

Herinrichting Geeserstroam

In opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Wetenschap en Kennisoverdracht, Cluster Ecologische Hoofdstructuur, Thema BO-02-007 Ecologische doelen en maatlatten 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.

(BO-02-007-5231813 en BO-02-007- 5231812)

Herinrichting Geeserstroom

Beschrijving van de monitoringsresultaten

**Karin Didden
Anna Besse- Lototskaya
Martin van den Hoorn
Jos Sinkeldam
Rink Wiggers
Piet Verdonschot**

Alterra-rapport 1790

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Didderen K., A. Besse-Lototskaya, M.W. van den Hoorn, J.A. Sinkeldam, R. Wiggers, P.F.M. Verdonchot, 2008. *Herinrichting Geeserstroom; beschrijving van de monitoringsresultaten*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1790. 64 blz.; 22 fig.; 8 tab.; 20 ref.

Het laatste decennium zijn veel beekherstelmaatregelen uitgevoerd. De doelstelling dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in processen en factoren die leiden tot succesvol herstel. Daartoe heeft monitoring plaatsgevonden van een voorbeeldproject 'de Geeserstroom' en is onderzocht wat het effect is van een grootschalige herinrichting op de ecologie van de beek. Het profiel van de beek is sterk veranderd, de nutriëntenconcentraties niet en er zijn verschillende aanwijzingen dat het kolonisatieproces van de beekfauna nog in volle gang is. Langdurige monitoring zal een completer beeld geven van de effecten van een grootschalig herinrichtingsproject, dan alleen de resultaten na 2 jaar die in dit rapport zijn beschreven.

Trefwoorden: beek, beekherstel, diatomeeën, Drenthe, hydrologie, macrofauna, nutriënten

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt 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) 474700; 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 Herstelprojecten in de 21 ^{ste} eeuw	11
1.2 Doelstelling en beleidsrelevantie	11
1.3 Voorbeeldproject	11
1.4 Leeswijzer	12
2 Geeserstroom	13
2.1 Ligging	13
2.2 Geologie en waterhuishouding	13
2.3 Referentiebeschrijving	14
2.4 Historische ontwikkeling	15
2.5 Antropogene Verstoringen	16
2.6 Huidige toestand	17
2.7 Beheer en herstel	19
2.8 Geplande maatregelen	19
3 Methode	23
3.1 Locaties	23
3.2 Monitoring	23
3.3 Hydrologie	24
3.3.1 Profiel	24
3.3.2 Waterpeil en stroomsnelheid	24
3.4 Nutriënten en waterchemie	24
3.5 Biologie	25
3.5.1 Diatomeeën	25
3.5.2 Macrofyten	25
3.5.3 Macrofauna	26
3.5.4 Analyse	26
3.5.5 Robuuste, verdwenen en verschenen taxa na herinrichting	28
3.5.6 V-index en droogvalindex	28
4 Abiotiek	29
4.1 Hydrologie	29
4.1.1 Profiel	29
4.1.2 Waterpeil	33
4.1.3 Stroomsnelheid	34
4.2 Nutriënten	35
4.2.1 Zuurstof	37
4.2.2 Overige chemie	38

5	Biotiek	39
	5.1 Diatomeeën	39
	5.2 Macrofyten	41
	5.3 Macrofauna	42
	5.3.1 Aantal taxa en abundantie	42
	5.3.2 Ordinatie macrofaunamonsters	43
	5.3.3 Robuuste, verdwenen en verschenen taxa	45
	5.3.4 V-index en droogvalindex	48
6	Stand van zaken	51
	6.1 Onderzoeksvragen	51
	6.2 Hoe is de abiotische situatie na de herinrichting?	51
	6.2.1 Hydrologie	51
	6.2.2 Nutriënten	51
	6.3 Zijn de veranderingen in de abiotiek van invloed op de te verwachten doelsoorten in de beek?	52
	6.4 Welke soorten zijn verdwenen voor uitvoering van de herstel maatregel?	52
	6.5 Welke soorten zijn teruggekeerd?	52
	6.6 Na hoeveel tijd en op welk moment zijn soorten teruggekeerd?	53
	6.7 De toekomst	53
	6.8 Overige Aanbevelingen	54
	6.8.1 Enten van de macrofaunagemeenschap	54
	6.8.2 Slenk	54
	6.8.3 Beekmoeras	55
	6.8.4 Droogval	55
	Literatuur	57
	<i>Bijlagen</i>	
	1 Monsterpunten Geeserstroom	59
	2 Neerslagkaart weerstation Zweeloo	61
	3 Van Dam Index per monster	63

Woord vooraf

Oppervlaktewateren moeten volgens de Kaderrichtlijn Water in 2015 minimaal de goede ecologische toestand hebben bereikt. Daarnaast stelt het natuurbeleid verschillende ecologische eisen aan wateren. Het laatste decennium zijn veel beekherstelmaatregelen uitgevoerd. De doelstelling van het hier beschreven onderzoek is het verkrijgen van inzicht in processen en factoren die leiden tot succesvol herstel. Daartoe heeft monitoring plaatsgevonden van een voorbeeldproject 'de Geeserstream' en is onderzocht wat het effect is van een grootschalige herinrichting op de ecologie van de 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, projecten 'Dispersie in aquatische ecosystemen' en 'Optimalisatie van herstelmaatregelen in aquatische ecosystemen' en het door de Europese Unie, Kaderprogramma 6, Thema 1.1.6.3 'Global Change and Ecosystems' gefinancierde project EUROLIMPACS contract nr. GOCE-CT-2003-505540. Wij bedanken Gerhard Duursema en Gerrie Veldsink van Waterschap Velt en Vecht en Rebi Nijboer en Roos Loeb van Alterra, WUR voor hun medewerking aan dit onderzoek.

Samenvatting

Oppervlaktewateren moeten volgens de Kaderrichtlijn Water in 2015 minimaal de goede ecologische toestand hebben bereikt. Daarnaast stelt het natuurbeleid verschillende ecologische eisen aan wateren. Het laatste decennium zijn veel beekherstelmaatregelen uitgevoerd. Over effecten van grootschalige beekherstelprojecten is nog weinig bekend. Er zijn nog weinig van dergelijke projecten uitgevoerd en vaak blijft langdurige monitoring achterwege. Langdurig onderzoek naar effecten van grootschalige herstelprojecten is nodig om maatregelen te kunnen optimaliseren.

Dit rapport bevat een beschrijving van een grootschalig beekherstelproject dat is uitgevoerd in het stroomgebied van de Geeserstream. Op dit moment zijn de gegevens van de eerste jaren na herinrichting bekend en kunnen de korte termijn effecten van een dergelijke herinrichting worden beschreven.

De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in processen en factoren die leiden tot succesvol herstel.

Hoe is de abiotische situatie na de herinrichting?

Voor herinrichting was de beek diep ingesneden, met bijbehorende grote taludhoogte en waterdiepte en geringe waterbreedte en taludbreedte. Ook was er door de insnijding weinig hoogteverschil tussen de verschillende delen van de beek en werd de beek gekenmerkt door een korte weglengte en een gering verval. De beek is in de nieuwe situatie langer is, met een groter verval, minder insnijding en met een bredere en meer oppervlakkige afstroming. Het waterpeil wisselt van een paar centimeter in april 2007 tot bijna een meter tijdens hevige regenval in januari 2007. Het is duidelijk te zien dat de waterhoogte het neerslagpatroon volgt. De stroomsnelheid is gemiddeld 0.10 m/s in 2006 ten opzichte van 0.02 m/s in 2005 en 0.06 m/s in 2004. Verder valt op dat regenval in de winter en in sommige maanden in de zomer gepaard lijkt te gaan met toenemende stikstof- en fosfor concentraties, die norm voor de Goede Ecologische Toestand (GET) voor R5 overschrijden.

Zijn de veranderingen in de abiotiek van invloed op de te verwachten doelsoorten in de beek?

Het nieuwe profiel leidt tot veranderde stromingscondities. De verwachting is dat typische laaglandbeeksoorten kunnen profiteren van het toegenomen verval en veranderde hydromorfologie en bijbehorende toegenomen stroomsnelheid en verondieping. Het proces van herinrichting en de wisselende weersomstandigheden in 2006 en 2007 hebben echter geleid tot sterk wisselende abiotische condities, waardoor soorten die bestand zijn tegen verstoringen tot nog toe de overhand hebben in de heringerichte beek. Daarnaast is er nauwelijks iets veranderd aan de nutriënten concentraties in de beek. Het omleiden van het voedselrijke water uit de landbouwgebieden is nog niet gerealiseerd, waardoor het water een te hoge voedselrijkdom heeft voor het ontwikkelen van typische laaglandbeek flora en fauna.

Welke soorten zijn verdwenen voor uitvoering van de herstelmaatregel?

Na herinrichting verdwijnen 51 taxa (25%) voornamelijk taxa die niet vliegen zoals mijten, tweekleppigen, bloedzuigers, vlokreeften en wormen, maar ook slijkvliegen en libellen. De habitat van veel van deze taxa is gekoppeld aan voedselrijke, vegetatierijke, stilstaande of genormaliseerde wateren, hetgeen overeenkomt met de typering van de Geeserstrom voor de herinrichting.

Welke soorten zijn teruggekeerd?

Het merendeel van de taxa (60 %) is in 2007 weer teruggekeerd. Daarnaast zijn er 36 nieuwe taxa bijgekomen. De taxa die na herinrichting nieuw zijn, verplaatsen zich vooral vliegend voort (wantsen, dansmuggen en muggen), maar ook enkele wormen en slakken zijn nieuw verschenen. Er is geen toename in het aantal rheofiele soorten na de herinrichting. Soorten die nieuw zijn of in aantal toenemen zijn vooral typische kolonisten die bestand zijn tegen verstoringen of zich kunnen handhaven in semi-permanente wateren.

Na hoeveel tijd en op welk moment zijn soorten teruggekeerd?

In 2006 is het aantal taxa en hun abundanties erg laag. Het merendeel van de taxa keert daarom pas in 2007 terug. De verwachte komst van typische laagland-beeksoorten als ook doelsoorten blijft tot dusver achter. Dit is mogelijk te verklaren door wisselende weersomstandigheden en onveranderde nutriëntenconcentraties.

De Toekomst

Er zijn verschillende aanwijzingen dat het kolonisatieproces van de heringerichte Geeserstroombekken nog in volle gang is. Langjarige monitoring van de herinrichting geeft waarschijnlijk een ander en ook completer beeld van de effecten van een grootschalig herinrichtingsproject, dan alleen de resultaten na 2 jaar, die in dit rapport zijn beschreven.

1 Inleiding

1.1 Herstelprojecten in de 21^{ste} eeuw

Uit recent onderzoek (Nijboer *et al.*, 2004, Nijboer & Bosman, 2006) is gebleken dat veel beekherstelprojecten 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 en blijft het terugdringen van hoge nutriëntengehalten een probleem. In herstelprojecten wordt in veel gevallen maar één probleem aangepakt, zodat de gewenste soorten niet kunnen terugkeren omdat er nog steeds een bottleneck in het systeem aanwezig is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij projecten waarbij hermeandering van een beek wordt gerealiseerd, terwijl de waterkwaliteit van de beek niet aan de normen voldoet. Waarschijnlijk is daarnaast de schaal waarop herstel wordt gepleegd een bepalende factor voor het succes, waarbij de verwachting is dat als de hele beek wordt hersteld, er een positiever effect op het ecosysteem van de beek optreedt dan als er slechts een klein traject wordt hersteld.

Over effecten van grootschalige projecten is nog weinig bekend. Er zijn nog weinig van dergelijke projecten uitgevoerd en vaak blijft langdurige monitoring achterwege. Langdurig onderzoek naar effecten van grootschalige herstelprojecten is nodig omdat herstelprocessen tijdvragen en om maatregelen te kunnen optimaliseren. Deze grootschalige benadering sluit ook aan bij de stroomgebiedsbenadering, biedt meer inzicht in situaties van afwenteling en in mogelijkheden tot combineren van maatregelen om grotere effecten te realiseren.

1.2 Doelstelling en beleidsrelevantie

De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in processen en factoren die leiden tot succesvol beekherstel.

Specifieke onderzoeksvragen zijn hierbij:

- Hoe is de abiotische situatie na het herstel?
- Zijn de veranderingen in de abiotiek van invloed op de te verwachten doelsoorten in de beek?
- Welke soorten zijn verdwenen voor uitvoering van de herstelmaatregel?
- Welke soorten zijn teruggekeerd?
- Na hoeveel tijd en op welk moment zijn soorten teruggekeerd?

1.3 Voorbeeldproject

De kern van herstel is het succesvol terugkeren van de beoogde indicatorsoorten en het beoogde aquatische ecosysteem. Om deze terugkeer te volgen zijn stapsgewijs zowel de abiotische effecten van de herstelmaatregelen als de daadwerkelijke terugkeer van indicator- en doelsoorten gevolgd in proefgebied, de Geeserstroom.

Voor dit gebied bestaan de herstelmaatregelen uit hermeandering, verhoging van het waterpeil, beekbodemverhoging en het aanbrengen van een vistrap. Het project Geeserstream is zeer bijzonder, omdat het de herinrichting van een heel bovenloop systeem van een stroomgebied betreft.

Er is begonnen met het meten van de nulsituatie (2004-2005). In de daarop volgende jaren zijn op geselecteerde vaste punten abiotische en biotische variabelen gemonitord. Gegevens die verzameld zijn na de uitvoering van de maatregelen zijn vergeleken met gegevens van de nulsituatie om te bepalen wat de effecten van dit herinrichtingsproject zijn.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport bevat een beschrijving van een grootschalig beekherstelproject dat is uitgevoerd in het stroomgebied van de Geeserstream. Op dit moment zijn de gegevens van de eerste jaren na herinrichting bekend en kunnen de korte termijn effecten van een dergelijke herinrichting worden beschreven

- Hoofdstuk 2 geeft een algemene beschrijving van het herinrichtingsproject Geeserstream;
- In hoofdstuk 3 is de toegepaste methode beschreven;
- In hoofdstuk 4 zijn de veranderingen in de abiotiek van de beek beschreven;
- In hoofdstuk 5 is specifiek beschreven wat de korte termijn effecten zijn van de herinrichting op de abiotiek en ecologie;
- In hoofdstuk 6 is een overzicht gegeven van de huidige stand van zaken, waarbij de resultaten uit hoofdstuk 4 en 5 bediscussieerd worden.

2 Geeserstroom

2.1 Ligging

Het stroomgebied van de Geeserstroom ligt in het zuidoostelijke deel van Drenthe en is het noordelijke deel van het watersysteem Loo- en Drostendiep (Torenbeek, 1999). Het Drents Plateau loopt van hier af in zuidelijke richting en in het noordoosten steken de Hondsrug en de Slenerug boven het landschap uit. Relatieve hoogtes in de omgeving zijn de hoogte waarop de Mepper Dennen, Meppen en Aalden met hun essen liggen, de hoogte van de Boswachterij Gees en de hoogte van Gees en Oosterhesselen met hun essen en de es van Zwinderen. Tussen deze hoogtes liggen de beekdalen van de Alder- en de Westerstroom en die van de Geeserstroom en het Loodiep. Op grotere afstand ligt de laagte van Coevorden.

