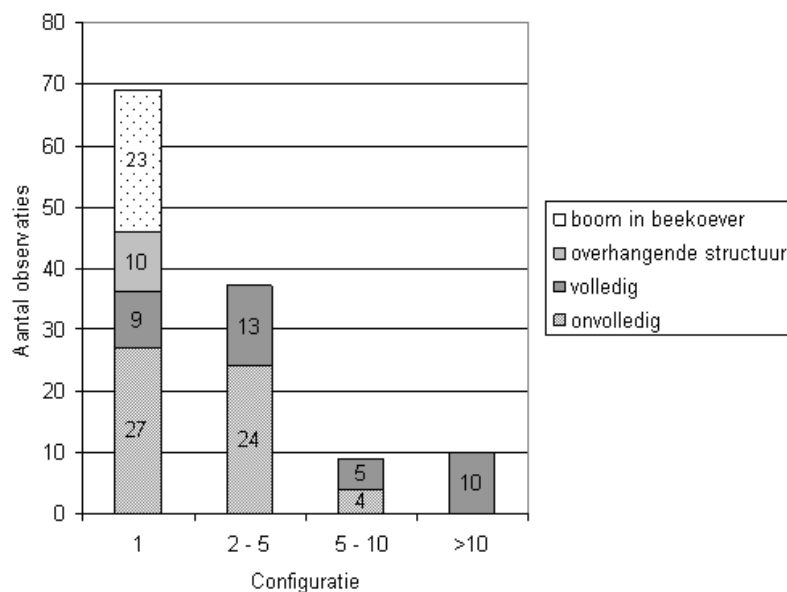
variabele	covariabele	% variatie 1e as	R 1e as	F-ratio	P-waarde
locatie		34	0.78	7.3	0.002
tijdstip opname		20	0.75	2.0	0.82
houtinbreng		43	0.87	10.6	0.002
houtinbreng	tijdstip	38	0.95	22.10	0.002
houtinbreng	tijdstip, locatie	6	0.81	3.5	0.05



Figuur 9. Veranderingen van substraatbedekkingen in het houttraject na houtinbreng ten opzichte van het controletraject. Gewicht geeft het belang van elk substraat weer. Negatief gewicht betekent dat het substraat minder in het houttraject aanwezig is ten opzichte van het controletraject op hetzelfde tijdstip. Gewichten zijn verkregen door een BACI analyse (RDA).

3.2.3 Houtig materiaal

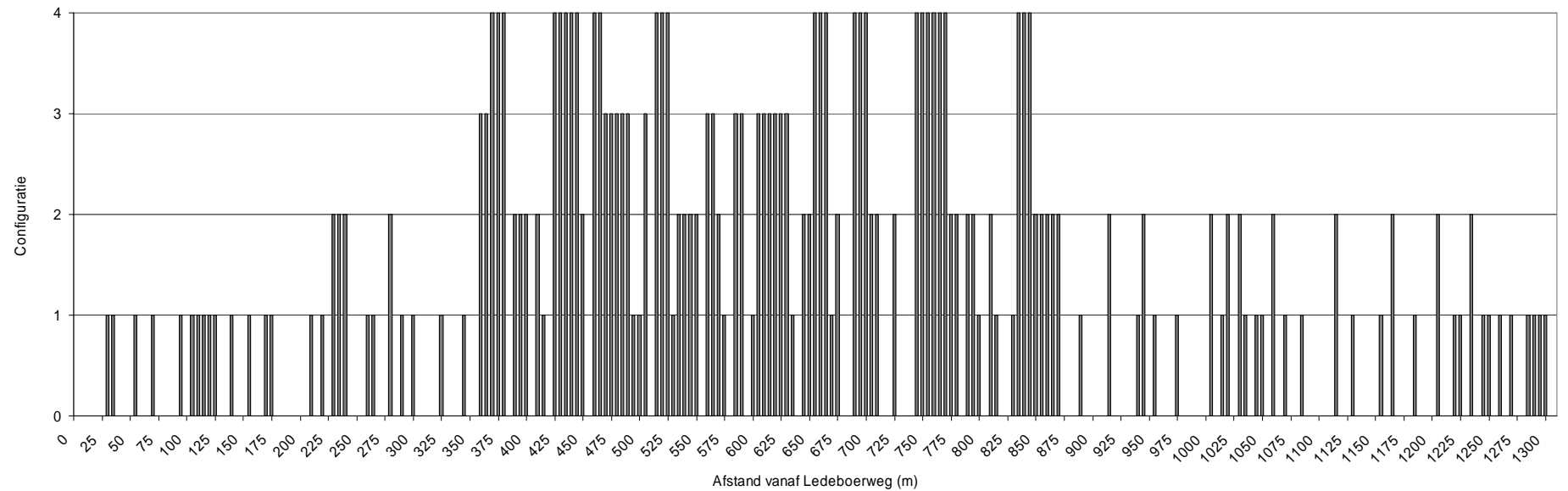
Binnen het onderzoekstraject zijn verschillende typen houtig materiaal aangetroffen (Figuur 10, Bijlage 2). Materiaal met configuratie 1 (losse objecten, zoals een tak of boom) kwam het meeste voor en bestond voornamelijk uit bomen in de beekoever en takken waar het water vrij omheen kon stromen (onvolledige bedekking). Accumulaties van 2-5 takken kwamen minder voor, maar zijn ook relatief talrijk. Ook hier kwam een onvolledige bedekking het meeste voor. Configuraties met 5-10 takken en >10 takken zijn veel minder talrijk en omvatten vaak de gehele beekbedding. Het water moet dan ook over of door deze accumulaties stromen (volledig).



Figuur 10. Aantal en type organische structuren binnen het beektraject vanaf de duiker onder de Ledeboerweg tot het westelijke bruggetje op landgoed 't Holthuis (1310 m), zoals waargenomen op 9 en 10 november 2006. De configuratie van organische structuren met een diameter >4 cm is onderverdeeld in: enkel (losse tak, boom in beekoever), accumulatie van 2 tot 5 takken, accumulatie van 5 tot 10 takken en accumulatie van >10 takken. Er zijn vier typen structuren onderscheiden: 1) bomen die op de overgang beek-beekoever groeien en daarmee de stroomdraad beïnvloeden, 2) volledig over de beek hangende boomstammen, maar niet in het water, 3) stammen of takken die in het water over de volledige breedte van de beekbedding liggen, 4) stammen of takken die maar een gedeelte van de beekbedding bedekken, zodat het water er vrij omheen kan stromen.

Houtig materiaal is aangebracht in het beektraject dat het gedeelte beslaat van 375 m tot 675 m ten opzichte van de duiker onder de Ledeboerweg. In totaal omvat het dus een traject van 300 m. Er zijn enkele duidelijke verschillen tussen het gedeelte van de beek waar houtig materiaal is ingebracht en de rest van het onderzoekstraject (Figuur 11):

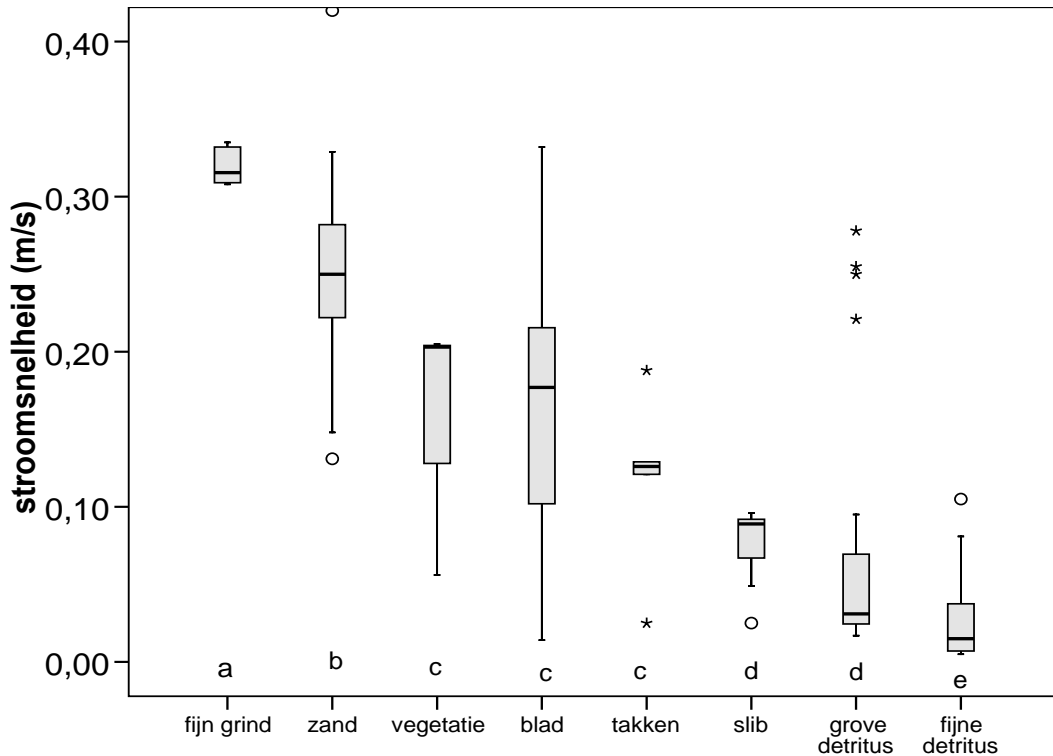
- accumulaties van 5 tot 10 takken en >10 takken (configuratie 3 en 4) kwamen alleen voor op plekken waar hout is ingebracht,
- de dichtheid van houtig materiaal is hoger in het gemanipuleerde gedeelte van de beek.



Figuur 11. Organische structuren in de Jufferbeek, zoals waargenomen op 9-10 november 2006. Afstand is gemeten ten opzichte van de duiker onder de Ledeboerweg (transect van 1310 m) naar stroomafwaarts tot het westelijke bruggetje op landgoed 't Holtbuis. Per 5 meter is de configuratie van organische structuren met een diameter >5 cm vermeld: 1: enkel (losse tak, boom in beekoever), 2: accumulatie van 2 tot 5 takken, 3: accumulatie van 5 tot 10 takken, 4: accumulatie van >10 takken. Houtig materiaal is ingebracht in het traject tussen 375 en 675 m.

3.3 Fysische en chemische parameters

3.3.1 Stroomsnelheid



Figuur 12. Stroomsnelheden boven verschillende substraten in de Jufferbeek. Substraten met dezelfde lettercode verschillen niet significant van elkaar.

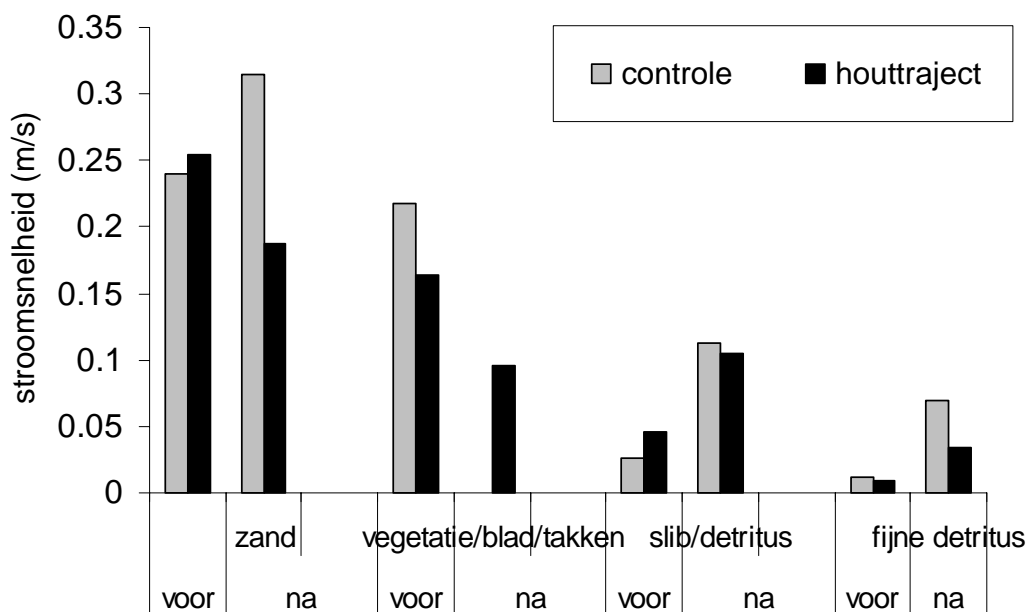
De Jufferbeek is een langzaam stromende beek. De stroomsnelheden verschillen sterk per substraat type (Chi square = 86.7, $P=0.00$) De stroomsnelheid is het hoogste boven het fijn grind, gevolgd door zand, daarna blad, vegetatie en takken. Boven grove detritus en het mengsel van zand en slib is de stroomsnelheid zeer laag, boven fijne detritus het laagst (Figuur 12, Tabel 5). Deze stroomsnelheidsverdeling is logisch, aangezien detritus zeer makkelijk wegspoelt en zich dus verzamelt op plekken met een lage stroomsnelheid. Grind daarentegen komt vrij te liggen bij de hogere stroomsnelheden, wanneer al het andere materiaal weg ge-erodeerd is (Allan 1995). Naast een verschil in stroomsnelheid boven de verschillende substraten is er ook een verschil in stroomsnelheid tussen locatie 1 (bovenstrooms van houttraject) en locatie 2, het houttraject zelf (Tabel 5, Mann Whitney U, $Z=-2.58$, $P=0.01$). Er is geen verschil tussen de snelheid in het traject en locatie 3 benedenstrooms.

Er treedt een verandering op in stroomsnelheid op alle locaties in de tijd. De stroomsnelheid neemt toe boven slib en detritus (Figuur 13, Mann Whitney U $Z=-3.336$, $P=0.001$). Het patroon is echter voor alle locaties hetzelfde en er is dus geen disproportionele stroomsnelheidsverandering waarneembaar in het houttraject.

Tabel 5. Stroomsnelheden boven verschillende substraten: gemiddelde stroomsnelheid (v (gem) in m/s), standaarddeviatie (sd) en categorie. Substraten uit dezelfde categorie verschillen onderling niet in stroomsnelheid.