De Geeserstroom ontstaat in de velden Mepperhooilanden, Koemarsen en de Marsen. Deze velden ontvangen water vanuit de hoger gelegen gebieden in het westen, de Boswachterij Gees, Dennekamp en in het noorden de Mepper Dennen. Het middenstroomse gedeelte ligt in de velden ten noorden van de Goringdijk, Bollema, Zeekerma en Bergstukken. De benedenstroom ligt ten zuiden van de Goringdijk in de velden Klinkerberg en Roonboom. De Geeserstroom mondt uit in het Loodiep wat vervolgens afwatert in de Hoogveense Vaart.

2.2 Geologie en waterhuishouding

De bodem van de dalen in het Geeserstroomgebied bestaat over het algemeen uit veengrond en moerige grond, verder is er veel beekerdgrond aanwezig. De beekdalen in het stroomgebied zijn veelal ijzerrijk. Op de hogere gronden overheersen de veldpodzolen. Dieper in de bodem bevinden zich in bijna het gehele stroomgebied slecht doorlatende lagen van kei- en beekleem.

De vegetatie in het bovenstrooms deel, de Mepperhooilanden, Koemarsen, en de Marsen bevat soorten van matig hard water zoals moeraszegge, dotterbloem en holpijp, maar ook soorten van minder hard water zoals snavelzegge, moerasviooltje en zompzegge. Door het verschil in waterhardheid is hier sprake van zowel kwelinvloeden uit (sub)regionale als lokale systemen. De lokale kwel is afkomstig uit de Boswachterij Gees en het Dennekamp. In de velden waarin de middelloop van de Geeserstroom ligt zijn plekken zonder keileem. Hier zijn plantensoorten (beekpunge, moeraszegge en waterviolier) gevonden die (sub)regionale en lokale kwel indiceren in de sloten rondom de Geeserstroom. In de benedenloop in het dal ter hoogte van de Klinkerberg is aan de westrand een gradiënt in kwelwater te vinden, van vrij zuur (met dophei en tormentil) naar zacht (met sterzegge, geelgroene zegge en waterviolier) tot matig hard water (met dotterbloem en waterkruiskruid). Het zachte water komt waarschijnlijk van de flanken, over het keileem. Het matig harde water komt mogelijk uit het tweede watervoerende pakket komen. In het meer stroomafwaarts gelegen brede en open beekdal zijn geen duidelijke invloeden van

kwel zichtbaar (Werkgroep Geeserstream, 2004). Het stroompje uit Gees heeft in het bovenstroomse deel, de Oude Maden, voornamelijk toevoer van lokale kwel, met bronkruid, zeegroene muur en veldrus. Op een gering aantal plekken indiceren de soorten dotterbloem en waterkruiskruid kwel van matig hard grondwater. In het benedenstroomse deel, de Rotten en Luibroekma, kleurt het water in de sloten rood (ijzerrijk kwelwater). Hier worden ook dotterbloem en holpijp aangetroffen, kwelindicatoren van matig hard water. Langs de randen van het gebied komt ook water voor dat meer een lokale herkomst heeft (Werkgroep Geeserstream, 2004).

Uiterlijk is de landschapsstructuur van een beekdal rond 1900 nog steeds herkenbaar rondom de Geeserstream door het voorkomen van vele houtsingels en –wallen en benedenstrooms een beekdal met een open karakter. De slechte structuur van de houtsingels en –wallen zorgt ervoor dat deze landschappelijk in een slechte toestand verkeren, dit komt door het ontbreken van dichte struikvegetaties. In het benedenstroomse beekdal is het open karakter aangetast door aanplantingen uit de jaren '70. Het beekdal mist nu ook de verlandingsvegetaties in de laagste delen van het dal en de overgangen van natte tot vochtige schraallanden naar heide en bos (Werkgroep Geeserstream, 2004).

2.3 Referentiebeschrijving

Het beekdal bestond van nature uit een stroom met op de natste delen een moerasachtige vegetatie en op de iets drogere delen bossen. In sommige oude meanders is door verlanding veenvorming opgetreden. Langs een natuurlijke beekloop op lemige en kleiige grond komt het bostype elzen-essenbos met slanke sleutelbloem voor. Dit bostype is vaak gelegen binnen het eiken-haagbeukenbos op plaatsen waar periodieke overstroming plaatsvindt. De beek meanderde en kronkelde door het landschap en door een verschil in stroomsnelheid tussen een buiten- en binnenbocht ontstond er een mozaïek van verschillende habitats. Het dwarsprofiel was asymmetrisch en structuurrijk met zandbanken, overhangende oevers, slibzones, detritusafzettingen, bladpakketten, takken en boomstammen. De beek was (ten dele) beschaduwd. Het water is matig zuur tot neutraal en meestal meso- tot zwak eutroof en gekenmerkt door een langzame stroming met mogelijke periodes van droogval in de bovenstroom van de beek. Periodiek trad de beek buiten zijn oevers waardoor oude meanders en de aangrenzende elzen-essenbos en het elzenbroekbos geïnundeerd werden.

In een natuurlijke beek is een grote verscheidenheid aan fauna te vinden. De begroeiing is redelijk ontwikkeld en karakteristiek aangepast aan stroming. De faunasamenstelling is zeer divers. De meeste soorten leven op vaste substraten zoals takken, blad en waterplanten en op en in het sediment, de waterkolom en het litoraal. Er zijn migratiemogelijkheden voor fauna door middel van verbinding met andere beken en riviertjes. Enkele kenmerkende stromingsminnende soorten zijn *Calopteryx virgo*, *Elmis aenea*, *Lebertia insignis*, *Notidobia ciliaris*, *Lype reducta*, *Baetis niger*, *Gomphus vulgatissimus* en *Lampetra planeri* (Verdonschot, 2000).

Het natuurdoeltype voor de Geeserstroom is een natuurlijke langzaam stromende boven- en middenloop op zandgrond. Bovenstreams kan de beek droogvallen. Voor dit deel kan het natuurdoeltype droogvallende bovenloop gebruikt worden. Het bijbehorende referentie watertype uit de Kaderrichtlijn Water is R5: Langzaam stromende midden-/benedenloop op zand/klei. Voor de bovenloop kan het KRW type R4: Permanent langzaamstromende bovenloop op zand gebruikt worden.

2.4 Historische ontwikkeling

Met de komst van de mensen verdwenen langzaam de bossen door begrazing van vee en het kappen van bomen. In het beekdal ontstonden op de rijkere gronden weidegronden en op de hogere gronden ontstonden, mede door het steken van plaggen, heidegronden (Schimmel et al., 1995).

In de periode 1773-1794 waren in het stroomgebied van de Geeserstroom nog grote oppervlaktes niet in cultuur gebrachte grond aanwezig (Figuur 1). Dit waren heide en waarschijnlijk ook gemeenschappelijke weidegronden. Hooilanden lagen in een aantal dalfragmenten; het noordelijke deel van de Mepperhooilanden, de Zuidmaten, de Bollema, een smalle zone ten zuiden van de Tilweg over de Geeserstroom en een smalle zone langs de Klinkenberg, doorlopend tot Zwinderen. Ten zuidwesten van de hooilanden bij de Klinkenberg lag hoogveen.

De afwatering begon ten noordoosten van het Mepperzand bij een meer. De vorm was licht kronkelig tot de huidige Tilweg en vanaf de Tilweg begon de beek sterker te meanderen. Midden in het dal van de Oude Maden was geen watergang getekend. De Verlengde Hoogeveense Vaart bestond nog niet (Werkgroep Geeserstroom, 2004).



Figuur 1. Historische kaart van de Geeserstream. Afkomstig van de militaire stafkaarten uit 1895 in de Hottings Atlas (1785).

2.5 Antropogene Verstoringen

Rond 1850 zijn de velden Koematen en de Marsen ontgonnen en is rond de Bergstukken het graslandgedeelte veel breder geworden. Rond deze tijd is ook een tweede waterloope zichtbaar in de Bergstukken. De Verlengde Hoogeveense Vaart is al aangelegd, de Geeserstream waterde toen nog niet af op de vaart, maar kwam uit in het Loodiep. De Roonboomdijk lijkt aanwezig, dit mogelijk ter voorkoming van afstroom van zuur (veen)water naar de graslanden.

Op de kaarten van 1773-1794 is niet duidelijk aangegeven of er in en rond een deel van de hooilanden houtige begroeiingen aanwezig zijn. Op de kaart van 1900 zijn voor het eerst echt duidelijk structuren van houtwallen en -singels te zien. Mogelijk zijn deze voornamelijk aangelegd na de markenscheidingen.

Vanaf 1900 hebben meer ingrijpende handelingen de omgeving van het beekdal veranderd. Tussen 1900 en 1923 heeft rechttrekking van de hoofdgeul van de Geeserstream plaatsgevonden en vond de afwatering plaats op de Verlengde Hoogeveense Vaart, zelfs met stuwen. Het Loodiep bleef nog onaangetast. De kaarten van 1950/1952 laten een sterke inkrimping van het areaal heide zien ten opzichte van 1900. In 1955 is door Staatsbosbeheer onderzoek (Schimmel et al., 1995) gedaan naar het Loodiep. De beek had een pH van 5.4 en er werd alleen een begeleidende soort voor langzaam stromende benedenlopen *Platycnemis pennipes* aangetroffen. Op de kaart uit 1962 is nog minder heide aanwezig en zelfs de tot dan toe overgebleven veentjes zijn ontgonnen. De dwarswallekes tussen de rand van de Koematen en De Marsen zijn verdwenen. Het Loodiep is nog steeds niet rechtgetrokken. In 1972 is het Loodiep rechtgetrokken. Ook is er een nieuwe watergang gegraven midden door de Oude maten en de Rotten, het stroompje uit Gees. De beekdalrandbeplanting langs de rand van de Koematen en Marsen is grotendeels verdwenen.

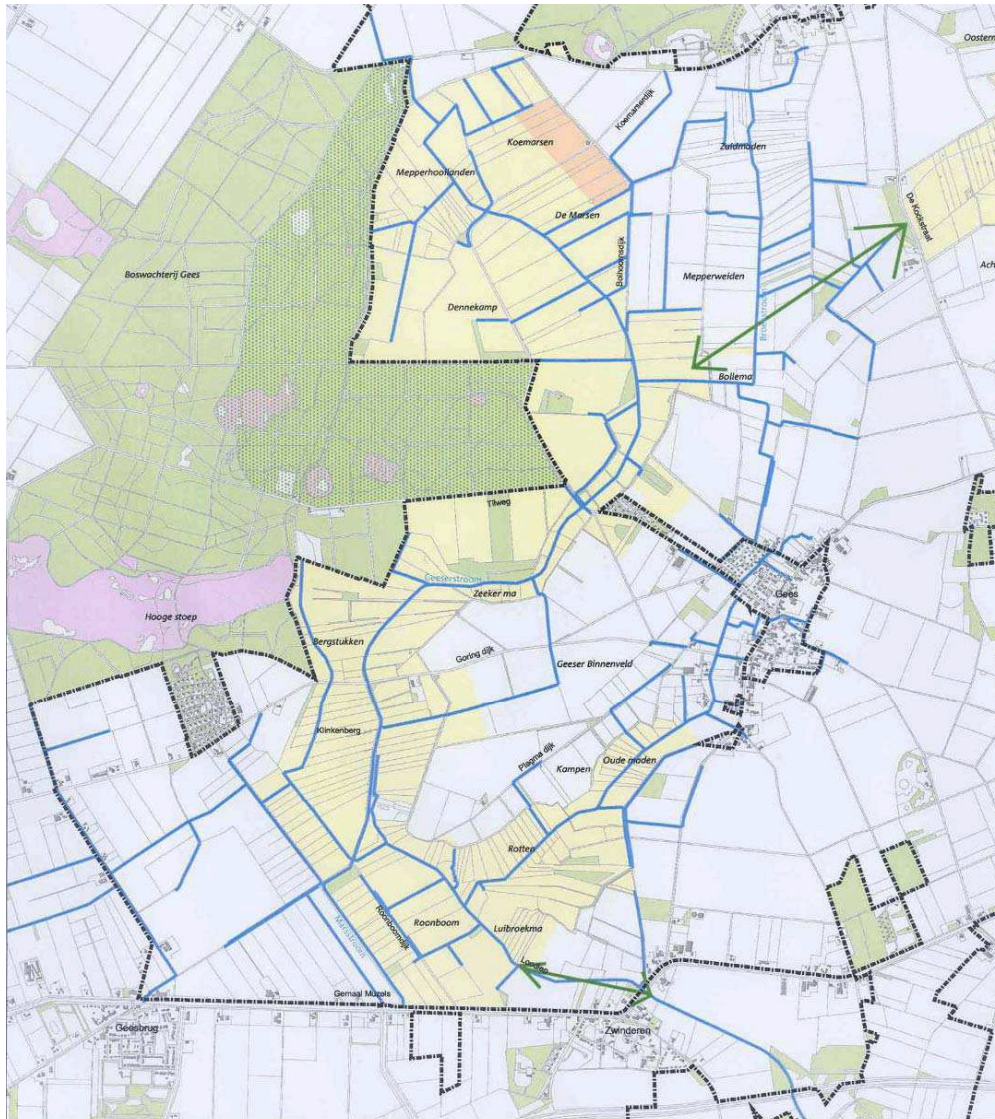
In de directe oeverbegroeiing van Drentse beken rond 1955 werd onder andere nog goudveil, bronkruid en bittere veldkers gevonden. In de oorspronkelijk onbemeste hooilanden stonden nog orchideeën, parnassia en adderwortel (Schimmel et al., 1995).

Er waren twee rioolwateroverstorten in het gebied, bij Meppen en bij Gees. Het stroomgebied van de Geeserstream was voor de herinrichting ingericht voor de landbouwfunctie. De percelen waren goed ontwaterd en de beek was rechtgetrokken, deels van kades voorzien en stroomde af in de Verlengde Hoogeveense Vaart. De koppeling met het Loodiep, de oorspronkelijke middenloop van de beek, ontbrak.

2.6 Huidige toestand

In het rapport Ecologische doelstellingen en beoordelingsmethode voor stromende wateren (Torenbeek & Gijsen, 1990) is de Geeserstream ingedeeld bij het type slootbeken. Binnen dit type had een Geeserstream een goede kwaliteit zowel in het voorjaar als najaar van 1984 en 1985. De Geeserstream had in de periode 1991-1997 een natuurfunctie op middenniveau. Op dit niveau moet het ecosysteem zich in een goede staat bevinden, lozingen mogen geen overwegende invloed hebben op het systeem en de inrichting van de waterloop moet mede zijn afgestemd op het ecosysteem. De natuurwaarde van de Geeserstream was redelijk (10 doelsoorten), echter bij een goede natuurwaardering zouden ten minste 20 doelsoorten aanwezig moeten zijn (Duursema en Torenbeek, 1997). In 2002 zijn ten behoeve van het herinrichtingsplan op vier punten macrofauna monsters genomen. Het monsterpunt bij de Koemaatsendijk en het monsterpunt in het Loodiep hadden een geringe

natuurwaarde, met in De Marsen veel slibgebonden fauna. De monsters bij de Tilbrug en in de Bergstukken hebben een matige kwaliteit, met in de Bergstukken onder andere veel steenvliegen (Werkgroep Geeserstream, 2004).



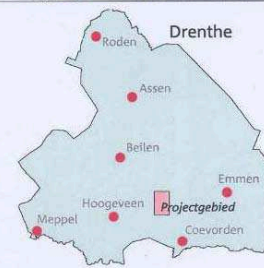
Figuur 1
Projectgebied en toponiemen

0 500 1000 1500 Meters

Dienst Landelijk Gebied Drenthe		
Naam:	Waterhuishouding Geeserstream	Dienst Landelijk gebied
Onderwerp:	Projectgebied en toponiemen	Schaal: 1:30000
Basis:	Top50	Datum: 10-03-2004
Archief:	T:\Martin\Mars_en_Waestroom\Geeserstream\kaart\arcview\G2_waterhuishouding.apr	

- Waterlopen
- Verbindingszone
- Grens ruilverkaveling
- Vemattingsgebied boswachterij Gees
- Bos
- Heide

- Toedeling nieuwe natuur en landschapselementen**
- In 2003 aan NB-organisaties
 - Niet aan NB-organisatie toegedeeld



Figuur 2. De voormalige watergangen van de Geeserstream en omliggende wateren (Werkgroep Geeserstream 2004).

Uit onderzoek naar nutriënten in het oppervlaktewater had het watersysteem van het Loo- en Drostendiep ten zuiden van de Verlengde Hoogeveense Vaart een enigszins slechtere kwaliteit dan die in het noorden, onder andere in de Geeserstream. Dit komt vooral in het ortho-fosfaat- en ammoniumgehalte tot uitdrukking. Het nitraatgehalte is in het hele gebied in de winter vaak verhoogd (Torenbeek, 1999).

2.7 Beheer en herstel

Voorafgaand aan het huidige herstelproject was er nog niet veel gedaan om de verstoringen in het beekdal van de Geeserstream op te heffen. Hier en daar is in de houtwallen en –singels meer structuur aangebracht om het oude karakter te herstellen. Het rioolwateroverstort bij Meppen heeft een berg-bezinking-leiding gekregen om de vuillast te reduceren. Het blijft echter een probleem dat deze overstort in de bovenstream van het systeem uitkomt via de Broekstream. De rioolwateroverstort van Gees zal pas minder vaak in werking treden door het afkoppelen van verharde oppervlak. Het verwachte effect is dat door een dalende overstortfrequentie bij Gees de belasting te kunnen reduceren met circa 18% (Werkgroep Geeserstream, 2004). In de Boswachterij Gees worden sinds 2004 vernattingsmaatregelen uitgevoerd, deze kunnen een positief effect hebben op de kweldruk in het beekdal.

2.8 Geplande maatregelen

Het gehele stroomgebied van de Geeserstream is in 2005 en begin 2006 opnieuw ingericht. Om het streefbeeld van een natuurlijk beekdal te benaderen was herstel nodig van:

- het grondwaterniveau en grondwaterstromingen;
- de natuurlijke beekhydrologie en –morfologie;
- de reductie van de nutriëntenbelasting.

Om dit te bereiken zijn de volgende ingrepen gepland en uitgevoerd (Werkgroep Geeserstream 2004) (Figuur 2):

- Bijna alle watergangen van het hoofdafwateringssysteem zijn gedempt. De beek ten oosten van de Klinkenberg is ook gedempt, het water zal voortaan via het maaiveld afstromen naar de hoofdstroom.
- Het is de bedoeling dat het voedselrijke water uit de landbouwgebieden zoveel mogelijk wordt omgeleid. Het gemaal Bollema watert echter nog steeds af op de beek.
- In de velden bovenstreams, Mepperhooilanden, Koemarsen en De Marsen, is in de laagste delen een slenk gegraven om het water af te voeren.
- Een beek is opnieuw gegraven (vanaf De Marsen tot bij de Luibroekma) als een zwak meanderend (bovenstream) tot meanderende (benedenstream) geul in laagste delen van het maaiveld.
- Ten oosten van het heideveld de Hooge Stoep is een slenk gegraven voor de afwatering.

- De zijtak uit Gees is in de Oude Maden voorzien van een smal ondiep profiel dat licht kronkelt.
- Om een geleidelijke overgang van hoge waterstanden in het natuurgebied naar lage waterstanden in het omringende landbouwgebied te overbruggen, is er een stuw met een vistrap geïnstalleerd en in een strook tussen de Roonboomdijk en het landbouwgebied komt een systeem met sloten als bufferzone.
- Het beekdal heeft benedenstrooms weer een open karakter (conform het karakter van rond 1900) door het kappen van de aangeplante bossen uit de jaren '70.
- Het landschap is verfraaid door het herstellen en opnieuw aanleggen van de houtsingels en –wallen bovenstrooms en het plaatsen van landelijke hekwerken.

De voorspelling aan de hand van de eerdere beschrijvingen en de te nemen herstelmaatregelen zijn dat er bovenstrooms (de bovenste velden) een kwelwater gevoed systeem ontstaat, dat periodiek droog kan vallen. De stroomsnelheid zal matig tot gering zijn. In de middenloop zal het water bestaan uit kwelwater en de Broerstream (afvoer van overstort Meppen), hierdoor kan de waterkwaliteit slechter zijn. De stroomsnelheid zal langzaam zijn en het systeem zal niet droogvallen, maar zal wel grote peilfluctuaties kennen. De benedenloop zal een iets betere waterkwaliteit hebben door de toevoer van kwelwater en de zijtak vanuit uit Gees (indien afgekoppeld van de overstort). De beek heeft benedenstrooms een grote inundatievlakte en de stroomsnelheid is laag.



Figuur 2. De maatregelenkaart van de Geeserstream en de waterstromen in de situatie na berinrichting (Werkgroep Geeserstream 2004).

3 Methode

3.1 Locaties

Monitoring heeft plaatsgevonden op verschillende locaties in de beek. Hierbij kan de beek ruwweg ingedeeld worden in 3 delen (Bijlage 1):

- Bovenstroom: beek vanaf de bron tot aan de Tilweg;
- Middenstroom: beek vanaf de Tilweg tot aan de Goringdijk;
- Benedenstroom: beek vanaf de Goringdijk tot aan het Loodiep.

3.2 Monitoring

Binnen het onderzochte beektraject zijn verschillende bemonsteringen uitgevoerd (Tabel 1).

Tabel 1. Bemonsteringsdata Geeserstream. Monsterpunten zijn aangegeven met nummers 1-16. Bemonsteringen zijn onderverdeeld in hydrologie, waterchemie, biologie. Deze onderdelen zijn verder uitgewerkt in dit hoofdstuk.

Soortgroep	Jaar	Seizoen	Locatie	Methode
macrofauna	2004	najaar	1,2,4,5,6,8	habitatmonsters
	2005	voorjaar	1,2,4,6,8	habitatmonsters
	2005	najaar	1,3,4,6,7,8	multimonster
	2006	voorjaar	6,7,8,9,10,11	multimonster
	2006	najaar	6,10,13,14,16	multimonster
	2007	voorjaar	9,10,11,13,14,16	multimonster
	2007	najaar	9,10,11,13,14,16	multimonster
	diatomeeën	2005	voorjaar	1,2,4
2005		najaar	1,3,4,6,7,8	epiphyton
2006		voorjaar	6,8,9,10	epiphyton, zand, slib
2006		najaar	6,10,13,14,16	epiphyton
2007		voorjaar	9,10,11,13,14,16	epiphyton
2007		najaar	9,10,11,13,14,16	epiphyton
macrofyten	2007	najaar	1,9,10,11,13,14,16	Tansley
vissen	2005	najaar		electrisch
chemie	2004	maandelijks	agee50, 99, amar20	watermonster
	2005		agee50,85,99, amar 20	watermonster
	2006		agee50,85,99, amar 20	watermonster
	2007		agee50, 86 amar40	watermonster
verval	2005	voorjaar		roterende laser
	2006	voorjaar		roterende laser
	2006	najaar		roterende laser
	2007	voorjaar		roterende laser
waterhoogte	2006	per kwartier	vistrap, houten brug	level troll

3.3 Hydrologie

3.3.1 Profiel

Het verval van het gehele beektraject is ingemeten. In juni 2005 is het verval van de hoofdloop van de oorspronkelijke beek ingemeten. In december 2006 is deze meting herhaald in de nieuwe beekloop. Hiervoor is een landmeter (roterende lazer) gebruikt en is om de 50 met de hoogte van de waterspiegel van de beek gemeten ten opzichte van de bovenzijde van de Koemaatsendijk. Op dit referentiepunt x 241321 y 532249 loopt de beek onder de dijk door. Tevens is de weglengte bijgehouden. Het verval is uiteindelijk bepaald door het hoogteverschil te delen door het weglengte verschil (m/km).

Tegelijkertijd met de beekhoogte meting zijn steeds de taludhoogte, de waterdiepte, de beekbreedte en de talud breedte gemeten.

- De taludhoogte is de afstand van de beekbodem tot de bovenzijde van het talud. De taludhoogte is berekend door de waarden links en rechts te middelen.
- De waterdiepte is met een duimstok bepaald op het diepste punt van de beek. Als de beek meer dan 115 cm diep was is dit vermeld als > 115.
- De breedte van de beek is de natte breedte van de beek, dus de breedte van de waterspiegel op het moment van de meting.
- De taludbreedte is de breedte op het hoogste punt van het talud. Dit is de breedte die de beek maximaal kan aannemen voordat hij buiten zijn oevers treedt.

Bij rechte stukken met een homogeen verval zijn al deze parameters om de 100 meter gemeten.

3.3.2 Waterpeil en stroomsnelheid

Op twee locaties in de beek is de waterhoogte continu gemeten. Bij de houten brug is dit gebeurd vanaf 14 november 2006, bovenstrooms van de vistrap is dit gebeurd vanaf 16 december 2006. Er is gebruik gemaakt van een level troll 500 die per kwartier de waterhoogte registreert. Het principe van de level troll is een druksensor die barometrisch is gecompenseerd. De meters zijn enkele malen per jaar uitgelezen. De waterhoogtes op beide locaties zijn vergeleken met de maandelijkse neerslag bij weerstation Zweeloo (Bijlage 2). De stroomsnelheid is telkens wanneer een macrofauna bemonstering plaatsvond, gemeten op de plaats van bemonstering met een Sensa SC2.

3.4 Nutriënten en waterchemie

Watermonsters zijn maandelijks genomen door het Waterschap Velt & Vecht. 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. Onderzocht is of er verschillen in patronen te vinden zijn tussen de situatie voor de herinrichting en

daarna. Daarnaast is onderzocht of de chemische toestand van de Geeserstroom voldoet aan de GET of ZGET normen voor nutriënten voor het watertype R5: 'Langzaam stromende midden/benedenloop op zand/klei'. De normen voor dit type zijn voor totaal fosfor is 0.14 mg P/l en voor totaal stikstof is dit 4 mg N/l (Heinis & Evers, 2007). Door de jaren heen hebben er veranderingen plaatsgevonden in de locatie van de bemonsteringen (Tabel 1).

3.5 Biologie

3.5.1 Diatomeeën

Diatomeeën zijn bemonsterd in 2005, 2006 en 2007 (Tabel 1). Bemonstering van diatomeeën geschiedt door middel van het afknippen en meenemen van zich onder water bevindende levende plantendelen. Diatomeeën gebruiken onder andere planten als substraat, waar ze onderdeel uitmaken van het aangroei (aanhechting van algen, bacteriën en diatomeeën op het oppervlak van de plant). In het laboratorium is het materiaal geoxideerd met behulp van waterstofperoxide. Het residu van deze behandeling bevat de overgebleven kiezelschaaltjes die vervolgens zijn geprepareerd, gedetermineerd en geteld. Per monster zijn 300 schaalhelften gedetermineerd en geteld, de rest van het preparaat is nagekeken op extra taxa.

Om inzicht te krijgen in de opgetreden veranderingen zijn 7 indexen uitgerekend. Deze 'Van Dam indexen' zijn gebaseerd op de eigenschappen van taxa in relatie tot pH, chloridegehalte, stikstof metabolisme, zuurstof beschikbaarheid, saprobie, trofie en droogval (Van Dam et al., 1994). De indexen zijn per monster uitgerekend aan de hand van de volgende formule:

$$D = \frac{\sum (n_i * d_i)}{n_i}$$

met:

D = Van Dam indexwaarde (voor PH, SA, NH, O2, SAP of TRO)

n_i = aantal individuen van taxon i in een monster

d_i = Van Dam indexwaarde (voor PH, SA, NH, O2, SAP of TRO) voor taxon i

De indexwaarde van indifferente taxa (7 voor trofie en 6 voor pH) zijn in deze berekening niet meegenomen.

3.5.2 Macrofyten

In mei 2002, juni 2005 en oktober 2007 zijn opnames gemaakt van de watervegetatie, waarbij de abundantie van de individuele soorten is opgenomen volgens de Tansley-schaal. Per locatie (Tabel 1) is een opname gemaakt van een representatief proefvlak, waarbij de lengte van het proefvlak afhankelijk is van de heterogeniteit van de watervegetatie.

3.5.3 Macrofauna

Voor de macrofaunabemonstering is gebruik gemaakt van een standaard macrofaunanet met een maaswijdte van 500 μm en een netbreedte van 25 cm. Tijdens de monsternamen (Tabel 1) is het net schoksgewijs door de bovenste bodemlaag bewogen. Van elke locatie zijn alle aanwezige habitats bemonsterd op basis van representativiteit van elke habitat.

De monsters zijn gekoeld bij 4°C tot het moment van uitzoeken. Habitatmonsters zijn vanaf 2005 samengevoegd. Macrofauna is per soortgroep levend uitgezocht in het laboratorium en geconserveerd in respectievelijk ethanol (70%), Koenike (20% azijnzuur, 50% glycerol, and 30% demi-water) en formaline (4%). Indien monsters veel materiaal bevatten zijn deelmonsters uitgezocht. Het materiaal is in het laboratorium gedetermineerd, indien mogelijk tot op soortsniveau. Exemplaren die te klein of te jong waren, zijn slechts op genus of familie niveau gedetermineerd. Na het determineren van macrofaunataxa zijn schattingen van niet uitgezochte monsterdelen verwerkt en de abundanties van taxa omgerekend, naar een standaard 5 meter netmonster. Ook zijn abundanties van deelmonsters omgerekend naar complete monsters. Daarnaast zijn de taxa die op verschillende taxonomische niveaus voorkomen, afgestemd. Afstemming dient plaats te vinden om pseudo-replicatie te voorkomen daar waar taxa op verschillende niveaus zijn gedetermineerd.

Voor dit onderzoek is het vooral belangrijk om onderscheid op soortsniveau te kunnen maken, daarom zijn bij de afstemming alle niveaus boven het soortsniveau verwijderd. Als een taxon echter alleen op een hoger niveau is gedetermineerd en er kunnen geen soorten onderscheiden worden, dan is dit taxon gehandhaafd op het betreffende niveau.

3.5.4 Analyse

3.5.4.1 Ordinatie

Met behulp van multivariate analysetechnieken zijn de voorbewerkte monstergegevens en een aantal milieuvariabelen tegelijkertijd geanalyseerd. Ordinatie is uitgevoerd met het programmapakket CANOCO (CANOCO voor Windows Versie 4.53, Ter Braak, 1987; Ter Braak, 2004; Ter Braak & Smilauer, 1998).