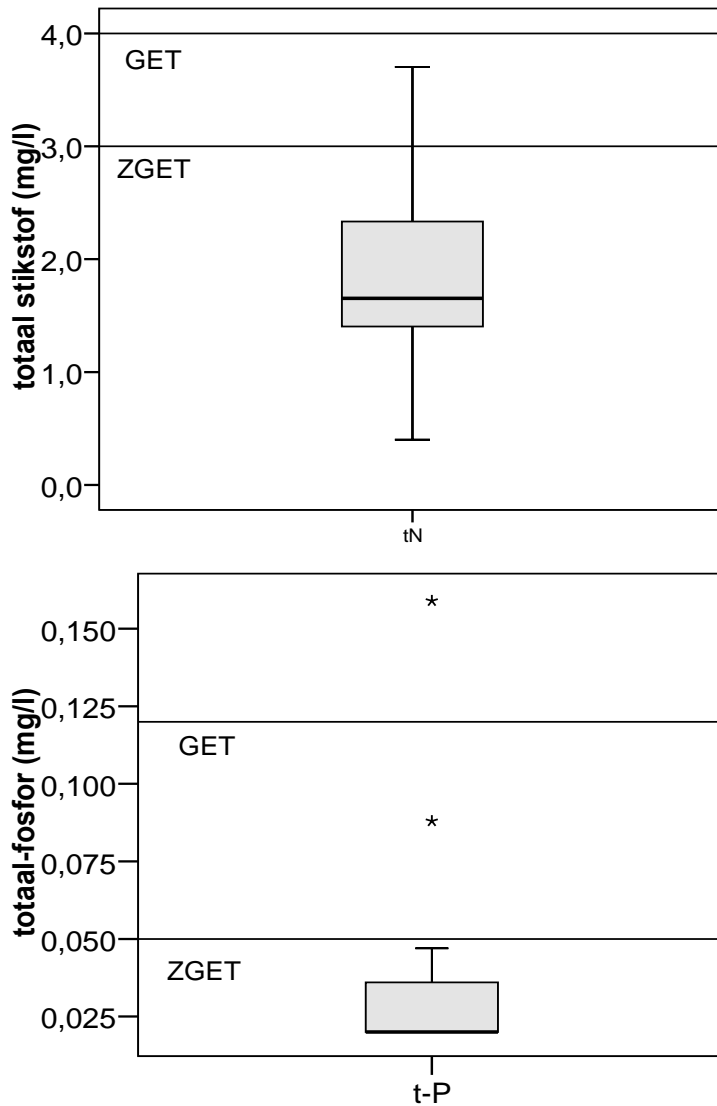
substraat	v (gem)	sd	categorie	locatie	v (gem)	sd
fijn grind	0.32	0.01	a	1 bovenstrooms	0.20	0.15
zand	0.25	0.06	b	2 houttraject	0.16	0.14
vegetatie	0.16	0.07	c	3 benedenstrooms	0.15	0.12
blad	0.17	0.09	c			
takken	0.12	0.06	c			
slib	0.08	0.03	d			
grove detritus	0.07	0.08	d			
fijne detritus	0.03	0.03	e			
multi	0.21	0.16				

Er treedt ook een verandering op die verklaard zou kunnen worden door de houtinbreng: de stroomsnelheid op zand neemt toe in het controletraject, terwijl de snelheid in het houttraject afneemt. De richtingscoëfficiënt van de stroomsnelheidsveranderingen verschilt dus tussen beide trajecten (ANOVA $F=15.8$, $P=0.001$). Tenslotte neemt de snelheid in de organische structuren (bladeren/takken/vegetatie) af binnen het houttraject na de houtinbreng ten opzichte van voor de houtinbreng (voor gemiddelde =0.16 m/s, na gemiddelde is 0.1 m/s $t=2.9294$, $P=0.041$), maar hierbij is geen vergelijking met het controletraject mogelijk (Figuur 13).



Figuur 13. Verandering van de stroomsnelheid boven verschillende substraten, na houtinbreng in zowel het controle- als het houttraject.

3.3.2 Nutriënten



Figuur 14. Totaal fosfor en totaal stikstof concentraties in de Jufferbeek. De overgangen naar GET en ZGET zijn aangeduid in de grafiek.

De chemische parameters vertonen geen verschillende patronen op de verschillende locaties en zijn daarom gezamenlijk geanalyseerd. Om de waarden te toetsen aan de norm voor de Goede Ecologische Toestand (GET) normen voor nutriënten voor het watertype R4: permanent langzaam stromende bovenloop op zand zijn eerst alle monsters meegenomen in de analyse. De totaal fosfor norm voor de GET ($P < 0.12$ mg/l) wordt, behalve door 1 monster, gehaald. Aan de norm beschreven in de referenties en maatlatten van ZGET van hetzelfde type ($P < 0.05$ mg/l) voldoen 2 monsters niet. Alle monsters voldoen aan de GET norm voor totaal stikstof ($N < 4$ mg/l). Er zijn erg hoge waarden voor stikstof en fosfor gemeten op 4 juli 2007, wat

wellicht te wijten is aan een stevige regenbui. Voordat deze waarde gemeten is, heeft het enkele dagen flink geregend (Figuur 3), waardoor nutriënten uit de aanliggende gebieden uitspoelen in de beek. Omdat dit de enige monsters zijn uit de zomermaanden ontstaat er een scheef beeld van veranderingen in nutriëntenconcentratie door het jaar heen. Dit wordt daarom ook niet verder beschreven. Er zijn eveneens geen duidelijke verschillen in nutriëntenconcentraties tussen jaren.

3.4 Macrofauna

3.4.1 Soortensamenstelling

In totaal zijn 226 taxa aangetroffen op de drie monsterpunten in de periode 2005-2007, verspreid over 66659 individuen. Een groot aantal taxa en individuen behoren tot de Chironomidae (vedermuggen). Andere groepen met relatief veel taxa zijn de Oligochaeta (wormen), Hydracarina (mijten), Coleoptera (kevers), Diptera (vliegen en muggen) en Trichoptera (kokerjuffers). Relatief abundant zijn de Trichoptera (kokerjuffers), Crustacea (kreeftachtigen) en Oligochaeta (wormen). Een aantal van de aangetroffen taxa is vrij zeldzaam tot zeer zeldzaam in Nederland (op basis zeldzaamheidslijst Nederlandse macrofauna, Nijboer & Verdonschot 2001) (Bijlage 3). Opvallend is het talrijke voorkomen van de in Nederland vrij zeldzame kokerjuffer *Bereodes minutus*.

De milieu-indicatie van de soorten geeft aan dat het hier voornamelijk gaat om soorten met een voorkeur voor stromend water, die gevoelig zijn voor hydrologische verstoring, morfologische verstoring en eutrofiëring.

Tabel 6. Totaal aantal taxa en aantal individuen per taxonomische hoofdgroep in de zes macrofaunamonsters van de Jufferbeek uit 2005-2006. Het aantal vrij tot zeer zeldzame soorten is vastgesteld aan de hand van zeldzaamheidslijst Nederlandse macrofauna (Nijboer & Verdonschot 2001).

taxonomische hoofdgroep	totaal aantal individuen	aantal taxa	aantal taxa na afstemmen
Gastropoda (slakken)	121	11	7
Bivalvia (tweekleppigen)	4428	6	2
Hirudinea (bloedzuigers)	25	4	4
Oligochaeta (wormen)	18801	21	18
Hydracarina (mijten)	2469	25	1
Crustacea (kreeftachtigen)	5390	6	3
Odonata (libellen)	3	1	1
Ephemeroptera (eendagsvliegen)	1922	6	8
Plecoptera (steenvliegen)	4188	5	1
Heteroptera (wantsen)	180	6	4
Megaloptera (slijkvliegen)	139	1	1
Neuroptera (gaasvliegen)	1	1	1
Coleoptera (kevers)	1170	29	21
Diptera (vliegen en muggen excl. vedermuggen)	2834	27	3
Chironomidae (vedermuggen)	11457	57	40
Trichoptera (kokerjuffers)	9680	20	8
<i>totaal</i>	<i>66659</i>	<i>226</i>	<i>123</i>

3.4.2 Ordinatie van de macrofaunamonsters

De DCA (detrended by segments) geeft aan dat de gradiënt in de dataset klein is (ongeveer 1.4), wat wil zeggen dat er weinig variatie in de data aanwezig is en daarom is gekozen om voor de analyse verder gebruik te maken van een lineaire multivariate analyse techniek.

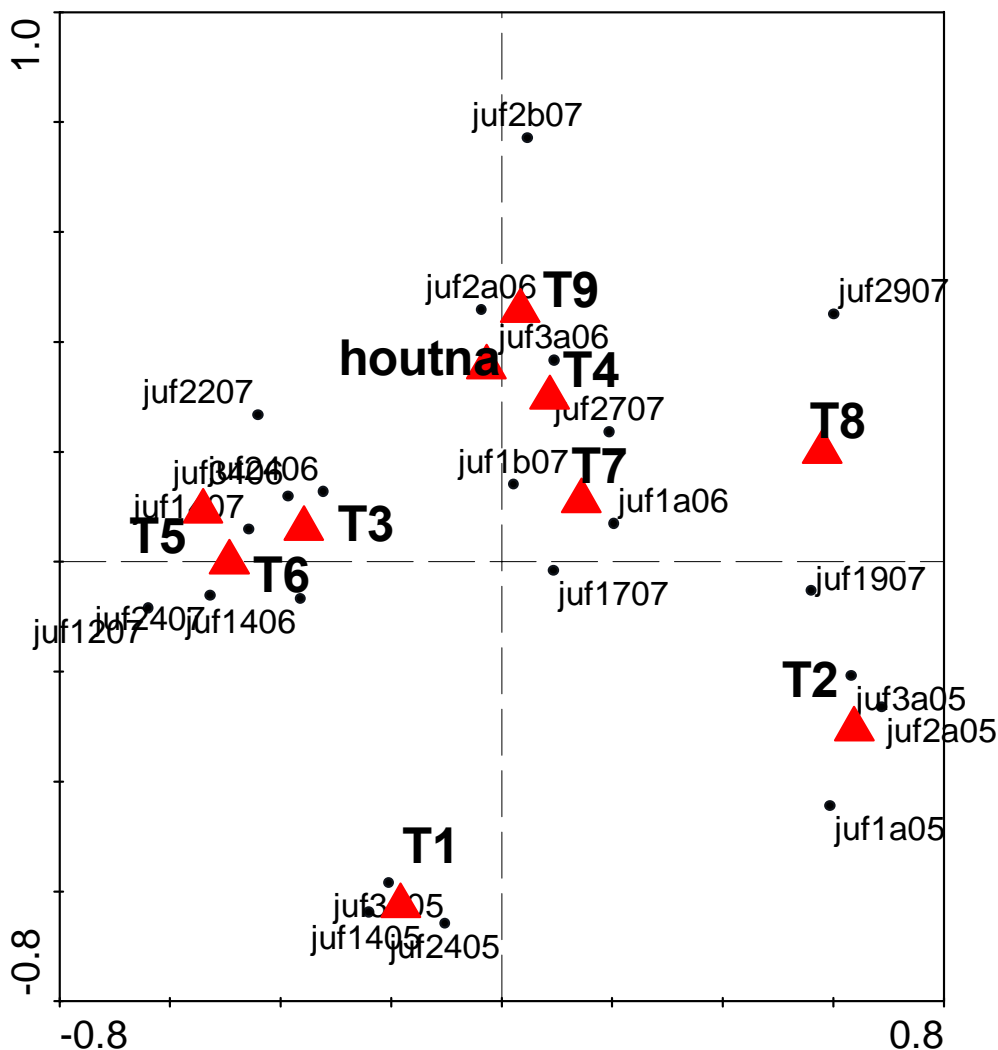
De monstergegevens zijn vervolgens geanalyseerd met behulp van een PCA (indirect) en RDA (direct). Ordinatie van de monsterpunten laat een duidelijk patroon zien (Figuur 15); de invloed van het tijdstip waarop de bemonstering heeft plaats gevonden blijkt het grootst te zijn (63% van de variatie in de macrofaunamonsters wordt verklaard door deze variabele, waarvan 16% op de 1^e as). Dit houdt in dat monsters die op dezelfde dag genomen zijn op verschillende locaties meer op elkaar lijken dan monsters van dezelfde locatie die op twee verschillende tijdstippen genomen zijn. De variabele tijdstip is een gecombineerde variabele die veel variatie in de omgevingsvariabelen kan omvatten, zoals temperatuur, neerslag, grotere klimaatpatronen gedurende het jaar, veranderingen in de beek. Zoals te zien is in Tabel 7 verklaren seizoen (winter, lente, zomer en herfst) en jaar op zich ook een groot deel van de variatie in de macrofaunamonsters.

Opvallend is dat de locatie waar de bemonstering heeft plaatsgevonden niet significant de variatie in de macrofaunamonsters verklaart.

Een klein gedeelte (6.5%) van de variatie die overblijft als gecorrigeerd is voor het bemonsteringstijdstip wordt verklaard door de houtinbreng.

Tabel 7. Aandeel van verschillende variabelen bij het verklaren van de variatie in de macrofaunamonsters.

variabele	covariabele	% variatie	% variatie 1e as	R 1e as	F-ratio	P-waarde
tijdstip		63	16	0.99	2.482	0.002
bemonstering						
houtinbreng	tijdstip bemonstering	6.5	6.5	0.9	2.537	0.002
overige variabelen:						
locatie		13.5	6.9	0.862	1.334	0.4
seizoen		26.1	14.3	0.96	2.993	0.002
jaar		16.9	11.4	0.942	2.445	0.002



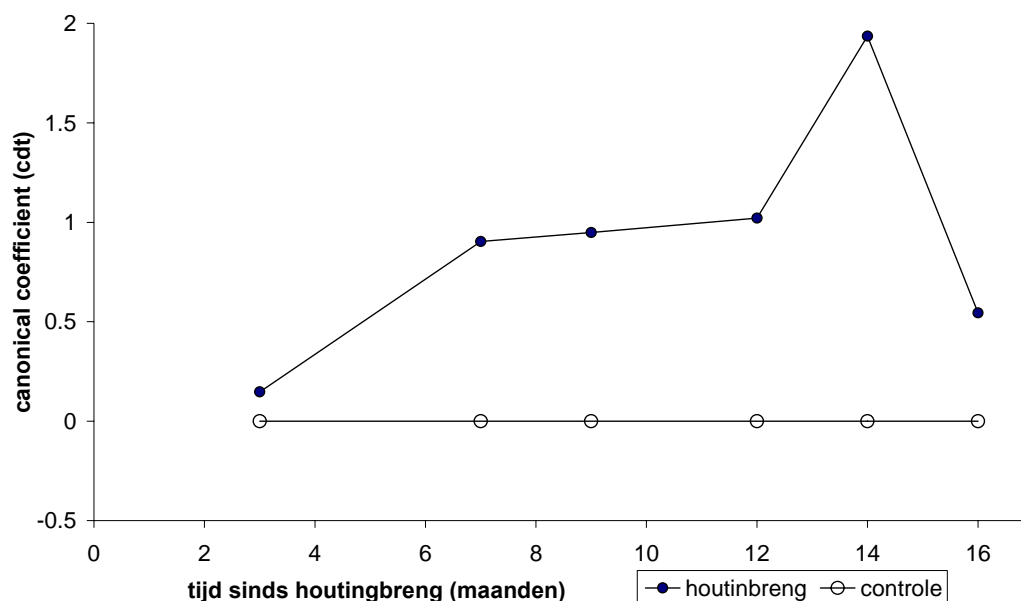
Figuur 15. PCA ordinatie-as 1 (horizontaal) en as 2 (verticaal) van de Jufferbeek macrofaunamonsters. Codering van de Jufferbeekmonsters is als volgt opgebouwd; het eerste nummer geeft het monsterpunt aan (1,2 of 3), gevolgd door de monstermaand (1= januari enz, of a=oktober, b=november) en tenslotte het jaar (05, 06 of 07). Variabelen zijn tijdstip 1 tot en met 9 zoals vermeld in Tabel 2 (T1 t/m T9) en de inbreng van hout op locatie 2 (houtna).