Bij de ordinatie kan gekozen worden voor indirecte detrended correspondence analysis (DCA) of directe ordinatie, detrended (canonical) correspondence analysis (DCCA). Met behulp van directe analyse worden milieuvariabelen, met behulp van regressie, gekoppeld aan de ligging van de taxa en de monsters in het ordinatiediagram. Bij de verschillende ordinatie-assen worden die milieuvariabelen gezocht die het grootste deel van de variantie verklaren. Bij indirecte ordinatie wordt geen verband met de milieuvariabelen gelegd, maar worden de monsters op basis van de taxasamenstelling in het diagram gepositioneerd. Achteraf kan wel een verband met de milieuvariabelen worden aangegeven of berekend.

Voor het onderzoek is verder gebruik gemaakt van DCA voor de soortgroepen diatomeen, macrofyten en macrofauna

3.5.4.2 Opties en parameters

In het programmapakket CANOCO zijn verschillende keuzeopties opgenomen. De keuze voor een bepaalde techniek, bepaalde voorbewerkingen, de wijze waarop analyses worden uitgevoerd en hoe de resultaten worden nabewerkt is van belang voor het eindresultaat. Voor de analyse zijn de waarden van de milieuvariabelen getransformeerd naar een logaritmische schaal ($\log(x+1)$) en zijn de abundanties van de taxa getransformeerd in Prestonklassen ($\log_2(x+1)$; Preston, 1962). Er is gebruik gemaakt van de optie 'downweighting of rare species': deze optie reduceert de invloed van weinig voorkomende taxa tijdens de analyse.

De belangrijkste parameters bij ordinatie zijn:

- Het percentage verklaarde variantie: de maat voor de hoeveelheid variantie in het totale bestand die per afzonderlijke as door de milieuvariabelen wordt verklaard.
- De eigenwaarde: de maat voor de β -diversiteit, oftewel de heterogeniteit. In dit geval gemeten als de totale verschuivingen in taxasamenstelling. Het geeft de mate van verschillen in diversiteit tussen de monsters onderling weer. Een lage eigenwaarde betekent een geringe variatie in het taxabestand en vaak een korte milieugradiënt. Een hoge eigenwaarde duidt op een grote verschuiving in taxa tussen de monsters.
- Het cumulatieve percentage verklaarde variantie: de maat voor de hoeveelheid variantie in het totale gegevensbestand dat door de respectievelijke assen wordt verklaard.
- De som van alle canonische eigenwaarden: een relatieve maat voor het totaal aan verklaarde variantie.
- De som van alle 'unconstrained eigenvalues': de som van alle eigenwaarden van de totale analyse.

Tabel 2. Overzicht van de analyseopties bij de ordinatie en bijbehorende keuze.

Analyseoptie	Keuze
Monte-Carlo permutation test	499 (reduced model; unrestricted; set seeds)
method of detrending	by 2nd order polynomials
focus scaling on	inter-sample distances
scaling type	Hill's scaling
transformation of species data	no (reeds \log_2 getransformeerd)
species-weights specified	no
species made supplementary	no

3.5.4.3 Ordinatiediagrammen

De resultaten van de berekeningen worden in ordinatiediagrammen weergegeven. Het diagram geeft de belangrijkste patronen in de gegevens weer. In het ordinatiediagram staan de monsters en de milieuvariabelen weergegeven. De techniek indiceert mogelijke relaties maar geeft geen oorzakelijke verbanden.

De positie van monsters, al dan niet gegroepeerd, vertelt iets over de onderlinge relaties. Hoe dichter de monsters bij elkaar liggen des te meer ze op elkaar lijken. Monsters in het midden van het diagram geven gemiddelde milieuomstandigheden of monstersamenstellingen aan. Monsters aan de buitenkant van het diagram betreffen vaak uitzonderlijke milieuomstandigheden of afwijkingen in taxasamenstelling.

In de diagrammen worden alleen die milieuv variabelen opgenomen die daadwerkelijk bijdragen aan de verklaring van het gevonden patroon en dus een hoge interset-correlatie hebben.

3.5.5 Robuuste, verdwenen en verschenen taxa na herinrichting

Om het patroon van de kolonisatie na herinrichting wat beter te begrijpen zijn verschillende selecties van taxa gemaakt. Allereerst zijn 'robuuste taxa' geselecteerd die geen hinder lijken te ondervinden van de herinrichting. Dit zijn taxa met een hoge frequentie van voorkomen over de gehele bemonsteringsperiode. Daarnaast zijn 'verdwenen taxa' geselecteerd, waarbij de herinrichting een negatieve invloed heeft op de frequentie van voorkomen. Deze taxa met een hoge frequentie van voorkomen voor herinrichting, gecombineerd met een lage frequentie na herinrichting zijn niet bestand tegen het proces van herinrichting en zijn (tijdelijk) verdwenen. Een derde selectie bestaat uit 'verschenen taxa met een lage frequentie voor herinrichting die na herinrichting juist vaak aanwezig zijn.

Omdat bij een bemonstering van macrofauna en de interpretatie van het resultaat rekening moet worden gehouden met de lage trefkans van veel taxa, is alleen rekening gehouden met taxa die 3 keer of vaker zijn aangetroffen in de totale monsterset.

3.5.6 V-index en droogvalindex

Per monster is een stromingsindex uitgerekend:

$V\text{-index per monster} = \text{de waarde voor rheofilie per taxon} * \text{abundantie van het taxon}$

Ook is er een droogvalindex bepaald: $\text{droogval per monster} = \text{de waarde voor droogval per taxon} * \text{abundantie van het taxon}$.

De resultaten van de V-index van monsters zijn tussen de verschillende jaren vergeleken.

4 Abiotiek

4.1 Hydrologie

4.1.1 Profiel

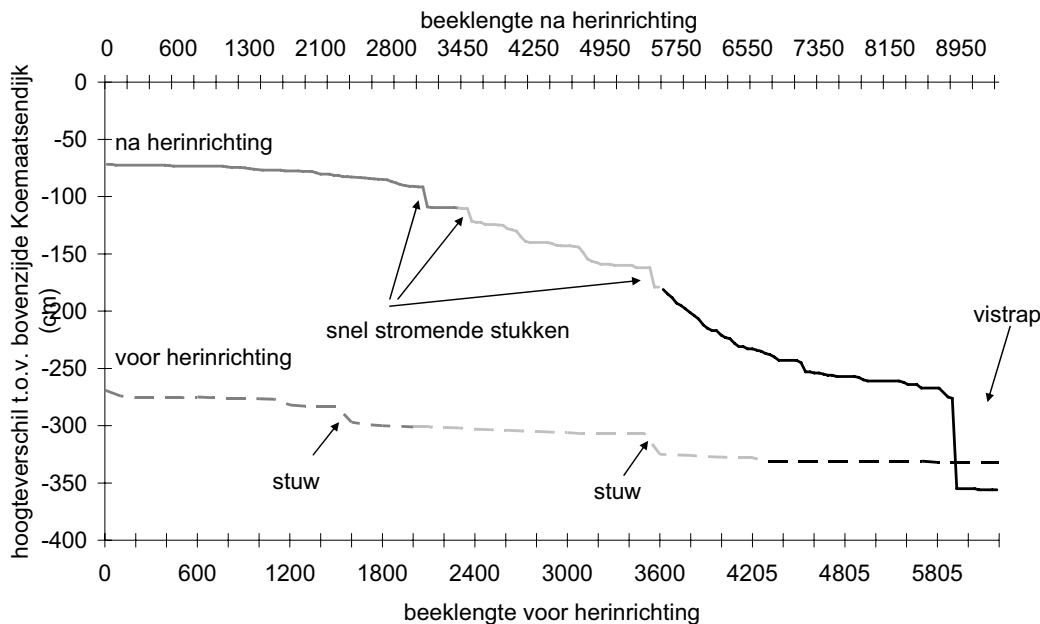
Het gebied is na herinrichting sterk veranderd wat betreft weglengte, hoogteverschil, verval, waterbreedte, taludbreedte, waterdiepte en taludhoogte. De gegevens zijn samengevat in Tabel 3.

*Tabel 3. Gegevens van de Geeserstroom van de situatie voor herinrichting en na herinrichting.*De langdurig natte inundatie zone zijn in de breedte meegenomen.*

	Voor herinrichting	Na herinrichting
weglengte tot vistrap (m)	6005	8850
hoogteverschil tot vistrap (cm)	63	190
gemiddeld verval (%)	10	21
gemiddelde breedte (m)	7	9
maximale breedte (m)	12	85*
gemiddelde taludbreedte (m)	10	11
maximale taludbreedte (m)	14	110*
gemiddelde waterdiepte (cm)	70	27
maximale waterdiepte (cm)	115	110
gemiddelde taludhoogte (cm)	283	51
maximale taludhoogte (cm)	365	235

4.1.1.1 Verval

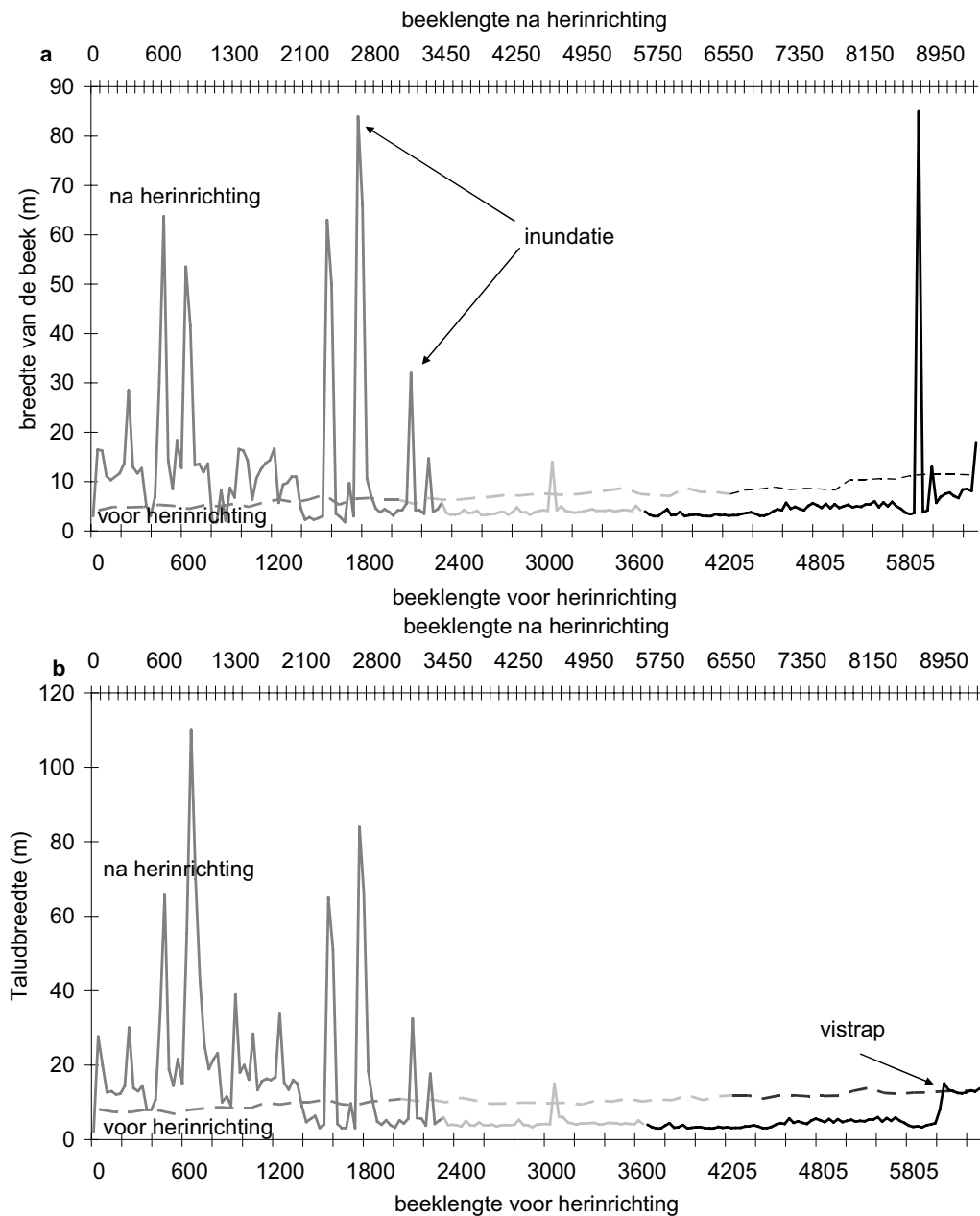
Het profiel van de beek is na herinrichting veranderd. Om te beginnen is de weglengte toegenomen van 6 kilometer naar 9 kilometer. De gehele beek is tot aan de vistrap verhoogd, waardoor het hoogteverschil is toegenomen van 63 cm naar 190 cm en het verval van 0.1 m/km naar 0.21 m/km (Figuur 3). De vistrap zorgt voor een zeer groot hoogteverschil van 79 cm in 50 m, wat gelijk staat aan een verval van 16 m/km.



Figuur 3. Bodemhoogte van de Geeserstream ten opzichte van de bovenzijde van de Koemaatsendijk voor het hele traject van de beek. De opname is steeds verdeeld in 3 trajecten die te herkennen zijn aan de verschillende kleuren (donkergrijs, lichtgrijs en zwart). De gestippelde lijn geeft de situatie weer voor de herinrichting, de doorgetrokken lijn de situatie na de herinrichting van het gebied. Opvallende stukken of structuren zijn ingetekend (stuw, snel stromende stukken en vistrap).

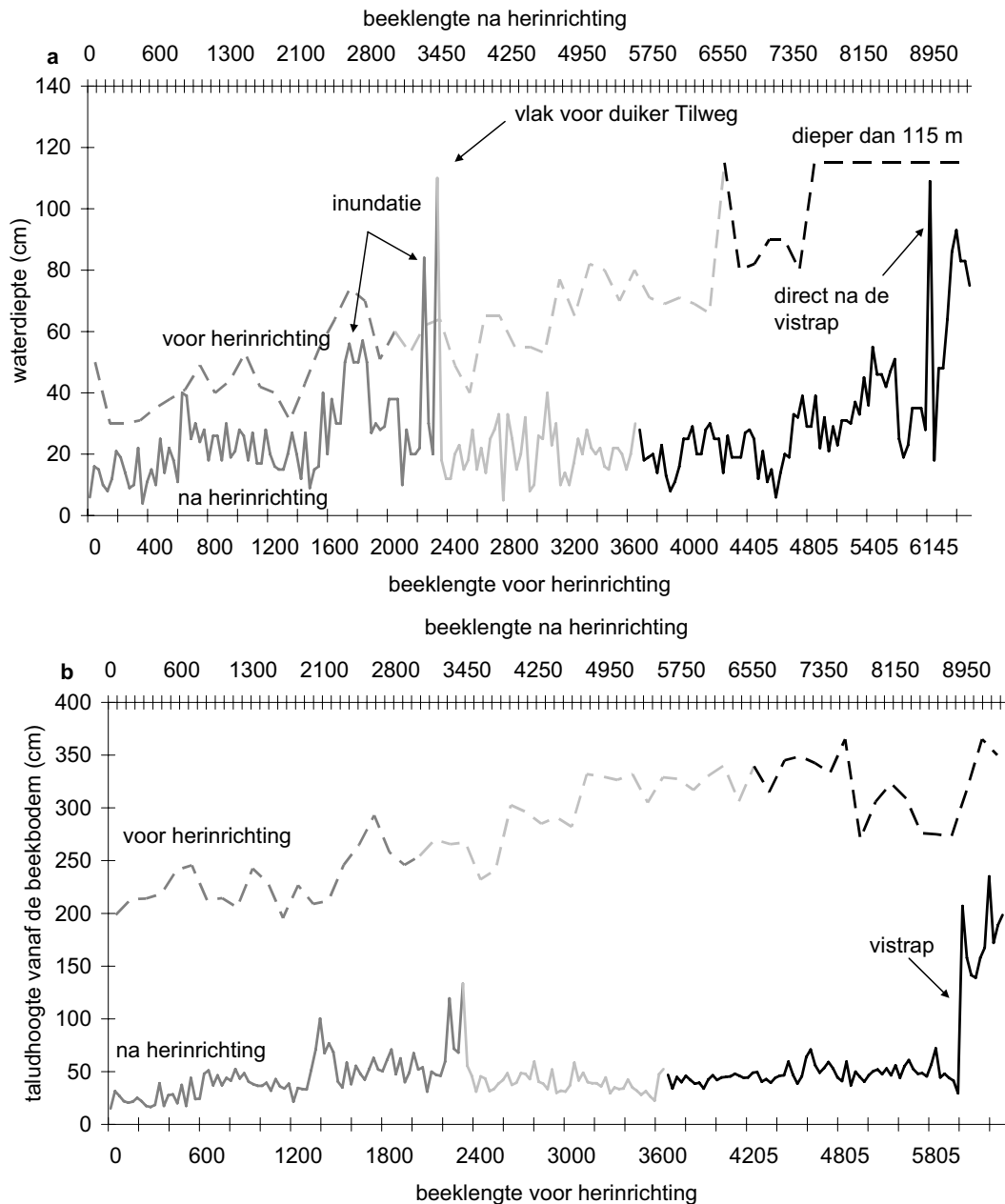
4.1.1.2 Waterbreedte en taludbreedte

Voor herinrichting werd de beek gekenmerkt door een waterbreedte van gemiddeld 7.4 meter. De breedte varieerde zeer weinig en bereikte een maximale breedte van 11.5 meter in de benedenstroom. Na herinrichting is de breedte gevarieerder met een gemiddelde van 8.6 meter en een maximale breedte van 85 meter, welke gemeten is bij een inundatiezone in de bovenstroom. Opvallend is dat vooral de bovenstroom varieert in breedte en taludbreedte en dat het middenstroomse traject vanaf de Tilweg smaller is dan voorheen, gemiddeld 6.9 meter, en net als voor de herinrichting weinig varieert in breedte. De piek in de beekbreedte in de buurt van de vistrap heeft te maken met het ondiepe karakter van de beek ter plaatse. Bij een geringe waterdiepte overstroomden de oevers, waardoor op het moment van opname een waterbreedte is gemeten van 85 meter.



Figuur 4. a. Natte breedte van de beek in meters b. Taludbreedte in meters. De opname is steeds verdeeld in 3 trajecten die te herkennen zijn aan de verschillende kleuren (donkergrijs, lichtgrijs en zwart). De gestippelde lijn geeft de situatie weer voor herinrichting, de doorgetrokken lijn de situatie na herinrichting.

4.1.1.3 Waterdiepte en talud hoogte

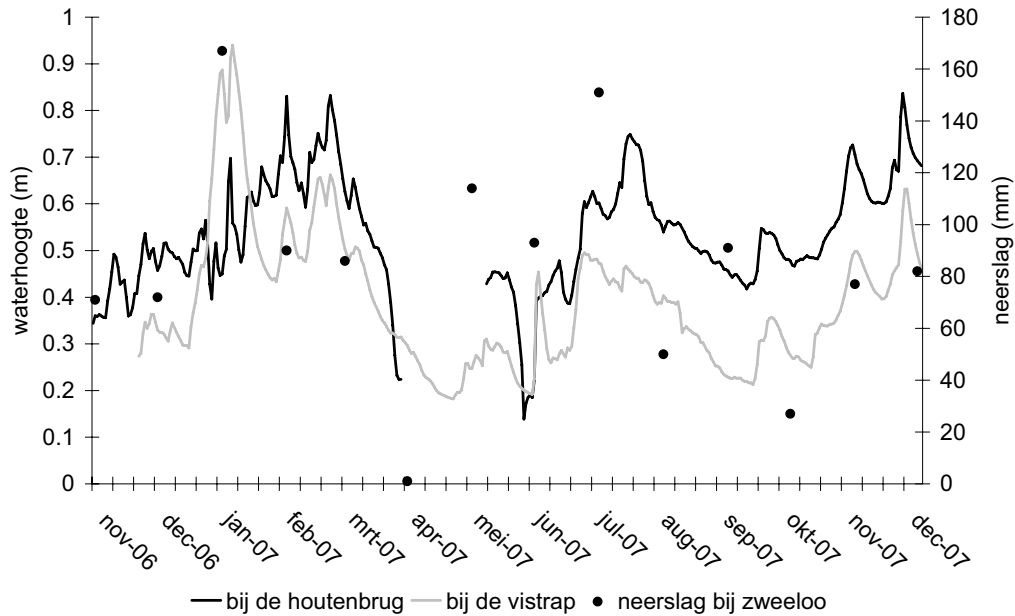


Figuur 5. a. Waterdiepte van de beek in meters b. Taludhoogte in meters. De opname is steeds verdeeld in 3 trajecten die te herkennen zijn aan de verschillende kleuren (donkergrijs, lichtgrijs en zwart). De gestippelde lijn geeft de situatie weer voor herinrichting, de doorgetrokken lijn de situatie na herinrichting.

Voor herinrichting was de beek diep ingesneden, met bijbehorende grote taludhoogte en waterdiepte. De waterdiepte was gemiddeld 70 cm, met een taludhoogte van 283 cm. Na herinrichting is de beek verondiept en is de waterdiepte gemiddeld 27 cm met een talud hoogte van 51 cm. Opvallend is dat er in de nieuwe situatie een paar pieken in de waterdiepte zichtbaar zijn. Dit is het geval bij de bovenstroomse

inudatiezones, maar ook voor de duiker bij de Tilweg en na de vistrap zijn grote waterdiepten gemeten.

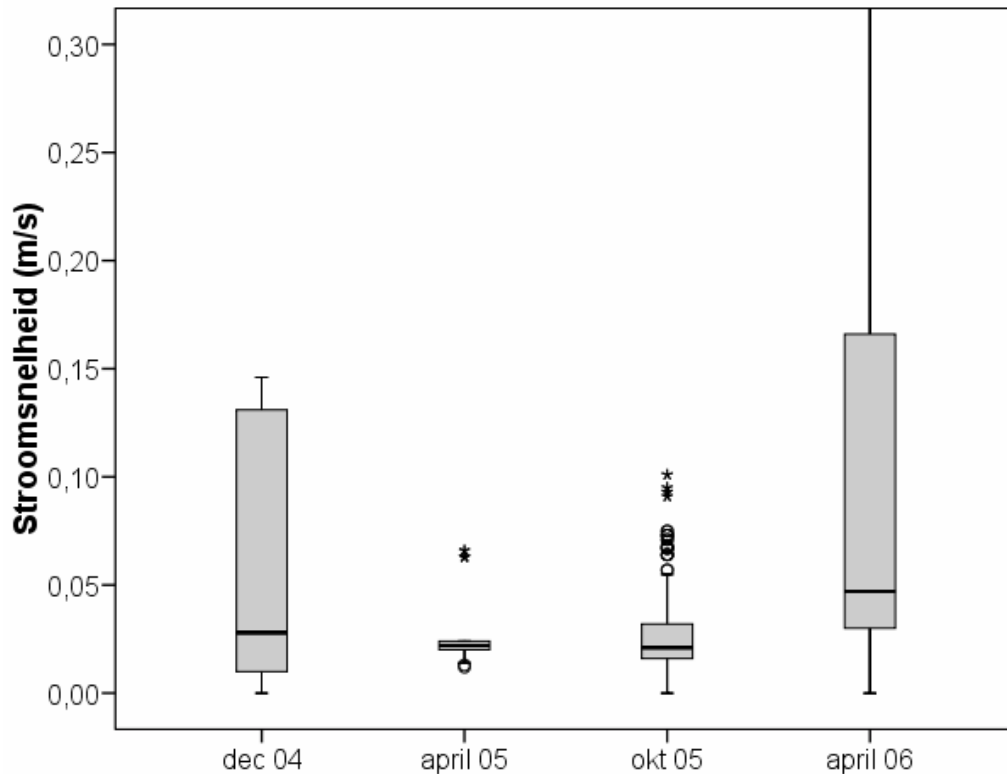
4.1.2 Waterpeil



Figuur 6. Waterpeil metingen na herinrichting bij de houten brug en bovenstrooms van de vistrap: waterhoogte in meters. Neerslag is de neerslagsom per maand gemeten bij Zweeloo.

Het waterniveau in de beek op de twee locaties wisselt van 14 centimeter in de droge periode in april 2007 tot bijna een meter tijdens hevige regenval in de winter. Het is duidelijk te zien dat de waterhoogtes het neerslagpatroon volgen. De neerslag in januari 2007 leidt bijvoorbeeld tot een toename in de waterhoogte, net als de neerslag in de natte zomer van juli 2007, terwijl de droge periode in april 2007 leidt tot een zeer lage waterstand. Een toename in de waterhoogte hangt samen met de toenemende hoeveelheid neerslag in de beek enerzijds en een toename van water afkomstig van het gemaal anderzijds. Een vergelijking met de situatie voor de herinrichting is niet te maken, omdat er alleen metingen zijn van na de herinrichting. Ook is het niet mogelijk een vergelijking tussen de twee metingen onderling te maken, omdat de waterhoogtes niet geïjkt zijn op de daadwerkelijke NAP hoogtes.

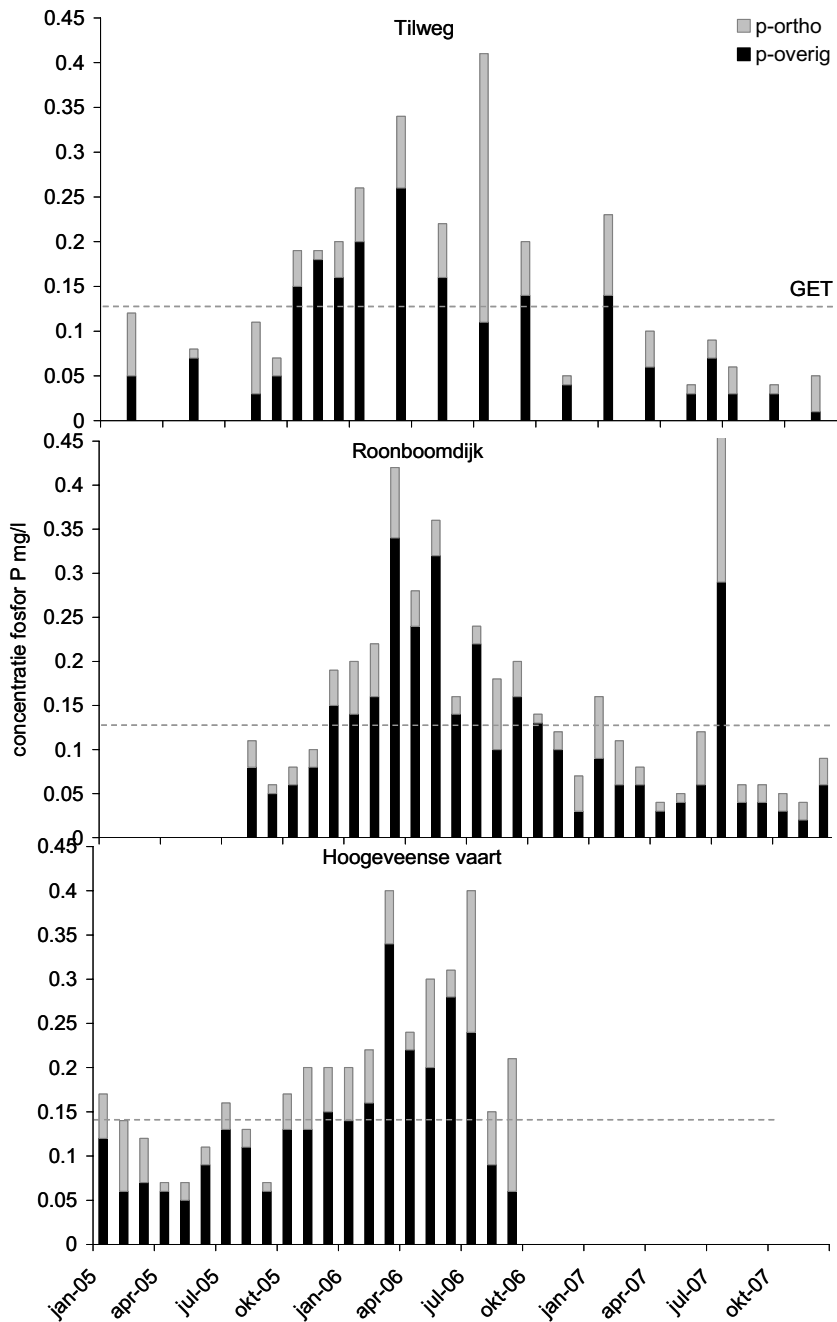
4.1.3 Stroomsnelheid



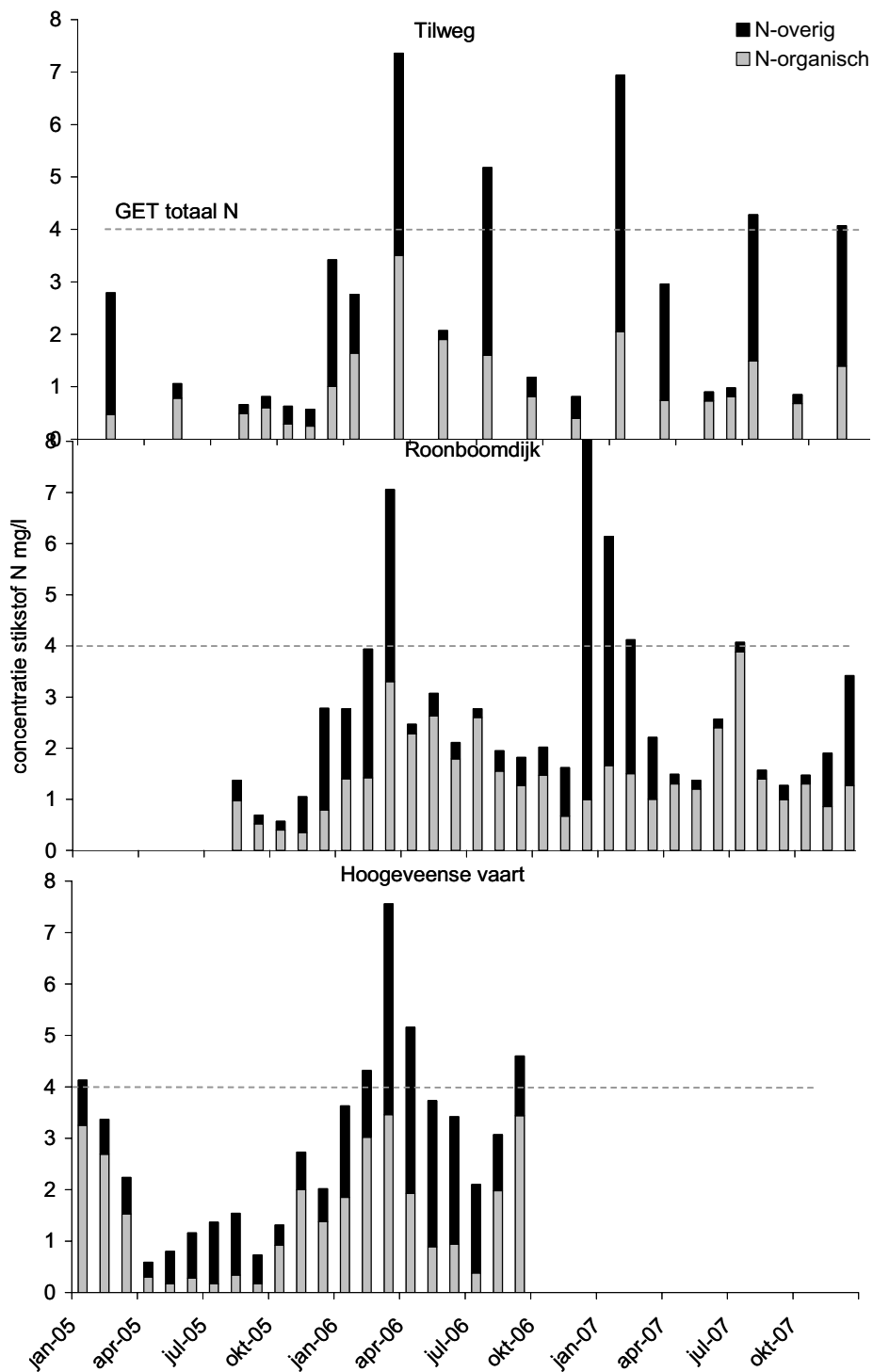
Figuur 7. Stroomsnelheid gemeten op 4 verschillende data in 2004, 2005 en 2006.