3.4.3 Principal Response Curve (PRC)

De veranderingen van de monsters in de tijd verklaren 16% (1^e as) van de variatie in de soortensamenstelling van de macrofauna. Door hiervoor te corrigeren en monstertijdstip als covariabele in te voeren kan gekeken worden naar overgebleven patronen in de macrofaunasamenstelling.

Door het lage aantal waarnemingen per tijdstip is er slechts een trend in het effect van de houtinbreng gedurende de tijd (F-ratio= 1.896, P=0.09). De houtinbreng verklaart 7.9 procent van de variatie in de monsters. De trend laat zien dat het effect van de houtinbreng pas na een jaar echt duidelijk zichtbaar is, maar daarna ook weer lijkt af te nemen. Omdat het hier gaat om een trend en geen significant patroon is

verder niet ingegaan op de taxon gewichten dit het patroon veroorzaken. Het patroon is echter zeer vergelijkbaar met het patroon beschreven in paragraaf 3.4.4.

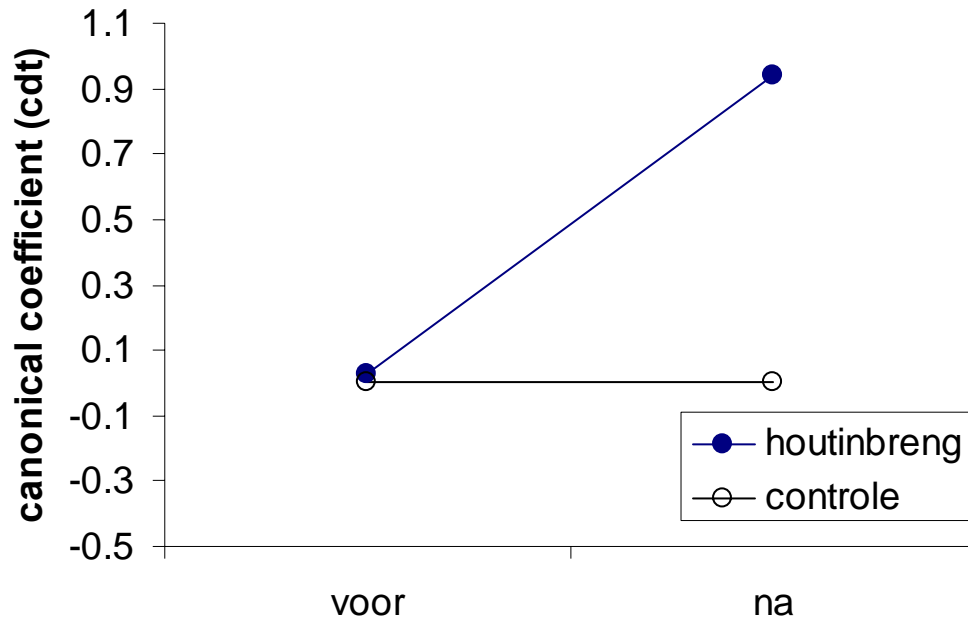


Figuur 16. PRC diagram. Vergelijking tussen de macrofaunasamenstelling in het houtinbreng traject en het controletraject.

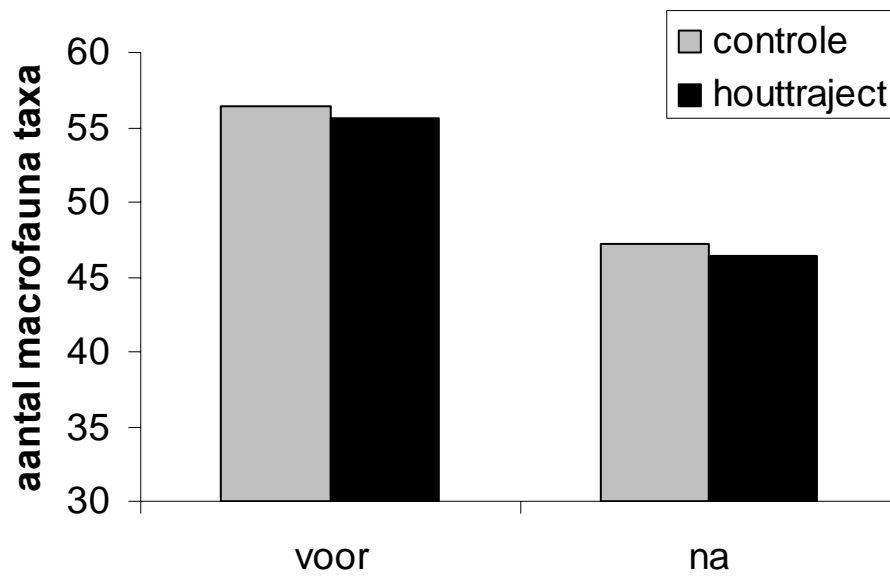
3.4.4 BACI analyse

Als puur naar het effect gekeken wordt na de houtinbreng ten opzichte van voor de houtinbreng (Before After Control Impact) en de variatie van de behandeling gedurende de tijd na de houtinbreng buiten beschouwing wordt gelaten, is te zien dat er significante effecten zijn van de houtinbreng (F -ratio=2.537, P =0.002) en wordt 6.5% van de variatie verklaard door deze maatregel (Figuur 17).

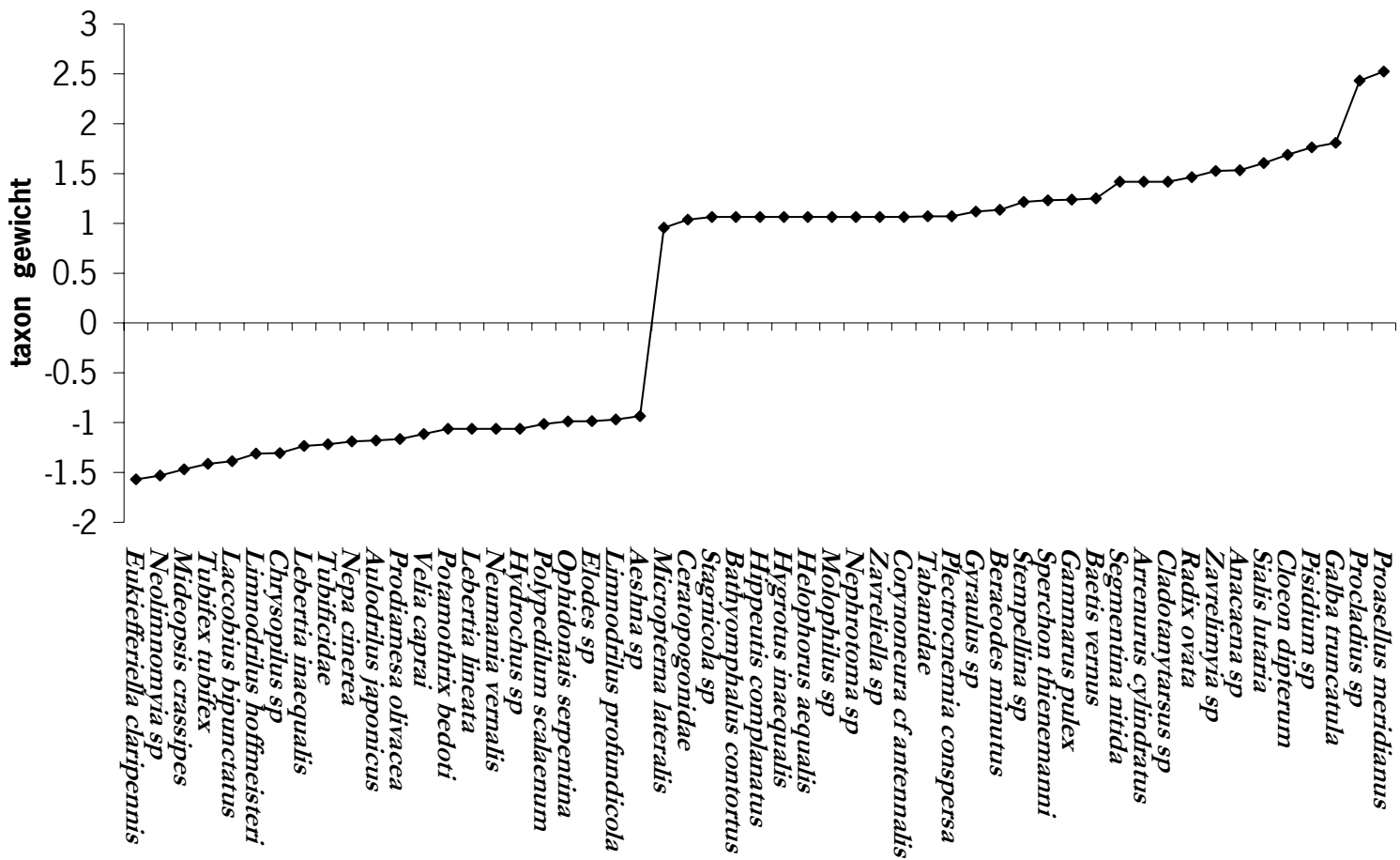
Het aantal taxa en abundantie van macrofauna vertonen geen verschillen in hun patroon tussen het controletraject en het houttraject. Wel is er een verschil voor en na houtinbreng, ongeacht het traject (F =6.818, P =0.023), maar dit heeft waarschijnlijk te maken met de droge zomer in 2006, waardoor het aantal taxa is verminderd. De verschillen tussen het controle- en het houttraject zijn dus meer te vinden in subtiele verschuivingen van soorten. Figuur 18 geeft een overzicht van soorten die afnemen (taxon gewicht is negatief) of toenemen (taxon gewicht is positief). Er zijn meer soorten die in abundantie toenemen door de houtinbreng dan soorten die afnemen (Figuur 19). Opvallend is het aantal slakken taxa, dat toeneemt in het houttraject (taxon gewicht positief) en het aantal oligochaeta taxa dat juist met hogere abundanties in het controletraject aanwezig is (taxon gewicht negatief).



Figuur 17. BACI analyse. Na houtinbreng treedt er een verschil op tussen het traject waar hout is ingebracht en het controletraject.



Figuur 18. Aantal macrofauna taxa voor en na houtinbreng in het controle- en houtraject. Er is geen verschil tussen de controle- en het houtraject, wel tussen voor en na houtinbreng.

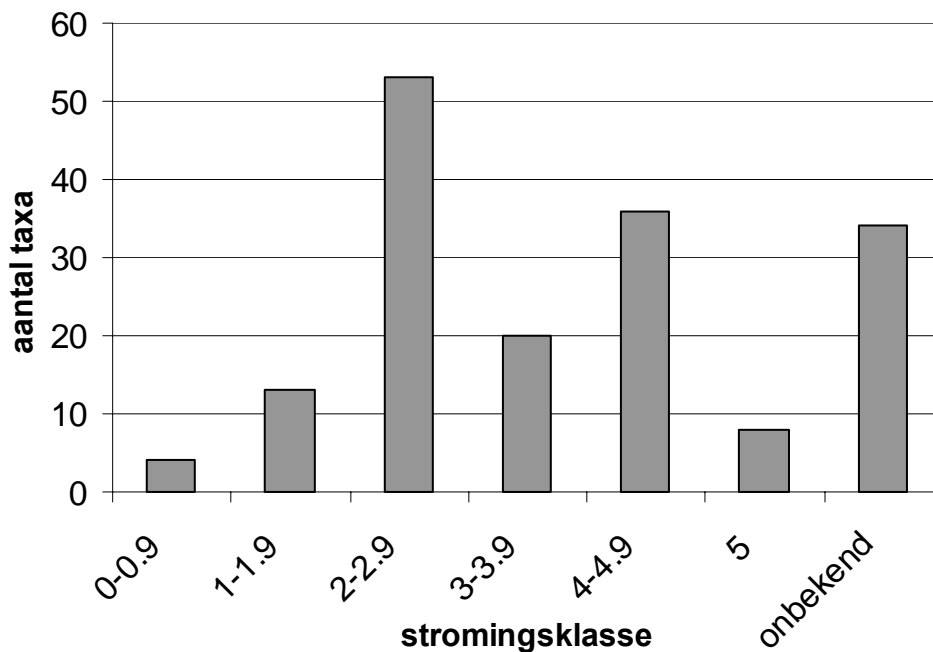


Figuur 19. taxon gewicht van taxa <-0.9 en >0.9. De soorten met een negatieve score nemen af in het houttraject, positieve nemen toe. Hoe verder van 0 hoe groter de verschillen tussen controle- en houttraject.

3.4.5 Milieu-indicatie macrofauna

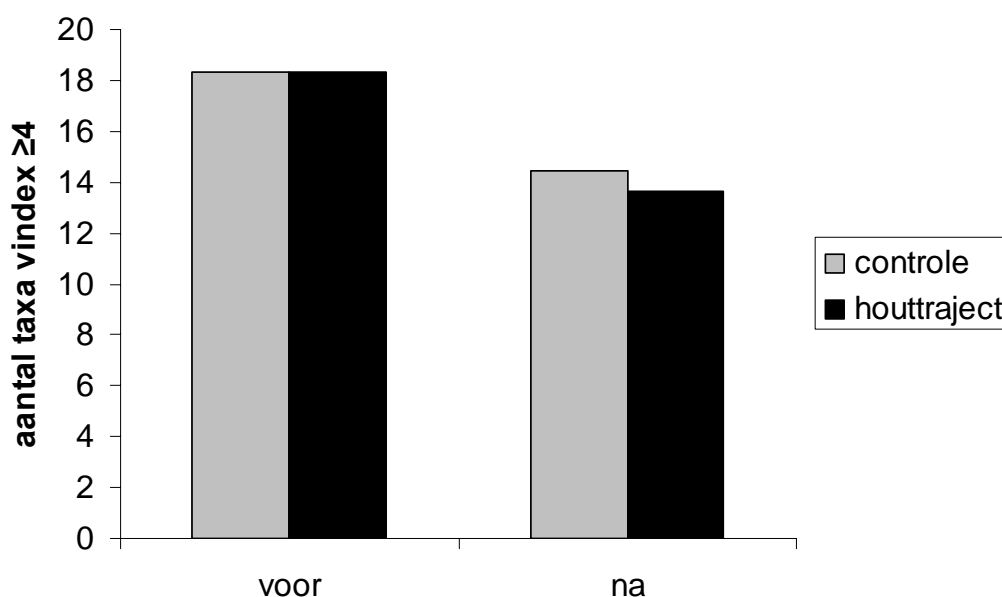
3.4.5.1 Stromingspreferentie macrofauna

Om inzicht te krijgen in de omstandigheden die heersen in de Jufferbeek en binnen het houttraject zijn per taxon verschillende milieu-indicatoren geselecteerd (Verdonschot et al. 2003) (Bijlage 3). Stromingspreferentie is een indicator voor natuurlijke milieuomstandigheden: in een laaglandbeek zoals de Jufferbeek moet het gehele jaar een zekere mate van stroming optreden om karakteristieke beekmacrofauna te kunnen herbergen. Treedt er stagnatie van het water op, dan duidt dit op verstoring, met als gevolg dat er taxa in de beek gaan optreden die indicatief zijn voor stilstaand water. Wanneer de verdeling over de taxa per stromingsklasse wordt bekeken, is een tweetoppig verloop te zien, met aan de ene kant veel soorten die meer of evenveel in stilstaand dan in stromend water voorkomen en aan de andere kant soorten met een voorkeur voor stromend water (Figuur 20).