Er zijn alleen stroomsnelheidsdata beschikbaar van 4 verschillende datums in december 2004, april en oktober 2005, en april 2006. Omdat de stroomsnelheid sterk kan fluctueren van dag tot dag en ook binnen een dag is dit geen dataset waar harde conclusies aan verbonden kunnen worden. Wel valt op dat de stroomsnelheid in 2006 hoger is dan in de jaren ervoor. De stroomsnelheid is gemiddeld 0,10 m/s in 2006 ten opzichte van 0,02 m/s in 2005 en 0,06 m/s in 2004. De hoge waarden in 2006 zijn met name te wijten aan de stroomsnelheid op de locatie bij de Tilweg, waar snelheden van gemiddeld 0,28 m/s zijn gemeten. Het lijkt erop dat de nieuwe loop op deze locatie flink stroomt. Er zijn echter geen gegevens van andere jaren, waardoor er ook sprake kan zijn van een eenmalige gebeurtenis door bijvoorbeeld regenval.

4.2 Nutriënten



Figuur 8. Fosfor concentraties op verschillende locaties in de beek in de periode van januari 2005 tot december 2007. P-ortho is het vrij beschikbare fosfaat, P-overig zijn de overige fosforverbindingen. De twee componenten samen (totale lengte balk) geeft de concentratie totaal fosfor (P-totaal) weer. GET is de KRW norm voor het natuurlijke referentietype R5 van de Geeserstream (0.14 mg P/l).

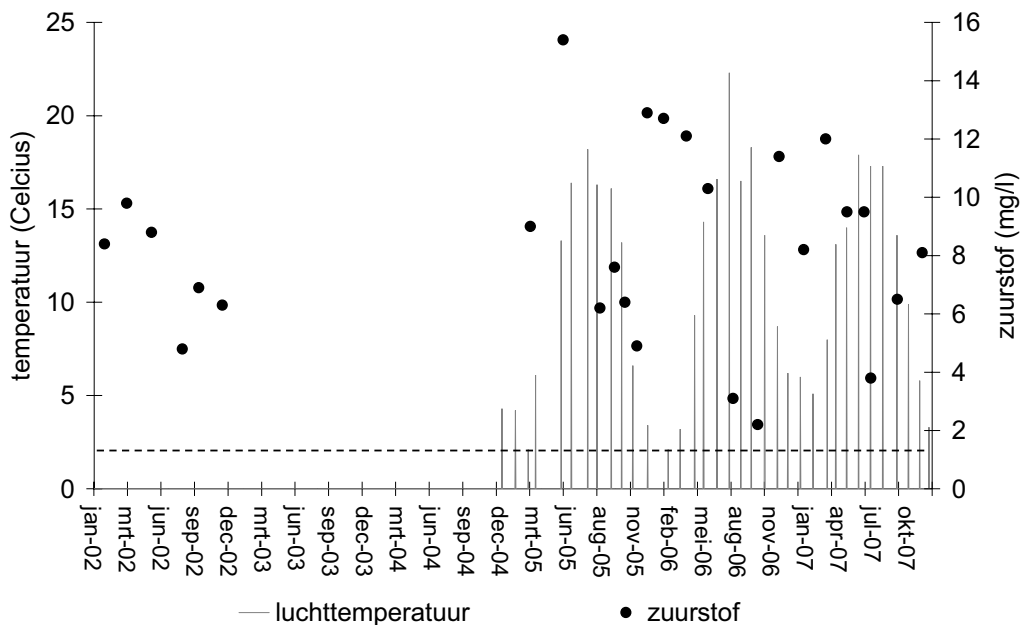


Figuur 9. Stikstof concentraties op verschillende locaties in de beek in de periode van januari 2005 tot december 2007. N-organisch is het organisch gebonden stikstof, N-overig zijn de overige stikstofverbindingen (som nitriet, nitraat en ammonium). GET totaal N is de KRW norm voor het natuurlijke referentietype R5 van de Geeserstream voor totaal stikstof (4 mg N/l).

De Geeserstream is een beek met als natuurlijke referentie het Kaderrichtlijn Watertype R5 'Langzaam stromende midden/benedenloop op zand/klei'. De normen voor dit type zijn voor totaal fosfor is 0.14 mg P/l en voor totaal stikstof is dit 4 mg N/l (Heinis & Evers, 2007). Een streefwaarde van 0.12 mg P/l, behorende bij R4, is een passende referentiewaarde voor het bovenstroomse gedeelte van de beek.

Er zijn 3 locaties waarbij gegevens van voor en na de herinrichting vergeleken kunnen worden. Dit zijn AGEE50 (Tilweg), AGEE 85/86 (Roonboomdijk) en AGEE99 (Hoogeveense Vaart). Er zijn ook gegevens van de bovenstroom van de beek maar deze zijn te kort gemeten om verschillen in het patroon van verschillende abiotische parameters te kunnen zien. De nutriëntenconcentraties wisselen sterk, waarbij concentraties van 0.04 tot 0.46 mg/l P totaal fosfor en 0.57 tot 8.71 mg/l N totaal stikstof zijn gemeten. De referentiewaarden voor nutriënten, met name voor totaal fosfor, worden vaak overschreden (Figuur 8, Figuur 9). Verder valt op dat regenval in de winter en in sommige maanden in de zomer gepaard lijkt te gaan met toenemende stikstof- en fosfor concentraties en beschikbaarheid van orthofosfaat, zoals het geval is in maart 2006, juli 2006, december 2006, januari 2007 en juli 2007 (Figuur 8, Figuur 9). In droge periodes zijn de concentraties juist lager, zoals bijvoorbeeld in de droge periode van april 2007. Dit duidt erop dat bij lagere afvoer de invloed van kwelwater, met bijbehorende lagere fosfor concentraties, groter is en bij hogere afvoer de invloed van het fosfaatrijkere landbouw water, afkomstig van het gemaal, groter is.

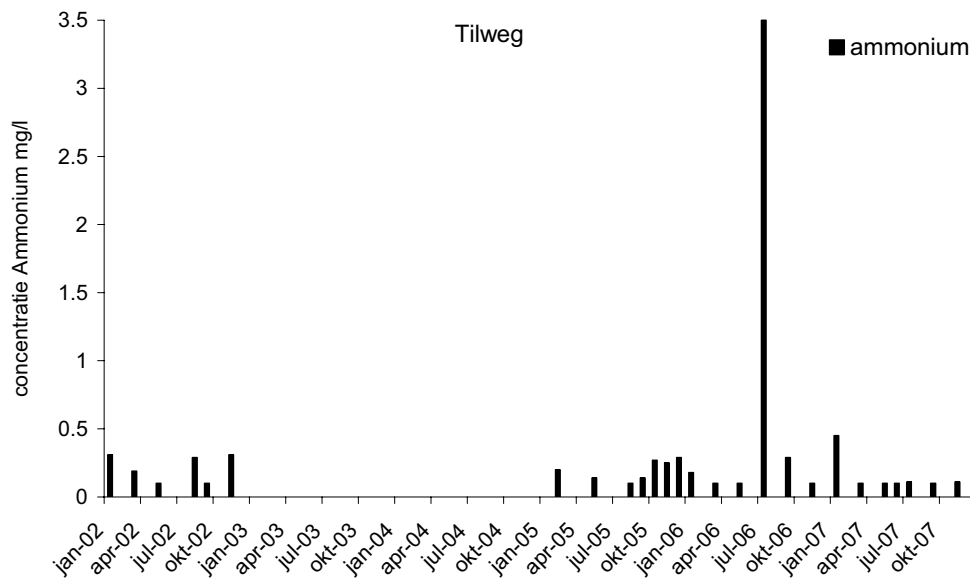
4.2.1 Zuurstof



Figuur 10. Zuurstofconcentraties gemeten bij de Tilweg en gemiddelde luchttemperatuur per maand gemeten bij weerstation Emmen.

Zuurstofconcentraties zijn zeer wisselend, maar dalen nooit onder de grens van 2 mg/l, welke lethaal is voor de meeste vissen en macrofauna (Figuur 10). Wel zijn enkele lage waarden gemeten in augustus en oktober 2006 en juli 2007. In augustus 2006 en juli 2007 is tevens de maandelijkse temperatuur hoog (Figuur 10). De concentraties in 2006-07 verschillen niet van de situatie 2002-04 (ANOVA $P > 0.05$) en is gemiddeld ongeveer 8 mg/l.

4.2.2 Overige chemie



Figuur 11. Ammonium concentraties gemeten bij de Tilweg.

Ook de concentraties van andere ionen zijn sterk wisselend, zonder dat er duidelijk verschillen te zien zijn tussen de periode voor herinrichting en daarna. Naast een wisselend patroon vertonen alle parameters enkele duidelijke pieken. Opvallend is dat zowel de concentratie kalium, natrium, chloride, ammonium als de EGV een piek vertonen eind juli 2006 (Figuur 11). Drie dagen voor deze meting is in Zweeloo 34 mm regen in één dag gevallen, wat mogelijk geleid heeft tot deze hoge concentraties als gevolg van het uitspoelen van deze stoffen uit het omringende gebied.

5 Biotiek

5.1 Diatomeeën

Multivariate analyse van de diatomeeën monsters leidt niet tot duidelijke patronen. Zeven ecologische indexen (pH, saliniteit, stikstof, zuurstof, saprobie, trofie en vochtigheid, Van Dam et al., 1994) zijn uitgerekend per monster (Bijlage 3). Het resultaat van deze indexen duidt op weinig variatie in ruimte en tijd. Indexen wisselen sterker van locatie tot locatie binnen één jaar dan tussen de jaren, waardoor aan de hand van deze indexen geen duidelijke patronen naar voren komen. De gemiddelde indexen (Tabel 4) laten zien dat er sprake is van een gemeenschap die voorkomt bij een pH van rond de 7 en hoger, bij chloride concentraties < 500 mg/l, voornamelijk bestaande uit autotrofe taxa die tolerant zijn voor verhoogde concentraties van organisch stikstof, met een behoefte aan gemiddelde zuurstofconcentraties (50-75% verzadiging), eutroof en α -mesosaproob die zowel in permanente wateren als op vochtige plekken voorkomen.

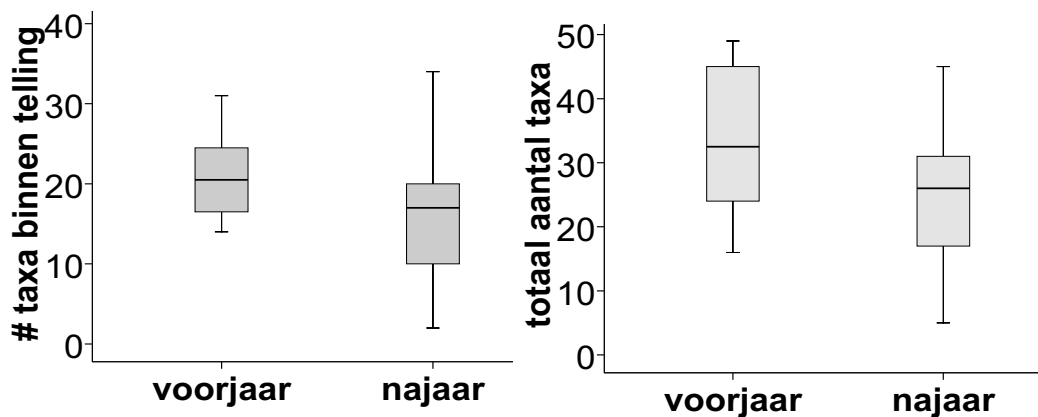
Tabel 4. VD Van Dam Index: O2 zuurstof; NH stikstofmetabolisme; SA saliniteit; SAP saprobie; TRO trofie; AE vochtigheid; PH zuurgraad;

	Gemiddelde	SD	2005	2006	2007
VDPH	3.24	0.09	2.9	3.3	3.5
VDSA	1.98	0.01	1.9	2.0	2.0
VDNH	2.20	0.05	2.1	2.2	2.2
VDO2	2.41	0.10	2.3	2.5	2.4
VDSAP	2.55	0.07	2.5	2.8	2.4
VDTRO	4.67	0.14	4.2	4.9	4.9
VDAE	2.51	0.08	2.7	2.4	2.4

De 3 meest dominante taxa die gezamenlijk voor 49% van de in alle monsters gevonden schaaltes zorgden, zijn *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis placentula* en *Gomphonema parvulum*. Deze 3 taxa zijn zeer algemeen, waarbij *C. placentula* en *G. parvulum* veelvuldig voorkomen in voedselrijke systemen. Daarnaast zijn ze tevens bekend als vroege koloniatoren (pioniers) omdat ze karakteristiek zijn voor kunstmatige substraten (Biggs et al., 1998). De variatie in de abundantie van deze taxa in de monsters is heel hoog: van afwezigheid in sommige monsters tot sterke dominantie in andere monsters. Voor de minder dominante taxa is er eveneens geen duidelijke relatie tussen de taxasamenstelling en de monsterlocatie, het jaartal of het tijdstip van bemonstering.

De taxarijksdom varieert tussen 5 en 49 taxa. Het laagste aantal taxa is gevonden in de monsters op locaties 10, 11 en 16 in het najaar van 2007 (totaal aantal taxa is 5, 5 en 13). De diatomeeëngemeenschap van deze monsters is voor 99% gedomineerd door *C. placentula*. Een mogelijke verklaring is de extreme droge periode van april 2007, waarin verschillende delen van het beekstelsel droog zijn gevallen en waarbij het kolonisatieproces opnieuw begint. Bovendien is *C. placentula* een soort die in het najaar vaak dominant aanwezig is. Door zijn vorm bevindt deze soort zich plat op

het substraat, waardoor grazers het aanmerken als minder aantrekkelijke voedselbron en een najaarsdominantie van deze soort kan ontstaan.