Figuur 20. Stromingsklassen op basis van de stromingspreferentie van de Nederlandse macrofauna (Verdonschot & Van den Hoorn 2005). Stromingsklassen zijn gebaseerd op de stromingsindex, waarbij 1 = niet of bij uitzondering in stromend water, 2 = minder in stromend dan in stilstaand water, 3 = weinig voorkeur wat betreft stroming, 4 = meer in stromend dan in stilstaand water, 5 alleen in stromend water.

Het aantal taxa en abundantie van taxa met een v-index ≥ 4 vertonen geen verschillen in hun patroon tussen het controletraject en het houttraject. Wel zijn enkele soorten stromingsindicatoren (taxa die meer of alleen in stromend water voorkomen, met een v-index ≥ 4) in grotere getale aangetroffen in het houttraject: *Molophilus sp.*, *Bereodes minutus*, *Gammarus pulex*, *Micropterna lateralis*, *Sperchon thienemanni*, *Baetis vernus* en *Zavreliella sp.* Anderzijds zijn er stromingsindicatoren in grotere getale in het controletraject aangetroffen, namelijk *Velia caprai*, *Polypedilum scalaenum*, *Eukiefferiella claripennis* en *Mideopsis crassipes*.



Figuur 21. Aantal macrofauna taxa met een v-indexscore groter of gelijk aan 4, voor en na houtinbreng in het controle- en houttraject. Er is geen verschil tussen de controle- en het houttraject, wel in de tijd.

3.4.5.2 Verstoringsindicatie macrofauna

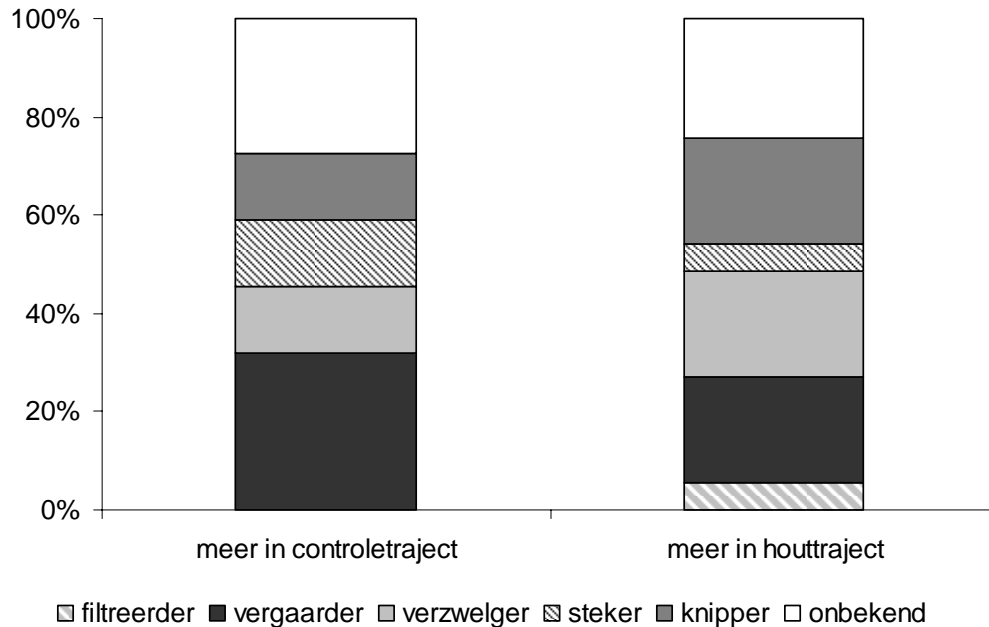
Naast indicatoren voor natuurlijke omstandigheden (stroming) zijn ook de zogenaamde ‘negatieve indicatoren’ bepaald. Van de soorten die in Figuur 19 vermeld staan, die door hun hoge taxonscores het verschil tussen het controletraject en het houttraject aanduiden zijn de negatieve indicaties nader bekeken. Taxa met een positieve indicatie voor de hydrologische en morfologische toestand zijn de kokerjuffer *Bereodes minutus*, de muggelarve *Stempellina sp.*, de mijt *Arrenurus cylindricus* en de haft *Baetis vernus*.

Enkele taxa met een negatieve indicatie voor zowel de hydromorfologische toestand als organische belasting/eutrofiëring zijn talrijker aanwezig in het houttraject, zoals *Proasellus meridianus*, *Sialis lutaria*, *Procladius sp.* en *Hygrotus inaequalis*.

In het houttraject is verder de oligocheet *Limnodrilus hoffmeisteri* minder aanwezig dan in controletraject, net als andere wormen en muggen, die een voorkeur hebben voor slib of slibbig zand (*Tubifex tubifex*, *Potamothena bedoti*, *Prodiamesa olivacea*, *Limnodrilus profundicola* en *Aulodrilus japonicus*).

Voor verzuring en verdroging/droogval is het aantal indicatoren gering. Deze verstoringen spelen waarschijnlijk dan ook geen grote rol in vergelijking met de andere typen verstoring.

3.4.5.3 Bewegingsgroep en functionele voedingsgroep

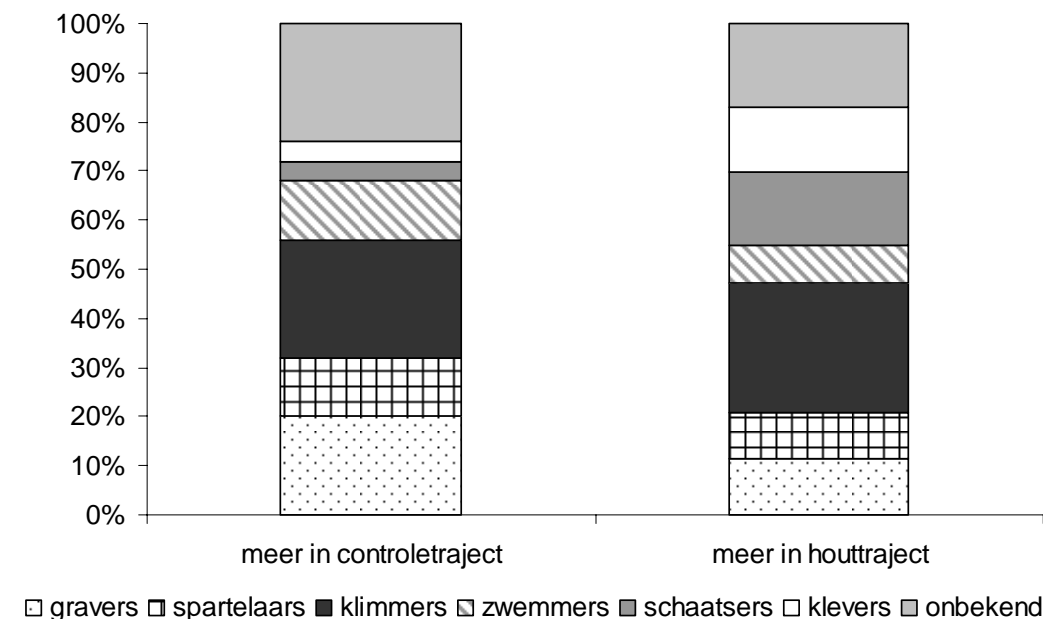


Figuur 22. Percentage taxa van verschillende functionele voedingsgroepen van soorten die het verschil tussen het houttraject en het controletraject verklaren. Linkerkolom zijn soorten die relatief afnemen in het houttraject en dus met hogere abundanties in het controletraject aanwezig zijn, rechterkolom zijn soorten die relatief met hogere abundanties in het houttraject aanwezig zijn.

Enkele taxa met een negatieve indicatie voor zowel de hydromorfologische toestand als organische belasting/eutrofiëring zijn talrijker aanwezig in het houttraject, zoals *Sialis lutaria*, *Procladius sp* en *Hygrotus inaequalis*. Het zijn soorten die waarschijnlijk afkomen op de grote hoeveelheden detritus in het houttraject, soms om detritus te consumeren en anderen om deze detritus-eters te prederen. *Proasellus meridianus* is een knipper, *Procladius* een vergaarder welke zich beide graag op detritus rijke plekken bevinden en daar geprederd worden door rovers als *Sialis lutaria* (verzwelger). Als wederom alleen de soorten die het verschil tussen het controletraject en het houttraject aanduiden (Figuur 19) worden bekeken, valt op dat de soorten die in grotere getale in het houttraject voorkomen vooral verzwelgers, knippers en vergaarders zijn (Figuur 22). Maar ook 2 filtereiders nemen toe (*Pisidium sp.* en *Cladotanytarsus sp.*). Soorten die meer in het controletraject aanwezig zijn, zijn vooral vergaarders en relatief meer stekers.

Alle eerder genoemde Oligochaeta die minder in het houttraject aanwezig zijn dan in het controletraject vallen in de bewegingsgroep gravers, hetgeen het relatief grote

aandeel van deze groep in het controletraject (linkerkolom van Figuur 23) verklaart. In het houttraject zijn meer klevers en schaatsters aanwezig.



Figuur 23. Percentage taxa van verschillende bewegingsgroepen van soorten die het verschil tussen het houttraject en het controletraject verklaren. Linkerkolom zijn soorten die relatief meer aanwezig zijn in het controletraject en dus minder in het houttraject, rechterkolom zijn soorten die relatief in grotere getale in het houttraject aanwezig zijn.

4 Discussie

4.1 Morfologie en hydrologie

De afvoer van de Jufferbeek is op dit moment niet optimaal. Er komt een grote variatie in afvoer voor, waaronder met enige regelmaat grote afvoerpieken. Erosie en depositie van bedding- en oevermateriaal is niet in evenwicht, wat tot gevolg heeft dat de beek zich sterk heeft ingesneden. Door het inbrengen van hout is het mogelijk dat de bedding langzaam opgehoogd wordt als resultaat van depositie van sediment binnen en stroomopwaarts van de accumulaties van houtig materiaal. Wanneer dit daadwerkelijk plaatsvindt, wordt de drainerende werking van de diep ingesneden beekbedding tegengaan. De waterniveau verschillen in de beek, boven- versus benedenstrooms van het houttraject, lijken te wijzen op een dergelijke een verhoging van de stromingsweerstand door takken en boomstammen en daaraan gekoppeld hogere waterstanden. De datum waarop begonnen is met het meten van de waterhoogte is echter na de datum waarop hout is ingebracht en er kan dus geen vergelijking worden gemaakt met de situatie voordat het hout ingebracht is. Een tweede verklaring zou dan ook kunnen zijn dat andere eigenschappen van het traject benedenstrooms (breedte, diepte) zorgen voor waterhoogte verschillen in de beek. Over enige tijd is het beter mogelijk een goed beeld te krijgen van de afvoerpieken die plaatsvinden in de Jufferbeek. Dit is van groot belang, aangezien afvoerpieken van grote invloed zijn op de fauna van de beek, de morfologie van de beekbedding en de nutriëntenhuishouding.

4.2 Beddingsubstraten en de aanwezigheid van houtig materiaal

Het traject waarover houtig materiaal is ingebracht, verschilt duidelijk van de rest van de beek. Binnen een traject van 300 meter beek komen accumulaties van takken voor in een dichtheid die niet is aangetroffen in het overige gedeelte van het onderzoekstraject. Wel komt duidelijk naar voren dat er pleksgewijs hout is ingebracht, te herkennen aan korte trajecten met een hoge dichtheid van hout, afgewisseld door 'kale' stukken. Om optimale effecten te krijgen zou het gunstig zijn om in deze kale stukken ook houtig materiaal aan te brengen.

Gedurende het onderzoek zijn er tevens duidelijk veranderingen opgetreden in de bedekkingspercentages van verschillende substraten in het houttraject. Voordat houtig materiaal is ingebracht, vertonen beide trajecten veel overeenkomsten en zijn zand, blad en fijne detritus de voornaamste substraattypen. In het controletraject bovenstrooms blijft zand altijd meer dan 50% van de bedding innemen. In het houttraject treden echter grote veranderingen op. Direct na het inbrengen van houtig materiaal is er veel slib aanwezig. De bedekking van slib is het jaar daarop weer minder en de belangrijkste substraattypen zijn dan hout, slib en grove detritus en in het najaar blad. Zand is in het houttraject veel minder aanwezig dan in het controletraject.

Het inbrengen van houtig materiaal heeft dus tot gevolg heeft dat zich grove detritus verzamelt in de accumulaties, terwijl opstuwning van het water (en een bijbehorende vertraging van de doorstroming) leidt tot depositie van fijn materiaal voor het houtig materiaal. Dit is ook terug te zien in de stroomsnelheden die boven de verschillende substraten gemeten zijn, waarbij de stroomsnelheid boven zand veel hoger is dan boven slib en grove detritus. Via variatie in stromingsprocessen zorgt het houtig materiaal dan ook voor de vorming van diverse leefmilieus, hetgeen kan leiden tot een grotere soortdiversiteit.

De vraag is of de patronen van beddingssubstraten in de tijd veranderen en wat de effecten van de piekafvoeren zijn; blijven de accumulaties van houtig materiaal op hun plaats, groeien ze, of worden ze juist uitgespoeld? Dit zou door middel van het maken van herhaalde substraatopnamen onderzocht moeten worden. De inventarisatie van houtig materiaal die beschreven is in dit rapport kan hiervoor als referentie dienen.

4.3 Fysische en chemische parameters

De Jufferbeek is een langzaam stromende beek. Binnen de beek zijn verschillen in stroomsnelheid gemeten tussen locaties (houttraject versus controletraject) en tussen substraten, waarbij de snelheid afneemt naarmate er minder zand en organische structuren zijn en meer detritus en slib.

De nutriënten, stikstof en fosfor concentraties, voldoen aan de GET normen voor nutriënten voor het watertype R4: 'Permanent langzaamstromende bovenloop op zand' (Heinis & Evers 2007).

4.4 Macrofauna

Op de drie monsterpunten zijn in de periode 2005-2007 in totaal 226 taxa aangetroffen verspreid over 66659 individuen. Groepen met relatief veel taxa zijn de Oligochaeta (borstelwormen), Hydracarina (mijten), Coleoptera (kevers), Diptera (vliegen en muggen) en Trichoptera (kokerjuffers). In totaal zijn 27 taxa vrij zeldzaam tot zeer zeldzaam in Nederland. Het gaat om soorten met een voorkeur voor stromend water, die gevoelig zijn voor hydrologische verstoring, morfologische verstoring en eutrofiëring. Een voorbeeld is de talrijk voorkomende in Nederland vrij zeldzame kokerjuffer *Bereodes minutus*. Wanneer de hele macrofaunasamenstelling bekeken wordt, komt het beeld naar voren dat er aan de ene kant een typische laaglandbeekfauna in de Jufferbeek voorkomt, terwijl aan de andere kant een groep soorten voorkomt die wijst op verstoring.

Macrofaunamonsters die op verschillende tijdstippen genomen zijn verschillen veel van elkaar. Het grootste gedeelte van variatie (63%) in macrofaunasamenstelling wordt dan ook verklaard door het tijdstip van bemonsteren, een variabele waarin grootschalige invloeden als seizoen en weersomstandigheden samenvallen. Naast het effect van tijd is er ook een effect van houtinbreng waargenomen, 6.5% van de

variatie wordt hierdoor verklaard. Het effect van de houtinbreng is pas na een jaar echt duidelijk zichtbaar, maar lijkt daarna ook weer af te nemen.

Het aantal taxa en abundantie van macrofauna vertonen geen verschillen tussen het controletraject en het houttraject. Verschillen tussen het controle- en het houttraject zijn echter wel te vinden in subtiele veranderingen in soortensamenstelling en abundantie van soorten.

Er zijn meer soorten die in abundantie toenemen door de houtinbreng dan soorten die afnemen. Opvallend is de toename van het aantal slakken taxa in het houttraject, hetgeen waarschijnlijk te verklaren is door de beschikbaar gekomen structuur. De slakken begrazen houtige substraten die begroeid zijn met perifyton. Eveneens opvallend is het aantal Oligochaeta dat juist met grotere abundanties in het controletraject aanwezig zijn. Zand heeft in het houttraject plaatsgemaakt voor detritus. De Oligochaeta hebben een voorkeur voor zanderige en slibberige bodems en zijn waarschijnlijk daarom minder te vinden in het houttraject.

Stromingsminnende taxa en taxa met een positieve indicatie voor de hydrologische en morfologische toestand van een beek zijn de in Nederland vrij zeldzame kokerjuffers: *Bereodes minutus*, *Micropterna lateralis* de muggenlarven *Molophilus sp.*, *Stempellina sp.*, *Zavreliella sp.*, de mijten: *Sperchon thienemanni*, *Arrenurus cylindricus*, de haft: *Baetis vernus* en de vlokreeft: *Gammarus pulex*. Enkele taxa met een negatieve indicatie voor zowel de hydromorfologische toestand als organische belasting/eutrofiëring zijn talrijker aanwezig in het houttraject, zoals *Sialis lutaria* en *Proasellus meridianus*. Het zijn soorten die waarschijnlijk afkomen op de grote hoeveelheden detritus in het houttraject, om detritus te consumeren of om op de detritus-etters te prederen. *Proasellus meridianus* is een knipper die zich graag op detritusrijke plekken bevindt en daar gepredeerd worden door rovers als *Sialis lutaria* (verzwelger).

Een vraag die op dit moment onbeantwoord blijft is of er voldoende hout in de Jufferbeek is ingebracht. Op dit moment profiteren enkele grazers (slakken) en typische beeksoorten al van het nieuwe leefmilieu en zijn enkele negatieve indicatoren en wormen die een voorkeur hebben voor slib en zand minder aanwezig in het houttraject. Binnen de macrofaunasamenstelling vinden dus verschuivingen plaats door de houtinbreng, maar de vraag is of de veranderingen niet groter waren geweest als er meer hout en over een langer traject zou zijn ingebracht.

4.5 Conclusie en aanbevelingen

Het is duidelijk dat houtinbreng veranderingen teweeg heeft gebracht in het functioneren van het beekstelsel de Jufferbeek. In het water gelegen takken en boomstammen zorgen voor natuurlijke obstakels in de beek, hetgeen reeds heeft gezorgd voor veranderingen in de samenstelling van de beddingssubstraten van de beek. In de macrofaunasamenstelling hebben subtiele verschuivingen plaatsgevonden die het gevolg lijken te zijn van de houtinbreng.

Om meer inzicht te krijgen in het effect van houtinbreng op het beekecosysteem is het aan te bevelen meer projecten te monitoren. Projecten met houtinbreng op grotere schaal en met een lange termijn monitoring zijn geschikt om de effecten van houtinbreng verder te onderzoeken.

Referenties

- Allan, J.D., 1995. Stream ecology: structure and functioning of running waters. Kluwer academic Publishers.
- Bilby, R.E. & Likens, G.E., 1980. Importance of organic debris dams in the structure and function of stream ecosystems. *Ecology* 61(5): 1107-1113.
- Braak, C.J.F. ter & Smilauer, P., 2003. CANOCO for Windows 4.51. Biometris, Plant research international, Wageningen.
- Gerhard, M. & Reich, M., 2000. Restoration of streams with large wood: effects of accumulated and built-in wood on channel morphology, habitat diversity and aquatic fauna. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 85(1): 123-137.
- Gurnell, A.M., Piegay, H., Swanson, F.J. & Gregory, S.V., 2002. Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology* 47: 601-619.
- Heinis, F. & C.H.M. Evers, 2007. Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de Goede Ecologische Toestand voor natuurlijke wateren. STOWA rapport 2007-02.
- Hoek, W.F. van der & Verdonschot, P.F.M., 1994. Functionele karakterisering van aquatische ecotootypen. IBN rapp. 072: 1-81.
- Kovach Computing Services, 1986. Multivariate statistical package 3.13b for Windows. Kovach Computing Services, Anglesey, Wales.
- Leentvaar, P., 1979. Comparison of hypertrophy on a seasonal scale in Dutch inland waters. p. 45-55. In: Barica, J. & L.R. Mur (eds.). *Developments in hydrobiology* 2.
- Nijboer, R. & Verdonschot, P.F.M., 2001. Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. WEW Themanummer 19. 77 blz.
- Preston, F.W., 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 43:185-215, 410-432.
- Smock, L.A., Metzler, G.M. & Gladden, J.E., 1989. Role of debris dams in the structure and functioning of low-gradient headwater streams. *Ecology* 70(3): 764-775.
- Van den Brink, P.J., Ter Braak C.J.F., 1998. Multivariate analysis of stress in experimental ecosystems by Principal Response Curves and similarity analysis. *Aquat Ecol* 32:163-178

Van den Brink P.J., Ter Braak C.J.F., 1999. Principal response curves: analysis of time-dependent multivariate responses of biological community to stress. *Environ Toxicol Chem* 18:138–148

Verdonschot, P.F.M. & Hoorn, M.W. van den, 2005. Stroomsnelheidseisen voor waterlopen in West-Brabant Alterra-rapport 1166.

Verdonschot, P.F.M., R.C. Nijboer, L.W.G. Higler & Tj.H. van den Hoek, 2004. Selectie van indicatoren voor oppervlaktewateren; Invulling van indicatieve macrofauna, macrofyten en vissen voor Kaderrichtlijn Water typen. Alterra rapport 865, Wageningen.

Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Ministerie van LNV Rapport EC-LNV nr. AS-02

Verdonschot, P.F.M. (ed.), 1995. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Beekherstel. STOWA, Utrecht.

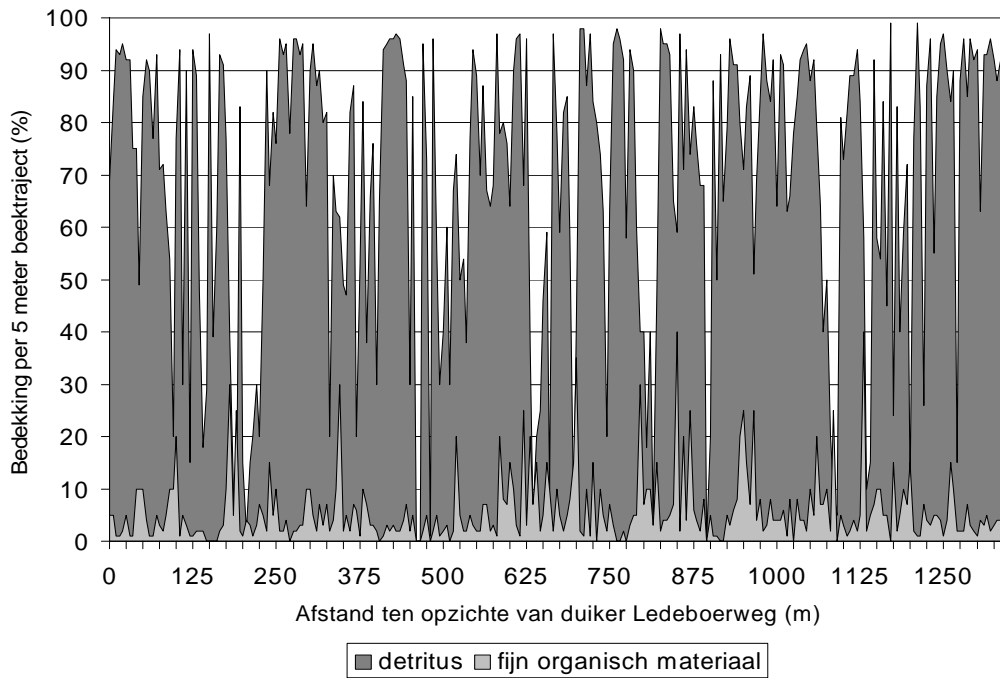
Verdonschot, P.F.M., 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Provincie Overijssel & Rijksinstituut voor natuurbeheer.

Vollenweider, R.A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorous as factors in eutrophication. *Organ. Econ. Coop. Dev. Tech. Rep. DAS/CSI/68.27*, Paris.

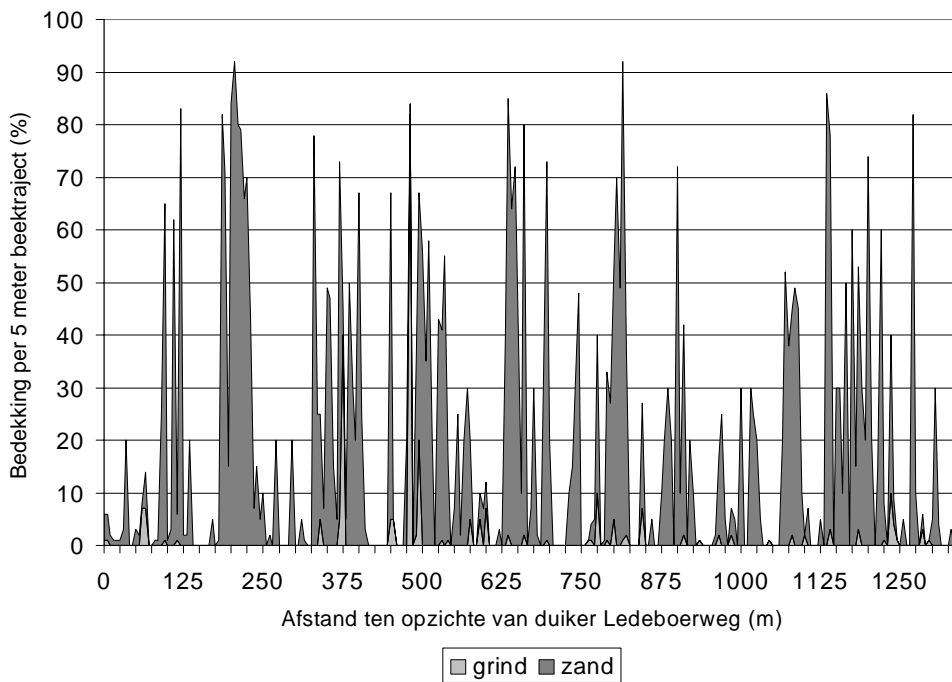
Weerstation Losser, www.weerstationlosser.nl

Wegl, R., 1983. Index für die Limnosaprobität. *Wasser und Abwasser* 26: 1-176.

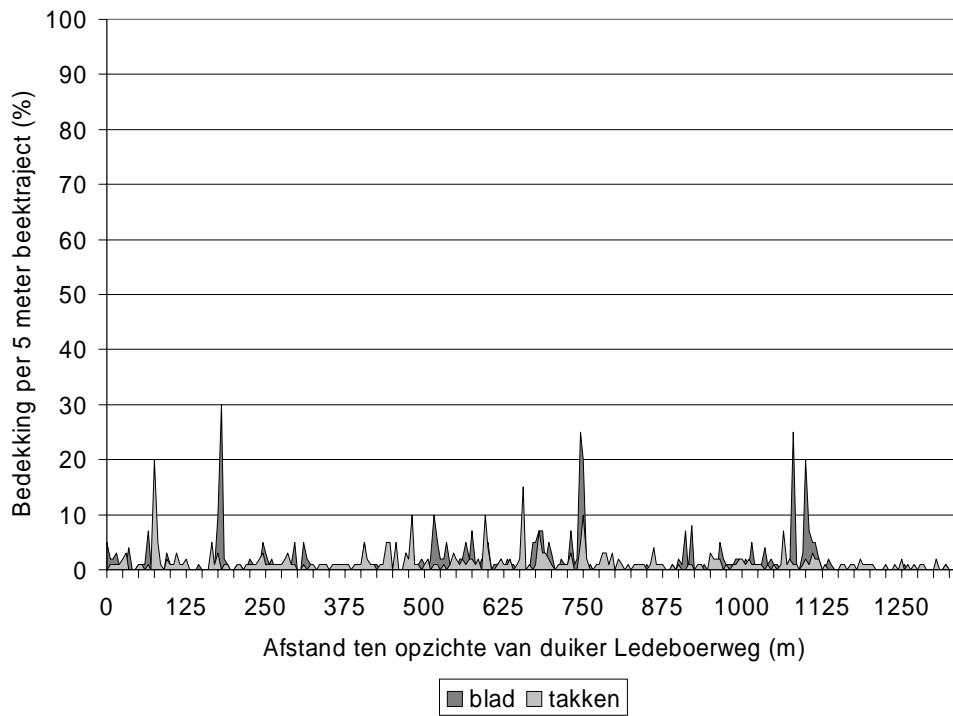
Bijlage 1 Bedekkingspercentages van verschillende substraten in de Jufferbeek