Figuur 12. Aantal diatomeeën taxa binnen de telling en totaal aantal diatomeeën taxa aangetroffen in voorjaars- en najaarsmonsters.

Ondanks dat de taxonverdeling tussen de monsters onafhankelijk lijkt te zijn van de monsterlocatie, het jaartal of het tijdstip van bemonstering, is er een verschil tussen het aantal taxa in de verschillende seizoenen. In het voorjaar zijn er gemiddeld 21 taxa binnen de telling en 12 taxa buiten de telling gevonden, terwijl dit in het najaar respectievelijk 15 en 10 taxa zijn (Figuur 12, Tabel 5).

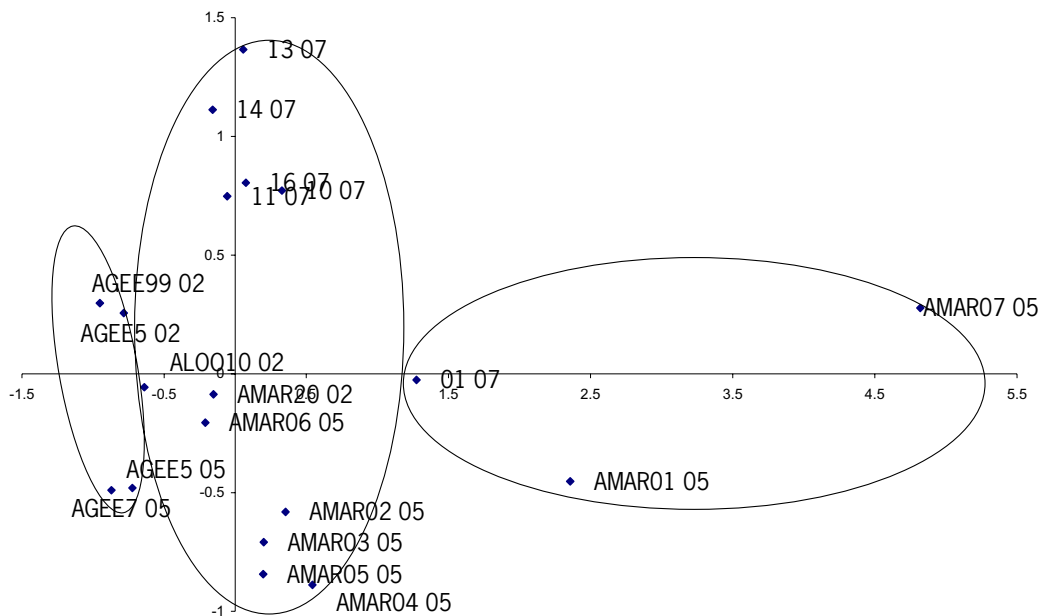
Tabel 5. ANOVA resultaten van diatomeeën taxa in verschillende seizoenen.

Aantal taxa	Binnen de telling	Buiten de telling	Totaal
Gemiddeld voorjaar	21	12	33
Gemiddeld najaar	15	10	25
F	4.3	1.2	3.9
P	0.048	0.289	0.058

De afwezigheid van een duidelijke trend in de ontwikkeling van de diatomeeëngemeenschap tussen 2005 en 2007 leidt tot de conclusie dat de herinrichting van de Geeserstream tot dusver niet heeft geleid tot een waarneembare verbetering van de samenstelling van de diatomeeëngemeenschap. De diatomeeëngemeenschap van de Geeserstream verkeert tot aan 2008 steeds in een instabiele toestand. Op veel locaties binnen het beekstelsel is de diatomeeëngemeenschap gedomineerd door pioniersoorten en de gevolgen van de perioden van droogte zijn duidelijk zichtbaar. De diatomeeëngemeenschap is het sterkst gerelateerd aan de nutriëntenbeschikbaarheid in het systeem. Omdat er nog geen veranderingen zijn opgetreden in de concentraties van nutriënten (paragraaf 3.4) is een verbetering van de samenstelling van de diatomeeëngemeenschap pas te verwachten op het moment dat er minder nutriënten beschikbaar zijn.

5.2 Macrofyten

In een multivariate analyse (directe analyse DCA) blijkt dat er niet veel verschil is in de plantenopnames van 2002, 2005 en 2007 of tussen verschillende locaties in de Geeserstream. Het enige duidelijke verschil treedt op tussen enkele locaties in de bronkop ten opzichte van alle andere locaties. Op deze locaties is het aantal plantensoorten klein en komt waternavel *Hydrocotyle vulgaris* en knolrus *Juncus bulbosus* voor. Ook is er een licht verschil tussen enkele monsters voor herinrichting in de benedenstroom die worden gekenmerkt door soorten als gekroesd fonteinkruid *Potamogeton crispus*, doorgroeid fonteinkruid *P. perfoliatus*, waterzuring *Rumex hydrolapathum*, grote waterreppe *Sium latifolium*, gele lis *Iris pseudacorus*, gele plomp *Nuphar lutea*, slanke waterkers *Rorippa microphylla*, kleine egelskop *Sparganium emersum*, pijlkruid *Sagittaria sagittifolia* en liesgras *Glyceria maxima*. Door de herinrichting zijn deze soorten waarschijnlijk tijdelijk verdwenen. Er is nog geen duidelijk positief effect van de herinrichtingwerkzaamheden, waarbij verwacht wordt dat waterplanten kenmerkend voor stromend water terrein gaan winnen ten opzichte van waterplanten kenmerkend voor een stilstaande en voedselrijke situatie. Omdat het gegevens van slechts ≤ 1 jaar na herinrichting zijn en de beek in de afgelopen jaren droog- en stil heeft gestaan, is de verwachting dat dit pas in een later stadium optreedt. De watertoevoer vanuit het landelijk gebied is nog niet afgekoppeld, waardoor het effect van verminderde voedselrijkdom op de planten voorlopig nog niet zichtbaar zal zijn.



Figuur 13. Clusters van plantenmonsters. Locatienamen zijn beschreven in Bijlage 1 met bijbehorend jaartal 02=2002, 05=2005 07=2007.

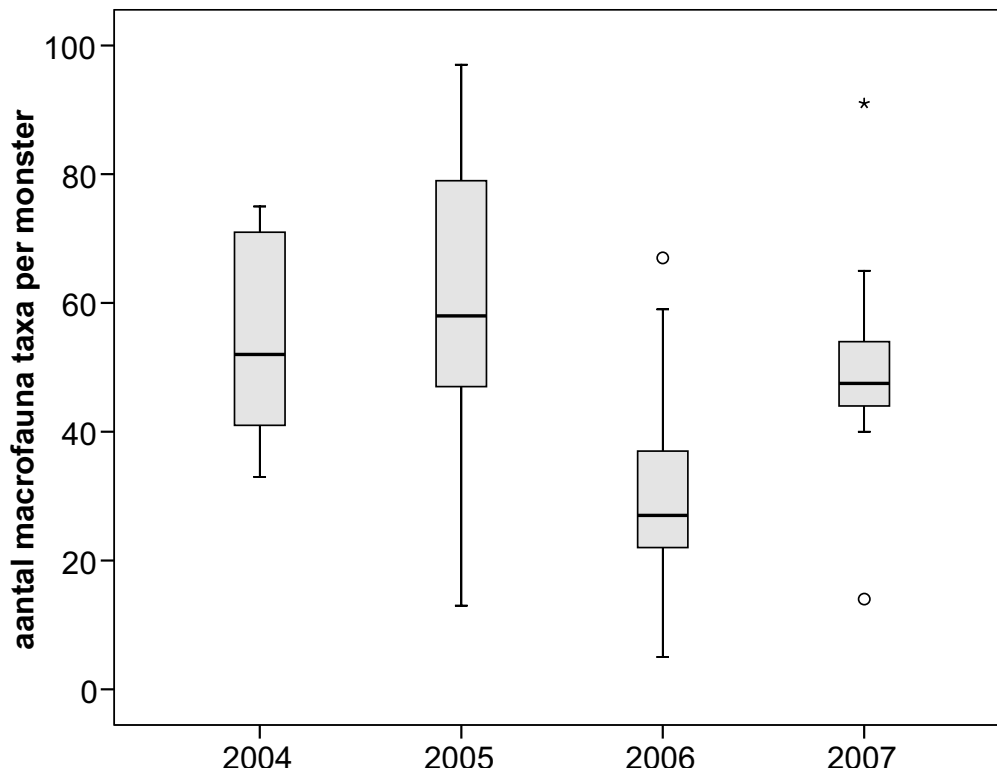
5.3 Macrofauna

5.3.1 Aantal taxa en abundantie

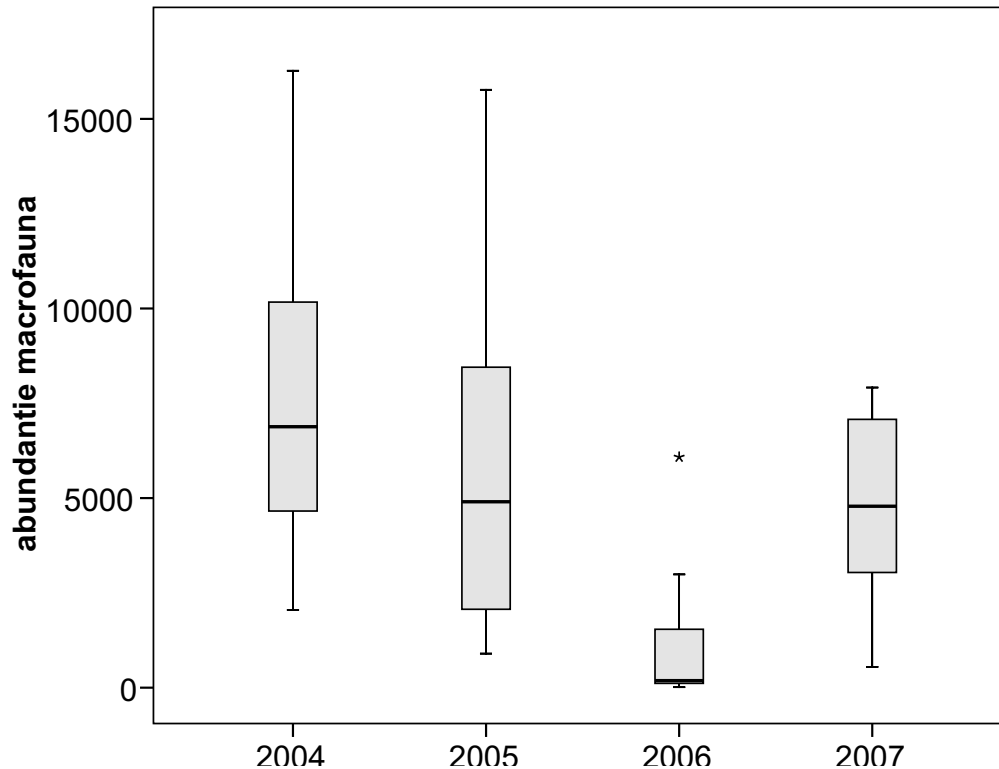
In totaal zijn in 4 jaar tijd 366 taxa met een totale omgerekende abundantie van 14 duizend individuen aangetroffen. 163 taxa komen slechts 1 of 2 keer voor. Er is één doelsoort aangetroffen, die tevens vermeld staat op de Rode lijst, dit zijn de larven van de schietmot *Notidobia ciliaris* waarvan eenmalig in oktober 2005 4 exemplaren zijn aangetroffen.

Het aantal taxa verschilt tussen jaren (ANOVA, $F=5.1$ $P=0.005$). Het eerste jaar na herinrichting (2006) zijn er significant minder taxa (gemiddeld 32) dan in het jaar van herinrichting 2005 (gemiddeld 62) (Figuur 14) (Hochberg GT2 $P=0.003$). Het zelfde patroon is zichtbaar voor het aantal macrofauna individuen (Kruskal Wallis, Chi square= 19.2 $P=0.000$). Er zijn in 2006 gemiddeld (1050) minder individuen dan in 2004, 2005 en 2007 (Figuur 15). (Mann Whitney-U $P=0.001$ $P=0.000$ $P=0.000$, gemiddeld 1050 individuen in 2006, ten opzichte van 7820, 6719 en 4790 in 2004, 2005 en 2007).

Dit kan wellicht verklaard worden door de droge periode in het begin van dit eerste jaar. Dat de herinrichting door ingrijpende veranderingen en grondverplaatsingen in eerste instantie resulteert in de sterfte van veel macrofauna taxa zou een andere mogelijke verklaring kunnen zijn.



Figuur 14. Aantal macrofauna taxa in de jaren 2004, 2005, 2006 en 2007



Figuur 15. Abundantie macrofauna: gemiddeld 1050 individuen in 2006, ten opzichte van 7820, 6719 en 4790 in 2004, 2005 en 2007.

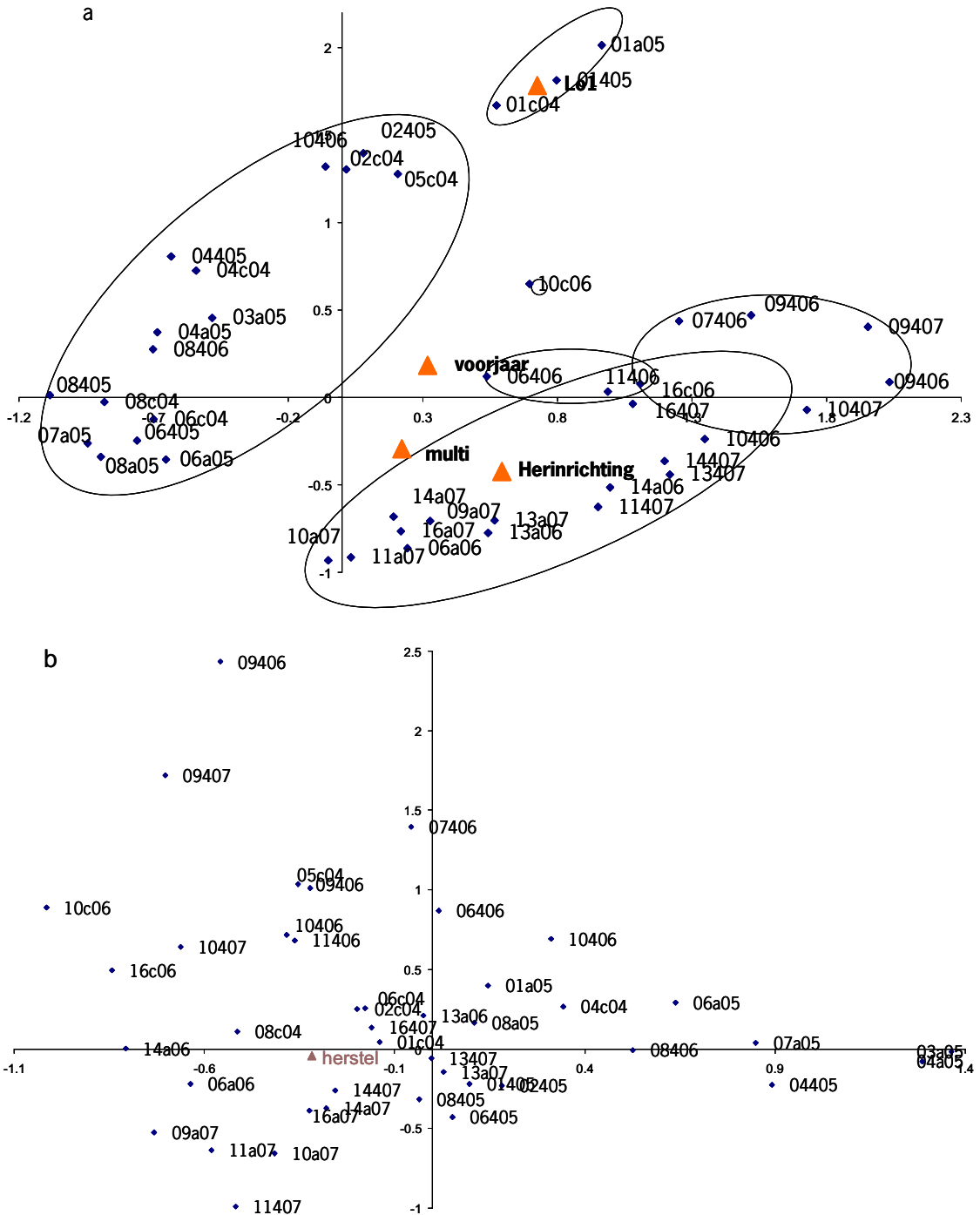
5.3.2 Ordinatie macrofaunamonsters

De gradiëntlengte van de DCA is 2.917. Bij deze lengte kan normaal gesproken zowel een DCA met unimodale manier van ‘detrending’ worden gebruikt als een lineaire techniek (ter Braak & Verdonschot, 1995). De eigenwaarde op de tweede as wordt bij het gebruik van een unimodale techniek hoger, waardoor de voorkeur voor de rest van de analyse uitgaat naar 2nd order polynomials als methode voor detrending.