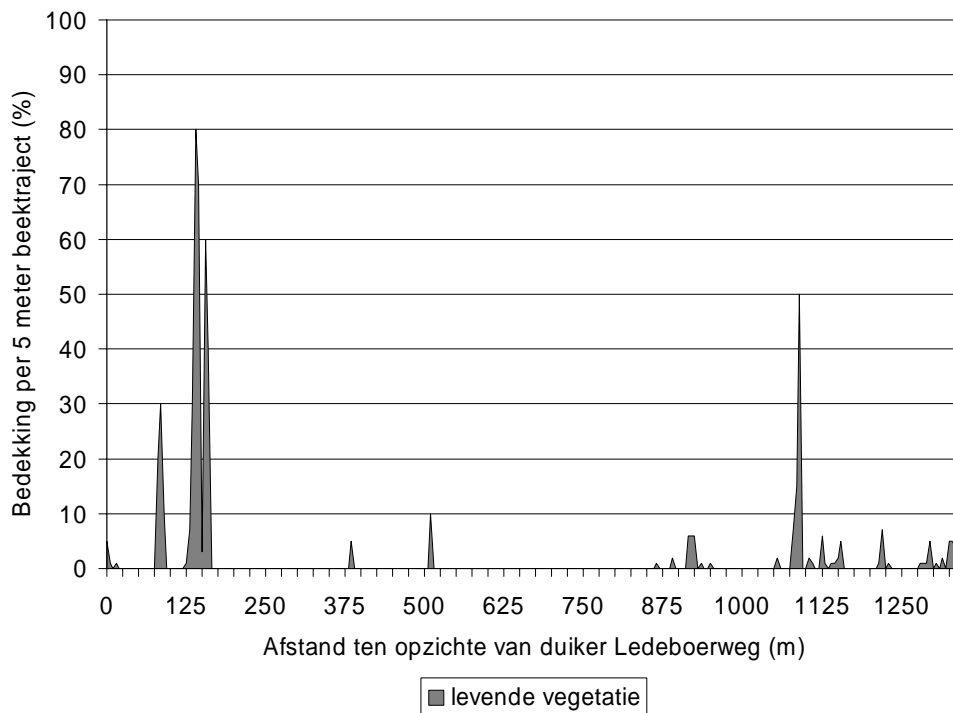
Figuur 24. Bedekkingspercentage detritus en fijn organisch materiaal in de derde week van juli 2005, geschat vanuit bovenaanzicht per 5 meter beektraject.



Figuur 25. Bedekkingspercentage grind en zand in de derde week van juli 2005, geschat vanuit bovenaanzicht per 5 meter beektraject.



Figuur 26. Bedekkingspercentage blad en takken in de derde week van juli 2005, geschat vanuit bovenaanzicht per 5 meter beektraject.



Figuur 27. Bedekkingspercentage levende vegetatie in de derde week van juli 2005, geschat vanuit bovenaanzicht per 5 meter beektraject.

Bijlage 2 Ligging van het houtig materiaal in de Jufferbeek

Ligging van het houtig materiaal in de Jufferbeek ten opzichte van het oostelijke houten bruggetje op Landgoed 't Holthuis (**afstand**). Wanneer houtig materiaal een aanzienlijke afstand overspande, is het begin (**van**) en eindpunt genoteerd (**tot**).

Configuratie: soms is er sprake van meerdere typen, er is dan onderscheid gemaakt tussen meest talrijke (1) en vervolgens het meest talrijke (2). Er zijn vijf klassen onderscheiden, opgedeeld naar **grootte**:

- enkel (1 tak) of boom in beek (grootte 1),
- accumulatie van 2-5 takken (grootte 2),
- accumulatie van 6-10 takken (grootte 3),
- accumulatie van >10 takken (grootte 4).

Ook de **locatie** van dit materiaal ten opzichte van de bedding is genoteerd:

- bomen die op de overgang beek-beekoever groeien en daarmee de stroomdraad beïnvloeden (z),
- volledig over de beek hangende boomstammen, maar niet in het water (o),
- stammen of takken die in het water over de volledige breedte van de beekbedding liggen (v),
- stammen of takken die maar een gedeelte van de beekbedding bedekken, zodat het water er vrij omheen kan stromen: aan de zijkant (contact met de oever) (z) of in het midden (geen contact met de oever) (m).

ligging t.o.v. oostelijk bruggetje			configuratie		grootte	locatie
afstand	van	tot	1	2		
0			houten bruggetje oost			
4			enkel		1	m
12.1			enkel		1	v
15.7			enkel		1	z
20.6			boom		1	z
34.4			enkel		1	z
42.6			boom		1	z
52.6			enkel		1	m
60.6			enkel		1	z
67.9			dam		2	v
81.6			enkel		1	zo
85.3			enkel		1	v
101.1			accumulatie		2	v
118.6			boom		1	z
139.3			accumulatie		2	z
148.1			enkel		1	v
152.4			enkel		1	o
174.8			boom		1	z
190.1			accumulatie		2	z
220.5			accumulatie		2	v
234			boom		1	z
242.4			accumulatie		2	z
255			enkel		1	z

ligging t.o.v. oostelijk bruggetje			configuratie		grootte	locatie
afstand	van	tot	1	2		
262.1			enkel		1	z
267.4			boom		1	z
273.5			accumulatie		2	z
282.5			accumulatie		2	z
289.1			enkel		1	z
299.9			accumulatie		2	v
328.1			enkel		1	z
331.2			enkel		1	z
347.6			boom		1	z
358.9			accumulatie		2	z
364			boom		1	z
391.1			accumulatie		2	z
398.1			houten bruggetje west			
402.2			houten bruggetje west oostelijke zijde			
408.9			enkel		1	z
423.4			enkel		1	o
433.4			accumulatie		2	z
436.9			accumulatie		2	z
441.4	43.2	4	accumulatie		2	z
451.4	51.7	2.5	accumulatie		2	v
455.4			enkel		1	o
459	67.3	10.5	accumulatie		4	v
475			enkel		1	v
476.8			enkel		1	v
489.7			enkel		1	o
494.3			accumulatie		2	v
498.7			enkel		1	o
503.7			enkel		1	v
508.7			accumulatie		2	v
515.7			accumulatie		2	m
523.2			accumulatie		2	z
531.7			accumulatie		2	v
536.6	143.9	9.5	accumulatie		4	v
550.3	158.7	10.6	accumulatie	dam	4	v
580.4			accumulatie		2	z
592.9			accumulatie		2	z
601.6			enkel		1	o
604.6	214.3	11.9	accumulatie	enkel	4	vo
627.9			accumulatie		2	z
630.5	229.3	1	accumulatie		2	v
631.5	239.2	9.9	enkel		1	v
641.4	248.2	9	accumulatie		4	v
652.2	253.5	3.5	accumulatie		2	v
659.2			boom		1	z
661			accumulatie		2	z
669.7			enkel	enkel	1	zo
672.6	274.5	4.1	accumulatie		3	v
681.4	282.3	3.1	accumulatie		3	v

ligging t.o.v. oostelijk bruggetje			configuratie		grootte	locatie
afstand	van	tot	1	2		
688.5	297	10.7	accumulatie	boom	3	v
705.9			dam		1	v
713.1			enkel	boom	1	z
715	318.6	5.8	accumulatie		3	v
728.3			enkel		1	z
733	334.8	4	accumulatie		2	v
740.3	342.6	4.5	accumulatie		3	v
752.4	352.4	2.2	accumulatie		2	z
756.8	357.8	3.2	accumulatie		2	v
764.4	370.2	8	accumulatie		2	v
776.4			boom		1	z
777.4	381.2	6	accumulatie		4	v
787.7	389.9	4.4	accumulatie		4	v
797.6	398.2	2.8	accumulatie		3	z
802.4	402.4	2.2	enkel		1	m
810.9	410.2	1.5	enkel		1	z
814.4	420.2	8	accumulatie		3	z
823.2	431.2	10.2	accumulatie		3	z
837.4			accumulatie		2	z
838.9	441	4.3	accumulatie		4	v
850.1			enkel		1	o
853.4			accumulatie	boom	2	z
859.4	475.2	18	accumulatie	boom	4	v
888.4			enkel	boom	1	z
889.4	490.7	3.5	enkel		1	v
896.9			accumulatie		2	z
902.9	503.7	3	accumulatie		2	z
907.9	512.7	7	accumulatie	boom	2	z
924.9	530.2	7.5	accumulatie		4	v
938.4	542.2	6	accumulatie		3	z
961.6			enkel		1	z
981.1			boom		1	z
1003.6			enkel		1	z
1013.6			boom		1	z
1024.4	623.1	0.9	accumulatie		2	z
1037.3			boom		1	z
1040.3			boom		1	z
1041.3	641.1	2	boom	enkel	1	z
1054.3			boom		1	o
1064.3	670.1	8	accumulatie	boom	2	v
1076.7			enkel		1	z
1085.1			boom		1	z
1096			boom		1	z
1121.5			enkel		1	o
1127.5			boom		1	z
1132.5			boom		1	z
1134.1			boom	boom	1	z
1150.8			boom		1	z

ligging t.o.v. oostelijk bruggetje			configuratie		grootte	locatie
afstand	van	tot	1	2		
1166.8			enkel		1	o
1179.8			boom		1	z
1182.8			boom		1	z
1190.8	794.8	6.2	enkel	enkel	1	zo
1201.8			enkel		1	z
1210.8			boom	enkel	1	zo
1233.8			enkel		1	z
1248			enkel		1	z
1272	871.3	1.5	enkel		1	z
1307.2			duiker Ledeboerweg			

Bijlage 3 Overzicht van de macrofauna van de Jufferbeek met bijbehorende milieu-indicatie

Verklaring van de afkortingen en codes in de Tabel:

taxonnaam: taxon aangetroffen in monsters Jufferbeek 2005-2007.

hoofdgroep: taxonomische hoofdgroep.

zeldz: Zeldzaamheidsklasse op basis van de zeldzaamheidslijst Nederlandse macrofauna (Nijboer & Verdonchot 2001): za = zeer algemeen, a = algemeen, vz = vrij zeldzaam, z = zeldzaam, zz = zeer zeldzaam, - = onbekend, u = verdwenen uit Nederland.

stroom: stroomsnelheidsindex taxa: 1 = stilstaand water, 2 = meer in stilstaand dan in stromend water, 3 = evenveel in stromend dan in stilstaand water, 4 = meer in stromend dan in stilstaand water, 5 = stromend water.

hydro: indicatie voor hydrologische verstoring: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe.

morfo: indicatie voor morfologische verstoring: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe.

eutro: indicatie voor organische belasting/eutrofiering: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe.

zuur: indicatie voor verzuring: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe.

droog: indicatie voor verdroging/droogval: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe.

taxonnaam	hoofdgroep	zeldz	stroom	hydro	morfo	eutro	zuur	droog
<i>Hydrobiidae</i>	Gastropoda							
<i>Lymnaeidae</i>	Gastropoda		3					
<i>Radix ovata</i>	Gastropoda	za	2.7					
<i>Galba truncatula</i>	Gastropoda	a	2.7					
<i>Planorbidae</i>	Gastropoda							
<i>Bathyomphalus contortus</i>	Gastropoda	za	1.8					
<i>Cyraulys sp</i>	Gastropoda		3					
<i>Hippentis complanatus</i>	Gastropoda	za	1.4					
<i>Segmentina nitida</i>	Gastropoda	a	1.7			-2		
<i>Pisidium sp</i>	Bivalvia		2.9					
<i>Pisidium casertanum</i>	Bivalvia	za	3					
<i>Pisidium nitidum</i>	Bivalvia	a	4					
<i>Pisidium personatum</i>	Bivalvia	vz	4					
<i>Pisidium subtruncatum</i>	Bivalvia	a	4					
<i>Musculium lacustre</i>	Bivalvia	za	2.5					
<i>Glossiphonia complanata</i>	Hirudinea	za	2.7			-3		
<i>Helobdella stagnalis</i>	Hirudinea	za	1.9			-3		
<i>Alboglossiphonia sp</i>	Hirudinea							
<i>Erpobdellidae</i>	Hirudinea	za	2.7			-2		
<i>Nais elinguis</i>	Oligochaeta	a	4			-2	-2	
<i>Ophidonais serpentina</i>	Oligochaeta	za	2.2					
<i>Slavina appendiculata</i>	Oligochaeta	va	1.6					

taxonnaam	hoofdgroep	zeldz	stroom	hydro	morfo	eutro	zuur	droog
<i>Pristinella amphibiotica</i>	Oligochaeta	zz						
<i>Tubificidae juveniel zonder haarsetae</i>	Oligochaeta							
<i>Tubificidae juveniel met haarsetae</i>	Oligochaeta							
<i>Tubifex tubifex</i>	Oligochaeta	a	2.8				-2	
<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	Oligochaeta	za	2.7				-3	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Oligochaeta	za	2.8				-3	
<i>Limnodrilus profundicola</i>	Oligochaeta	a	2.3					
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Oligochaeta	a	3				-3	
<i>Potamoebrix beuscheri</i>	Oligochaeta	va	1.9					
<i>Potamoebrix bedoti</i>	Oligochaeta	zz	2.2					
<i>Anlodrilus japonicus</i>	Oligochaeta		2					
<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	Oligochaeta	va	2.5					
<i>Enchytraeidae</i>	Oligochaeta	a						
<i>Lumbriculidae</i>	Oligochaeta		0					
<i>Lumbricidae</i>	Oligochaeta	a						
<i>Thyopsis cancellata</i>	Hydracarina	zz	2					
<i>Thyas barbiger</i>	Hydracarina	z	4					
<i>Sperchon clupeifer</i>	Hydracarina	z	4.8	2	2	2		
<i>Sperchon squamosus</i>	Hydracarina	vz	4.7	1	1	1		
<i>Sperchon thienemanni</i>	Hydracarina		4.8					
<i>Sperchon turgidus</i>	Hydracarina	zz	4.8					
<i>Lebertia rivulorum</i>	Hydracarina	zz	5					
<i>Lebertia fimbriata</i>	Hydracarina	z						
<i>Lebertia lineata</i>	Hydracarina							
<i>Lebertia insignis</i>	Hydracarina	vz	4					
<i>Lebertia inaequalis</i>	Hydracarina	va	3.9					
<i>Hygrobates sp</i>	Hydracarina		0					
<i>Hygrobates longipalpis</i>	Hydracarina	a	2.9	-2	-2			
<i>Hygrobates nigromaculatus</i>	Hydracarina	a	3.6	-2	-2	-2		
<i>Neumania deltoides</i>	Hydracarina	a	2.5					
<i>Neumania vernalis</i>	Hydracarina		1.5					
<i>Wettina podagrica</i>	Hydracarina	z		2	2	2		
<i>Forelia variegator</i>	Hydracarina	va	3.4	-1	-1			
<i>Aturus fontinalis</i>	Hydracarina	u						
<i>Mideopsis crassipes</i>	Hydracarina	vz	5					
<i>Arrenurus albator</i>	Hydracarina	a	2.2					
<i>Arrenurus cuspidator</i>	Hydracarina	va	2					
<i>Arrenurus cylindratus</i>	Hydracarina	vz	3.5	2	2			
<i>Asellus aquaticus</i>	Crustacea	za	2.7					
<i>Proasellus meridianus</i>	Crustacea	za	2.8	-3	-3	-3		
<i>Gammarus pulex</i>	Crustacea	za	4					
<i>Aeshna sp</i>	Odonata	va	1					
<i>Baetis vernus</i>	Ephemeroptera	a	4.7	1	1			
<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemeroptera	za	2.7					
<i>Habrophlebia fusca</i>	Ephemeroptera	z	4	2	2	2		
<i>Nemouridae</i>	Plecoptera		4.86					
<i>Micronecta sp</i>	Heteroptera		3					
<i>Nepa cinerea</i>	Heteroptera	za	2.9					
<i>Plea minutissima</i>	Heteroptera	za	1.4				-3	

taxonnaam	hoofdgroep	zeldz	stroom	hydro	morfo	eutro	zuur	droog
<i>Mesovelia sp</i>	Heteroptera							
<i>Hydrometra stagnorum</i>	Heteroptera	a	2.6					
<i>Velia sp</i>	Heteroptera	a	4					
<i>Gerris lacustris</i>	Heteroptera	za	2.6					
<i>Sialis lutaria</i>	Megaloptera	za	2.6				-3	
<i>Osmylus fulvicephalus</i>	Neuroptera	z	4.7	2	2	2		
<i>Halipplus ruficollis</i>	Coleoptera	za	2.1					
<i>Noterus clavicornis</i>	Coleoptera	za	1.7					
<i>Hygrotus inaequalis</i>	Coleoptera	za	1.8	-3	-3	-3		
<i>Platambus maculatus</i>	Coleoptera	va	4.3					
<i>Agabus sp</i>	Coleoptera		2					
<i>Ilybius sp</i>	Coleoptera		2					
<i>Hydraena brütteni</i>	Coleoptera	vz	2.3				1	
<i>Hydraena palustris</i>	Coleoptera	z	2				2	
<i>Hydraena testacea</i>	Coleoptera	va	2.5		1			1
<i>Limnebius crinifer</i>	Coleoptera	va	2.2					2
<i>Hydrochus sp</i>	Coleoptera							
<i>Helophorus aequalis</i>	Coleoptera							
<i>Helophorus obscurus</i>	Coleoptera	a	2.7		-2			
<i>Hydrobius fuscipes</i>	Coleoptera	za	2.5	-3		-3	-3	
<i>Anacaena sp</i>	Coleoptera		2.5					
<i>Laccobius bipunctatus</i>	Coleoptera	za	2.4					
<i>Dryops sp</i>	Coleoptera		2					
<i>Elmis sp</i>	Coleoptera		5	3	3			
<i>Oulimnius sp</i>	Coleoptera		4					
<i>Elodes sp</i>	Coleoptera			1	1			
<i>Cyphon sp</i>	Coleoptera	-	1.9					
<i>Erioptera sp</i>	Diptera	-	4					
<i>Molophilus sp</i>	Diptera		4					
<i>Rhypholophus sp</i>	Diptera	-						
<i>Austrolimnophila sp</i>	Diptera							
<i>Eloeophila sp</i>	Diptera	-	4					
<i>Limnophila sp</i>	Diptera	-	3.5	2	2	2		
<i>Neolimnomyia sp</i>	Diptera	-						
<i>Pilaria sp</i>	Diptera	-						
<i>Dicranomyia sp/Neolimonia sp</i>	Diptera		3.6					
<i>Dicranota sp</i>	Diptera	a	4					
<i>Nephrotoma sp</i>	Diptera		3					
<i>Tipula sp</i>	Diptera	-	2.6					
Psychodidae	Diptera							
<i>Anopheles claviger</i>	Diptera		2					
<i>Aedes punctor</i>	Diptera	a	1.2	1				
Ceratopogonidae	Diptera		2.6					
<i>Chironomus sp</i>	Chironomidae	za	2.7					
<i>Cryptochironomus sp</i>	Chironomidae	za	2.7					
<i>Dicrotendipes sp</i>	Chironomidae		2					
<i>Microtendipes gr chloris</i>	Chironomidae		3					
<i>Paracladopelma sp</i>	Chironomidae							
<i>Paratendipes albimanus</i>	Chironomidae	a	0	-2	-2	-2		

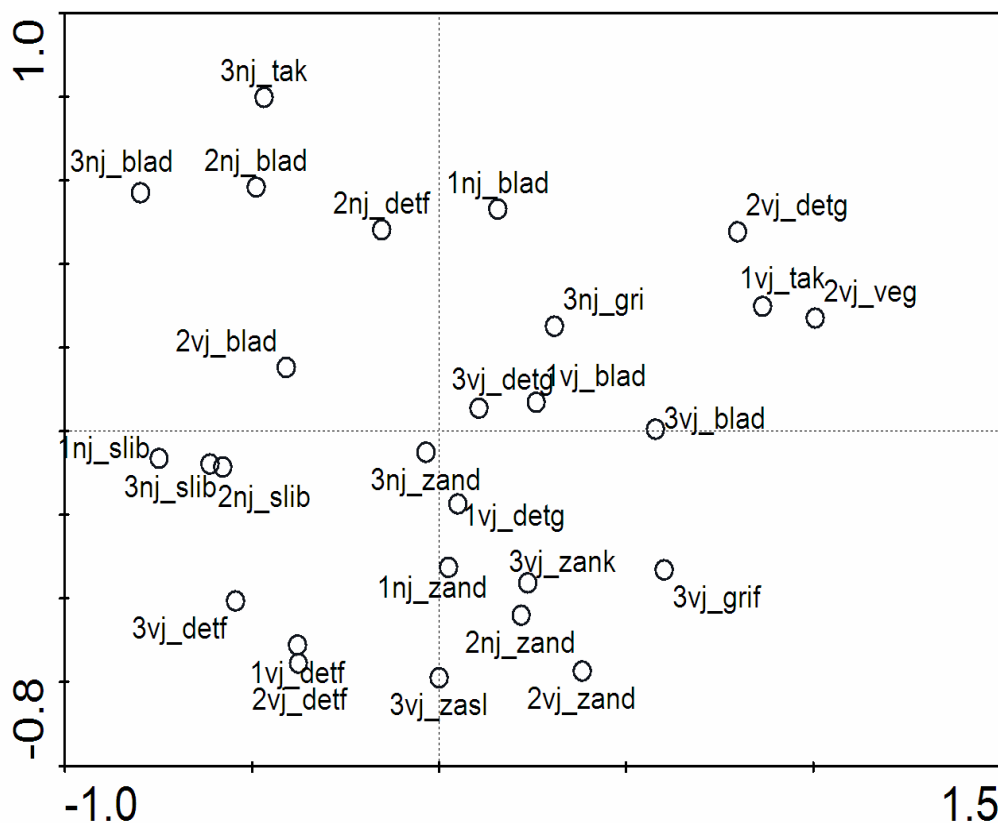
taxonnaam	hoofdgroep	zeldz	stroom	hydro	morfo	eutro	zuur	droog
<i>Phaenopsectra sp</i>	Chironomidae	a	3.1	-2	-2	-2		
<i>Polypedilum sordens</i>	Chironomidae	za						
<i>Polypedilum albicorne</i>	Chironomidae							
<i>Polypedilum convictum</i>	Chironomidae	zz	5					
<i>Polypedilum pedestre</i>	Chironomidae		0					
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Chironomidae	a	4	1	1	1		
<i>Stictochironomus sp</i>	Chironomidae	va	2					
<i>Zavreliella sp</i>	Chironomidae	va	5					
<i>Cladotanytarsus sp</i>	Chironomidae	za	2.7					
<i>Paratanytarsus sp</i>	Chironomidae	za	2.7					
<i>Rheotanytarsus sp</i>	Chironomidae	a	4.5	-2	-2	-2		
<i>Rheotanytarsus sp</i>	Chironomidae	a	4.5	-2	-2	-2		
<i>Stempellina sp</i>	Chironomidae	z	3.7	2	2	2		
<i>Microsectra sp</i>	Chironomidae	za	3.3				-3	
<i>Tanytarsus sp</i>	Chironomidae	za	2.3					
<i>Brillia modesta</i>	Chironomidae	a	4.6				2	
<i>Chaetocladius gr piger</i>	Chironomidae	a						
<i>Corynoneura cf antennalis</i>	Chironomidae		2.5					
<i>Corynoneura coronata agg</i>	Chironomidae	z						
<i>Corynoneura lobata agg</i>	Chironomidae							
<i>Corynoneura scutellata agg</i>	Chironomidae	a	2					
<i>Diplocladius cultriger</i>	Chironomidae	va	4.5					
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	Chironomidae	vz	5	1		1		
<i>Limnophyes sp</i>	Chironomidae	za	2.9					
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	Chironomidae	vz	4.6	1	1			
<i>Paraphaenocladius impensus agg</i>	Chironomidae	-						
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	Chironomidae	va	4.9	1	1	1	1	
<i>Thienemanniella flaviforceps agg</i>	Chironomidae							
<i>Tretenia discoloripes agg</i>	Chironomidae							
<i>Odontomesa fulva</i>	Chironomidae	va	4.5					
<i>Prodiamesa olivacea</i>	Chironomidae	za	3.9					
<i>Apsectrotanytus sp/Macropelopia sp</i>	Chironomidae		3.8					
<i>Zavreliymia sp</i>	Chironomidae	va	3.6					
<i>Conchapelopia sp</i>	Chironomidae	a	4					-3
<i>Procladius sp</i>	Chironomidae	za	2.2	-3	-3	-3	-1	-1
<i>Simulium vernum</i>	Diptera	vz	5	1	1	1		
<i>Chrysopilus sp</i>	Diptera	-						
Tabanidae	Diptera		2.2					
Dolichopodidae	Diptera	-	3.3					
<i>Bereodes minutus</i>	Trichoptera	vz	4.3	2	2			
<i>Hydropsyche sp</i>	Trichoptera		5					
Limnephilidae	Trichoptera							
<i>Micropterna lateralis</i>	Trichoptera	vz	4.7	1	1	1		
<i>Micropterna sequax</i>	Trichoptera	vz	4.7	1	1	1		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	Trichoptera	va						
<i>Lype sp</i>	Trichoptera		4					
Goeridae	Trichoptera		4					

Bijlage 4 Informatie over de nulsituatie

Verschillen in macrofaunasamenstelling op habitatniveau

In het voorjaar en najaar 2005 zijn op elk monsterpunt alle aanwezige habitats bemonsterd. Niet ieder habitat is op alle monsterpunten en/of in beide seizoenen aanwezig. Ook het aantal taxa en aantal individuen per monster en habitat varieerde sterk, van 9 taxa in een zandhabitat in het voorjaar tot 51 taxa op blad in het najaar. Een habitat bestaande uit zand en klei bevatte het minste aantal individuen (25), een fractie van het maximale aantal aangetroffen individuen: 1223 in grove detritus in het voorjaar.

Uit het PCA ordinatiediagram van deze data blijkt ten eerste dat er sprake is van een verschil in soortensamenstelling tussen beide seizoenen (Figuur 28). Rechts(onder) in het diagram bevinden zich de monsters genomen in het voorjaar, links(boven) de monsters uit het najaar.



Figuur 28. PCA ordinatiediagram ordinatie-as 1 (horizontaal) en as 2 (verticaal) van de macrofaunamonsters van de Jufferbeek uit 2005. Per monsterpunt (1,2 en 3) zijn in het voorjaar (vj) en najaar (nj) macrofaunamonsters genomen in ieder habitat dat op dat moment aanwezig is: takken (tak), bladeren (blad), vegetatie (veg), grove detritus (detg), fijne detritus (detc), slib (slib), fijn grind (grif), grind (gri), zand (zand), mengsel van zand en slib (zasl) en kaal zand met ribbels (zank). Voor verklaring van de ligging van de punten in het diagram zie tekst.

Ten tweede lijkt het type habitat een belangrijke verklarende factor te zijn (ordinatie-as 2, verticaal): blad, takken, vegetatie, grove detritus zijn voornamelijk bovenin het diagram te vinden, terwijl de fijne materialen slib, fijne detritus en zand vooral

onderin het diagram aan te treffen zijn. Ordinatie-as 1 verklaart 24.8% van de totale variatie in de soortensamenstelling van de verschillende monsters, ordinatie-as 2 verklaart nog eens 16%. Samen wordt door beide assen dus 40.8% van de variatie verklaard.

Functionele voedingsgroepen macrofauna

De voedingsgroep waartoe een organisme behoort, geeft informatie over de specifieke plaats en functie van dat organisme binnen het ecosysteem. Het percentage organismen dat tot een bepaalde voedingsgroep behoort, is per habitat berekend voor zowel de taxa als voor het aantal individuen (Tabel 8, 9). Wat betreft functionele voedingsgroepen waren blad en takken de meest diverse habitats. Kaal zand met ribbels en een mengsel van zand en slib zijn de minst diverse habitats. Een aanzienlijk gedeelte van de taxa is niet geïdentificeerd.

Tabel 8. Percentage taxa per habitat dat behoort tot een bepaalde functionele voedingsgroep, op basis van een combinatie van de monsters 1-3. Er is onderscheid gemaakt tussen: knippers (SH), filtreerders (CF), vergaarders (CG), schrapers (SC), stekers (PI), verzwellers (PE) en combinaties van deze groepen. Niet geïdentificeerde taxa zijn aangeduid als niet-geïdentificeerd (N). De grijze blokken geven het hoogste percentage aan. Voor verklaring van de habitatcodes zie legenda Figuur 28.

voedingsgroep	blad	detf	detg	slib	tak	veg	zand	zank	gri	grif	zasl
CF	3.7		3.2	2.1	6.0	4.5	2.1		2.9	6.3	
CFCG	0.9		1.6	2.1	1.5						5.3
CFCG,SC	0.9	2.6	1.6		1.5		2.1			6.3	5.3
CFSC	0.9	1.3	1.6	2.1	1.5		2.1				
CG	11.9	18.2	17.7	17.0	9.0	4.5	14.9	20.0	8.8	6.3	26.3
CGSC	2.8	1.3	1.6				2.1		2.9	6.3	
CGSH	4.6	5.2	8.1	6.4	6.0	13.6	6.4	20.0	8.8	6.3	10.5
CGSHPE	0.9	1.3	1.6		1.5	4.5	2.1		2.9		
PE	10.1	14.3	6.5	12.8	6.0	4.5	10.6	20.0	5.9	6.3	15.8
PECG	0.9	1.3	1.6		1.5						
PEPI	0.9	1.3	1.6		1.5	4.5	2.1		2.9		
PI	3.7	3.9	1.6	4.3	7.5	9.1	4.3	10.0			
SC	2.8		1.6		1.5						
SC/CGSC	0.9				1.5		2.1				
SCCG,CF?	0.9				1.5						
SH	5.5		6.5	4.3	7.5	9.1				6.3	
SHCG	0.9	1.3			1.5		2.1		2.9		
SHSC	0.9										
SHSC/SCCG	2.8	1.3			1.5		2.1		2.9		
N	43.1	46.8	43.5	48.9	41.8	45.5	44.7	30.0	58.8	56.3	36.8

Wanneer de procentuele verdeling over de voedingsgroepen per habitat bekeken wordt op basis van alleen de taxa, ongeacht met hoeveel individuen het taxon voorkomt, dan is het aandeel vergaarders (CG) voor vrijwel alle habitats het hoogst (Tabel 8). Dit zijn detritivoren die zich voeden met fijn organisch materiaal. In de vegetatie komen het meeste vergaarder-knippers (CGSH) voor en ook in de habitats grind en kaal zand met ribbels is deze functionele groep belangrijk. Dit zijn herbivoren of detritivoren die zich voeden met grof tot fijn organisch materiaal, zowel dood als levend. In het kaal zand met ribbels is ook een hoog percentage

verzwelgers (PE) aangetroffen. Dit zijn carnivoren. Het habitat fijn grind liet geen duidelijk verschil in percentages zien.

De procentuele verdeling op basis van het aantal individuen per taxon laat een vergelijkbare verdeling zien (Tabel 9). De vergaarder-knippers (CGSH) en de vergaarders zijn in dat geval de belangrijkste groepen. In de vegetatie zijn de filtreerders (CF) de groep met het hoogste aandeel (hoge abundantie vedermug *Rheotanytarus* sp.) Soorten van deze functionele groep filteren fijn (dood of levend) organisch materiaal uit het water.

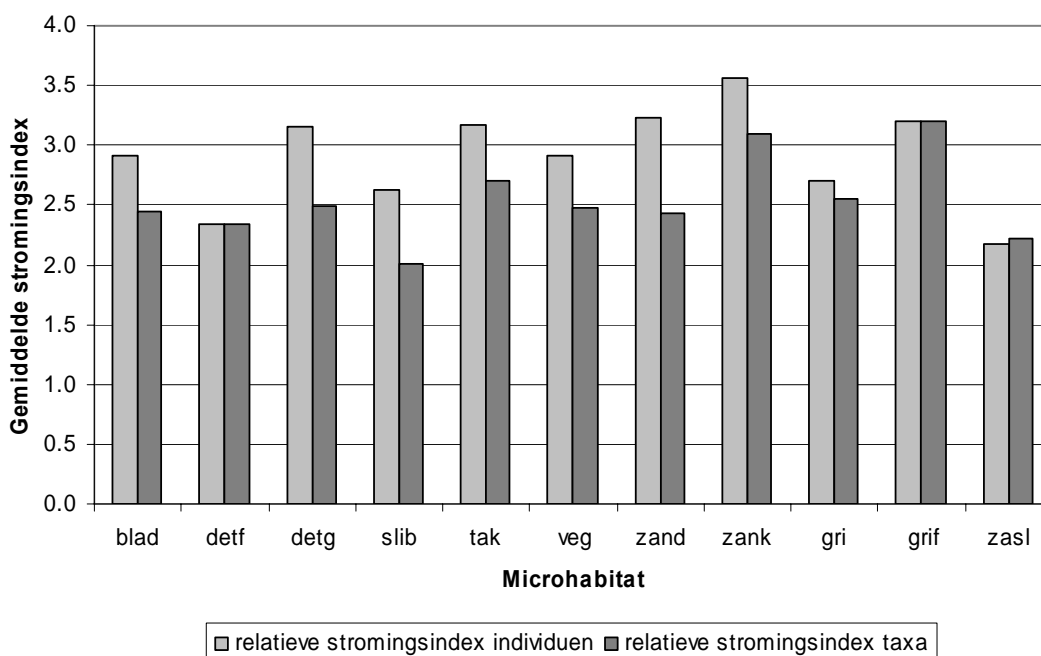
Tabel 9. Percentage individuen per habitatype dat behoort tot een bepaalde functionele voedingsgroep, op basis van de monsters 1-3. Er is onderscheid gemaakt tussen: knippers (SH), filtreerders (CF), vergaarders (CG), schrapers (SC), stekers (PI), verzwelgers (PE) en combinaties van deze groepen. Niet geclassificeerde taxa zijn aangeduid als niet-geclassificeerd (N). De grijze blokken geven het hoogste percentage aan. Voor verklaring van de habitatcodes zie legenda Figuur 28.

voedingsgroep	blad	detf	detg	slib	tak	veg	zand	zank	gri	grif	zasl
CF	1.9		1.9	0.3	3.2	36.2	1.2		13.6	2.7	
CFCG	0.1		0.1	0.1	0.2						1.7
CFCG,SC	0.4	1.2	0.7		0.2		0.4			1.4	3.4
CFSC	0.8	1.7	2.9	1.2	0.1		0.2				
CG	27.4	23.8	7.6	10.4	34.0	0.3	29.6	12.0	15.4	18.9	41.9
CGSC	0.9	0.1	0.1				0.4		2.5	1.4	
CGSH	27.5	27.7	53.3	46.3	14.6	16.4	32.0	64.0	1.9	2.7	23.9
CGSHPE	0.2	0.2	0.3		0.4	0.8	1.2		2.5		
PE	4.7	13.7	1.1	7.0	5.7	0.2	6.1	8.0	2.5	4.1	7.7
PECG	0.4	0.8	0.3		0.3						
PEPI	0.6	1.0	1.3		1.8	1.1	0.2		0.6		
PI	1.2	0.2	0.1	0.3	1.3	0.3	2.4	4.0			
SC	0.1		0.2		0.5						
SC/CGSC	0.0				0.5		0.2				
SCCG,CF?	0.2				0.2						
SH	3.4		4.0	0.1	1.8	3.9				1.4	
SHCG	0.1	0.2			0.1		1.0		0.6		
SHSC	0.0										
SHSC/SCCG	0.1	0.1			0.1		0.2		0.6		
N	30.1	29.3	26.0	34.2	35.0	40.8	24.7	12.0	59.9	67.6	21.4

Stromingspreferentie macrofauna

Om een beeld te krijgen van de stromingspreferentie van de macrofauna van de verschillende habitats is de stromingsindex bepaald voor alleen de taxa (Σ stromingsindex per taxon per habitat/ totaal aantal taxa per habitat) en op basis van het aantal individuen per taxon ($(\Sigma$ stromingsindex per taxon per habitat * aantal individuen taxon)/totaal aantal individuen per habitat) (Figuur 29). Habitats met de hoogste stromingspreferentie van de macrofauna (zowel op basis van alleen de taxa als op basis van de individuen) zijn kaal zand met ribbels en fijn grind. Een relatief lage preferentie is gevonden voor zand met slib, slib en fijne detritus. Over het geheel gezien zijn de verschillen in stromingsfrequentie klein en indiceert de index een stromingspreferentie van weinig voorkeur wat betreft stroming. Waarschijnlijk is ook hier sprake van een combinatie van stromingsminnende soorten en soorten van stilstaand water.

Wanneer de stromingspreferentie vergeleken wordt met de stroomsnelheidsmetingen, dan blijkt fijn grind ook de hoogste stroomsnelheid te hebben, gevolgd door zand en blad. Boven onder andere fijne detritus en zand met slib werd een zeer lage stroomsnelheid gemeten en ook de stromingspreferentie van de macrofauna is hier iets lager.



Figuur 29. Gemiddelde stromingsindex per habitat, waarbij een laag getal (1) niet of bij uitzondering in stromend water aangeeft en 5 alleen in stromend water. De stromingsindex is berekend op zowel het aantal individuen per taxon als het aantal taxa. Voor verklaring van de habitatcodes zie legenda Figuur 28.

Bewegingsgedrag macrofauna

De procentuele verdeling over de bewegingsgedragsgroepen zijn berekend voor de verschillende habitats op monsterpunt 1-3, aan de hand van de verdeling over het aantal individuen (Tabel 10) en op basis van alleen de taxa (Tabel 11). In blad habitats is de grootste verscheidenheid aan bewegingsgedrag van de taxa gevonden. Op basis van de verdeling over de individuen blijkt dat bladeren, grove en fijne detritus en kaal zand met ribbels een hoog percentage klevers-klimmers (CGCM) herbergde.

Tabel 10. Percentage individuen per habitat dat een bepaald bewegingsgedrag vertoont, op basis van een combinatie van de monsters 1-3. Er is onderscheid gemaakt tussen: schaatser (SK), duikers (DI), zwemmers (SW), klevers (CG), spartelaars (SP), klimmers (CM), gravers (BU) en combinaties van deze groepen. Niet geclassificeerde taxa zijn aangeduid als niet-geclassificeerd (N). De grijze blokken geven het hoogste percentage aan. Voor verklaring van de habitatcodes zie legenda Figuur 28.

bewegingsgroep	blad	detf	detg	slib	tak	veg	zand	zank	gri	grif	zasl
BU	16.1	35.4	8.8	31.3	6.9	0.8	16.8	12.0	7.5		31.6
BUCG											1.7
BUCM	0.1										
BUSP	1.5	2.3	1.1	4.2	0.1		0.6	4.0			
CG	2.9	0.1	1.9		3.4	36.3	1.2		16.1	4.1	
CGCM	26.2	20.6	53.7	29.6	15.2	16.0	18.4	56.0	1.2	2.7	22.2
CGSP	2.7	0.1	3.0	0.4	1.2	2.6				1.4	
CM	0.0				0.6		0.2				
CMSP	0.0	0.1		0.1		0.2					
CMSW	4.7	14.2	1.3	7.3	5.9		5.9	8.0	3.1	4.1	7.7
DISW	0.9	0.1			0.8		1.4				
SK	0.1	0.1			0.1	0.2	1.0				
SP	21.3	8.8	4.4	5.6	35.9	1.9	31.5	8.0	16.8	20.3	27.4
SW	0.1		0.1	0.3			0.6		0.6		
N	23.5	18.2	25.7	21.1	29.9	41.9	22.3	12.0	54.7	67.6	9.4

Tabel 11. Percentage taxa per habitat dat een bepaald bewegingsgedrag vertoont, op basis van een combinatie van de monsters 1-3. Er is onderscheid gemaakt tussen: schaatser (SK), duikers (DI), zwemmers (SW), klevers (CG), spartelaars (SP), klimmers (CM), gravers (BU) en combinaties van deze groepen. Niet geclassificeerde taxa zijn aangeduid als niet-geclassificeerd (N). De grijze blokken geven het hoogste percentage aan. Voor verklaring van de habitatcodes zie legenda Figuur 28.

bewegingsgroep	blad	detf	detg	slib	tak	veg	zand	zank	gri	grif	zasl
BU	15.6	18.4	21.0	17.0	14.9	13.6	15.2	20.0	18.2		31.6
BUCG											5.3
BUCM	0.9										
BUSP	1.8	2.6	1.6	6.4	1.5		4.3	10.0			
CG	6.4	1.3	3.2		7.5	9.1	2.2		6.1	12.5	
CGCM	8.3	3.9	11.3	6.4	10.4	9.1	4.3	10.0	6.1	6.3	5.3
CGSP	2.8	1.3	1.6	2.1	1.5	4.5				6.3	
CM	0.9				3.0		2.2				
CMSP	0.9	2.6		2.1		4.5					
CMSW	10.1	11.8	6.5	17.0	7.5		8.7	20.0	9.1	6.3	15.8
DISW	0.9	1.3			1.5		2.2				
SK	1.8	1.3			1.5	4.5	2.2				
SP	7.3	14.5	12.9	6.4	9.0	9.1	15.2	10.0	12.1	12.5	21.1
SW	1.8		3.2	2.1			4.3		3.0		
N	40.4	40.8	38.7	40.4	41.8	45.5	39.1	30.0	45.5	56.3	21.1

Klevers hebben morfologische en/of gedragsaanpassingen om zich te kunnen vasthouden aan vaste substraten in de stroomdraad. Klimmers zijn aangepast aan een leven op organisch materiaal, ze hebben aanpassingen om zich in verticale richting over dit materiaal te bewegen. In het slib werden vooral gravers (BU) gevonden, dit zijn bewoners van fijne sedimenten. De vegetatie bevatte een hoog aandeel klevers (CG). Op takken, zand, grind en zand met slib is een hoog percentage individuen

aanwezig dat behoort tot de spartelaars (SP). De vertegenwoordigers van deze groep zijn aangepast aan het leven op fijne sedimenten of het bladoppervlak van waterplanten en hebben hiervoor meestal aanpassingen, zoals de mogelijkheid hun ademhalingsorganen vrij te houden van slib.

Op basis van alleen de taxa behoorde het hoogste percentage van de taxa tot de gravers (BU), behalve voor fijn grind, waar het hoogste percentage bestond uit klevers (CG) en spartelaars (SP). In de habitats kaal zand met ribbels en slib behoorde ook een hoog percentage tot de klimmers-zwemmers (CMSW). Zwemmers zijn aangepast om actief te zwemmen in stilstaand en stromend water. Tijdens korte perioden waarin geen zwemactiviteit plaatsvindt houden ze zich vaak vast aan het substraat. Taxa die horen bij de bewegingsgedraggroep spartelaars (SP) kwamen ook veel voor op zand.

Vissen

In totaal zijn drie soorten vissen aanwezig in het traject ter hoogte van monsterpunt 2 en 3, namelijk het biermpje (*Barbatula barbatula*), de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en de tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*) (Tabel 12). De indicatie van het biermpje en de driedoornige stekelbaars laten zien dat deze soorten afnemen bij alle typen verstoringen. De tiendoornige stekelbaars is alleen gevoelig voor verdroging.

Tabel 12. Vissen aangetroffen in de Jufferbeek in december 2005 met hun bijbehorende indicatiewaarde: hydro: indicatie voor hydrologische verstoring, morfo: indicatie voor morfologische verstoring, eutro: indicatie voor organische belasting/eutrofiëring, zuur: indicatie voor verzuring, droog: indicatie voor verdroging/droogval. Getallen geven indicatie aan: 1 = neemt af, 2 = neemt sterk af, 3 = verdwijnt, -1 = neemt toe, -2 = neemt sterk toe, -3 = neemt explosief toe (Verdonschot et al. 2003).

soort	aantal	hydro	morfo	eutro	zuur	droog
Biermpje	32	1	2	2	1	3
Driedoornige stekelbaars	35	2	2	1	1	3
Tienddoornige stekelbaars	5					3