In de uitgevoerde DCA blijkt dat van alle variabelen herinrichting het sterkst gecorreleerd te zijn met de eerste as (0.69), echter een gedeelte van de variatie blijkt verklaard te worden door de monstermethode en het seizoen waarin het monster is genomen, als ook de locaties. De correlatie met de tweede as is het hoogst voor Herinrichting (Herinrichting 0.55) Locatie 1 (Lo1 0.55), een locatie die zich boven in de bronsloot bevindt en de monstermethode (Multi 0.56).

De seizoens- en locatie-invloeden zijn voor de huidige vraagstelling niet interessant en daarom is ook gekeken naar het effect van herinrichting in een partiële DCA met locatie als covariabele. De covariabelen locatie, oftewel de invloed van alle locaties, verklaren 9.3% van de variatie in de macrofauna gegevens. Daarnaast verklaart de factor herinrichting nog 5.3 % van de variatie. Omdat de variabelen seizoen, locatie en methode zeer veel invloed hebben op het voorkomen van taxa van macrofauna, is

het effect van de herinrichting niet duidelijk. Wat wel opvalt, is dat de monsters uit 2006 overal buiten vallen. Dit wordt veroorzaakt door het lage aantal taxa en individuen dat in 2006 in de meeste monsters is aangetroffen. Na de herinrichting, dus ten opzichte van 2004 en 2005, zijn veel taxa niet of minder aanwezig in 2006.

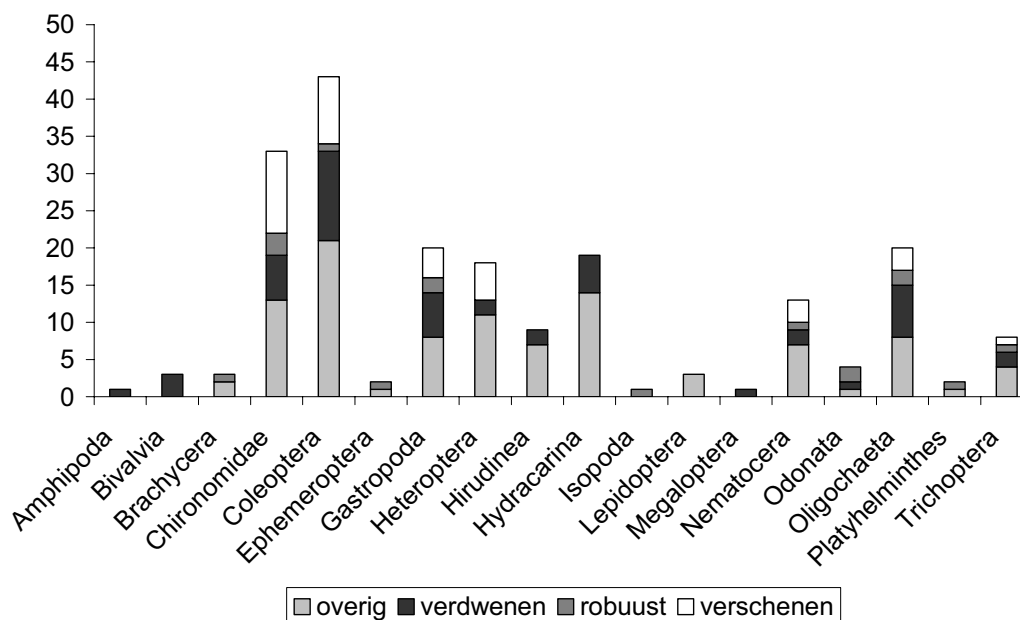


Figuur 16. a DCA van alle macrofaunamonsters van de Geeserstroomb en ligging van clusters. De eerste twee cijfers van de monstercode duiden op de locatie (Bijlage 1) De laatste twee cijfers duiden op het jaartal, waarbij het cijfer daarvoor op de maand: 4 april a oktober c december. Variabelen Lo1 locatie 1; voorjaar voorjaar; Multi multimonsters; herinrichting na de herinrichting. b partiele DCA.

Tabel 2. Overzicht van belangrijkste resultaten van de ordinatie.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	0.391	0.309	0.141	0.110	3.605
Gradientlengte	2.917	2.818	2.551	2.297	
Verklaarde variatie	10.8	19.4	23.3	26.4	
2 nd poly					
Eigenvalue	0.391	0.344	0.197	0.139	3.605
Verklaarde variatie	10.8	20.4	25.9	29.7	
Partiële DCA					
Verklaarde variatie	0.238	0.175	0.126	0.107	3.605
	11.7	20.4	26.6	31.9	
Partiele DCCA	0.107	0.233	0.167	0.132	3.605
Eigenvalue					
Verklaarde variatie	5.3	16.8	25.0	31.5	

5.3.3 Robuuste, verdwenen en verschenen taxa



Figuur 17. Taxa verdeling over verschillende ordes. Verdeling in taxa die zijn verdwenen of verschenen na herinrichting, taxa die robuust zijn (na herinrichting net zo abundant voorkomen als voor herinrichting) en overige taxa.

5.3.3.1 Robuuste taxa

Er zijn 3 taxa die totaal geen hinder ondervinden van de ingrijpende herinrichting. Dit zijn de platwormen behorende tot *Polycelis sp* de muggenlarven behorende tot *Chironomus sp* en de haft *Cloeon dipterum*. Een aantal taxa is tijdelijk niet aanwezig, maar heeft in 2007 weer een hoge frequentie van voorkomen. Dit zijn Ephydridae (Brachycera), *Procladius sp*, *Psectrotanypus varius* (Chironomidae), *Haliphus sp* (Coleoptera), *Gyraulus albus*, *Planorbarius corneus* (Gastropoda), Asellidae (Isopoda), Ceratopogonidae (Nematocera), Coenagrionidae, Libellulidae (Odonata), Lumbriculidae, *Stylaria lacustris* (Oligochaeta), *Triaenodes bicolor* (Trichoptera).

De robuuste taxa bevatten veelal taxa op een hoger niveau dan soort, zoals de families van de Odonata, waarbij het samen nemen van taxa ervoor zorgt dat de frequentie van voorkomen gelijk blijft. Daarnaast zijn sommige robuuste taxa zeer algemeen, bijvoorbeeld de kokerjuffer *Triaenodes bicolor*, één van de meest algemene soorten in Nederland. Ook zijn veel robuuste taxa negatieve indicatoren voor het Kaderrichtlijn Watertype R5, te weten *Chironomus sp*, *Psectrotanypus varius*, *Cloeon dipterum*, *Gyraulus albus*, *Stylaria lacustris*.

5.3.3.2 Verdwenen taxa

Er zijn taxa die na herinrichting niet meer of veel minder zijn aangetroffen. Taxa die frequent en met hoge abundantie voorkomen in de situatie voor de herinrichting en in 2007 geheel verdwenen zijn *Sialis lutaria* (Megaloptera), *Limnodrilus claparedeianus*, *Ilyodrilus templetoni* (Oligochaeta), *Limnesia undulata* (Hydracarina), *Natarsia sp* (Chironomidae), *Anacaena limbata* en Scirtidae (Coleoptera).

Andere verdwenen taxa zijn *Marstoniopsis scholtzi*, *Acroloxus lacustris*, *Hippentis complanatus*, *Segmentina nitida* (Gastropoda), *Unio pictorum* (Bivalvia), *Erpobdella testacea* (Hirudinea), *Potamothrix hammoniensi* (Oligochaeta), *Forelia liliacea*, *Brachypoda versicolor*, *Arrenurus cuspidator*, (Hydracarina) *Aeshna grandis* (Odonata), *Ranatra linearis*, *Hebrus ruficeps* (Heteroptera), *Laccophilus hyalinus*, *Hydroporus memnonius*, *Hydroporus nigrita*, *Hydroporus erythrocephalus*, *Agabus sturmi*, *Ilybius ater*, *Hydraena testacea*, *Helochares punctatus*, *Dryops luridus* (Coleoptera), *Ptychoptera sp* (Nematocera), *Chironomus luridus* agg, *Paralimnophyes hydrophilus*, *Psectrocladius platypus*, *Natarsia sp*, *Zavrelimyia sp* (Chironomidae) en *Athripsodes aterrimus* (Trichoptera).

Taxa die veel minder voorkomen, waarbij de frequentie gehalveerd en de abundantie gedecimeerd is, zijn *Gammarus pulex* (Amphipoda), *Arrenurus globator* (Hydracarina), *Apsectrotanypus sp/Macropelopia sp* (Chironomidae), *Tubificidae juveniel met haarsetae*, *Tubificidae juveniel zonder haarsetae*, *Quistadrilus multisetosus*, *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta), *Pisidium sp*, *Sphaerium corneum* (Bivalvia) *Valvata piscinalis*, *Bithynia sp* (Gastropoda) *Graptodytes pictus* (Coleoptera) *Erpobdella octoculata* (Hirudinea), Limoniidae (Nematocera) en *Limnephilus sp* (Trichoptera)

Opvallend is het grote aantal taxa dat niet kan vliegen, zoals de Mollusca (Gastropoda en Bivalvia), Oligochaeta, Hydracarina en Hirudinea. Daarnaast zijn veel taxa typische bewoners van voedselrijke, vegetatierijke, stilstaande of genormaliseerde wateren, bijvoorbeeld de kevers *Anacaena limbata*, *Graptodytes pictus* en *Helochares punctatus*, de wantsen *Hebrus ruficeps*, *Ranatra linearis* en de slijkvlieg *Sialis lutaria*. Deze taxa beschikten over een geschikt habitat in de situatie van de Geeserstream voor de herinrichting.

Indicatoren die beschreven zijn voor de referentiesituatie en zijn verdwenen, zijn de kevers *Hydroporus nigrita* en *Hydroporus memnonius*, de dansmug *Zavrelimyia sp*, de kokerjuffer *Athripsodes aterrimus*, de vlokreeft *Gammarus pulex* en de mijt *Forelia liliacea*.

Tevens zijn de negatieve indicatoren *Erpobdella octoculata* (bloedzuiger), *Arrenurus globator*, *Limnesia undulata* (mijten), *Limnodrilus hoffmeisteri* en *Potamothenix hammoniensis* (wormen) verdwenen.

5.3.3.3 Verschenen taxa

Een aantal taxa is voor de herinrichting niet aanwezig en na de herinrichting wel frequent in monsters aangetroffen. Opvallend zijn de taxa die in 2006 en 2007 zijn gevonden in meer dan 3 monsters, terwijl ze in 2004 en 2005 niet zijn aangetroffen tijdens de bemonstering.

Dit zijn *Physella acuta*, *Planorbis planorbis* (Gastropoda), *Chaetogaster diaphanus* (Oligochaeta), *Hygrotus impressopunctatus* (Coleoptera), *Dixella aestivalis*, (Chironomidae) (alleen alleen 2007), *Callicorixa praeusta*, *Gerris thoracicus*, (Heteroptera), *Hydroporus planus*, *Gyrinus substriatus*, (alleen in 2006), *Berosus sp* (Coleoptera), *Dixella amphibia*, *Simulium sp*, (Nematocera) *Callicorixa praeusta* (Heteroptera).

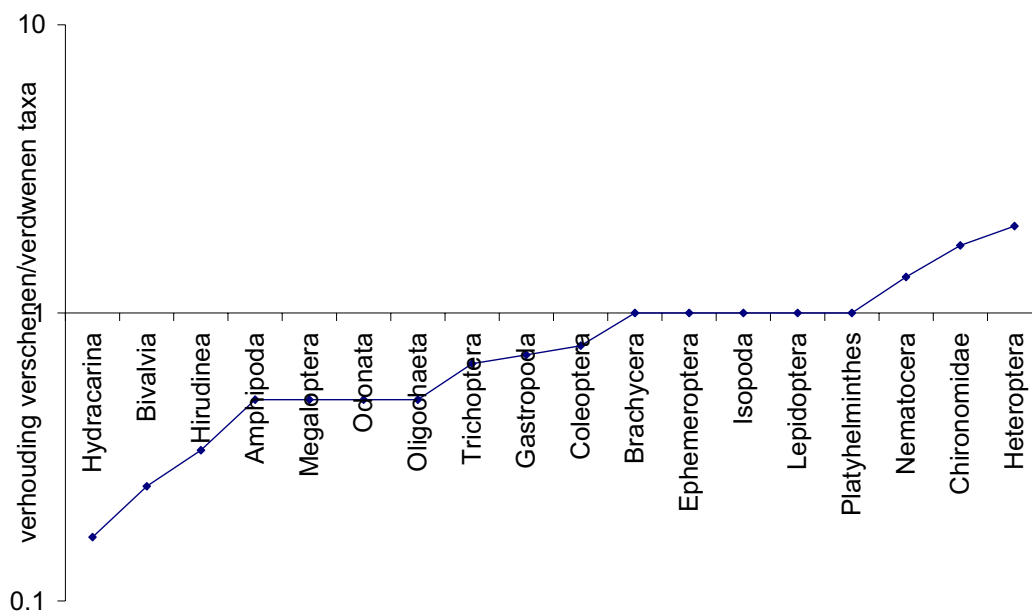
Ook zijn er de taxa die in 2006 en 2007 zijn gevonden in meer dan 3 monsters, terwijl ze in 2004 en 2005 in 1 monster zijn aangetroffen:

Paratanytarsus sp, *Micropectra sp*, *Glyptotendipes sp*, *Cryptochironomus sp*, *Ablabesmyia sp*, *Chironomus riparius agg*, *Corynoneura sp*, *Psectrocladius obvius*, *Parachironomus gr arcuatus* (Chironomidae) *Rhantus sp*, *Laccobius minutus*, *Dytiscus sp* (Coleoptera), *Corixa punctata* (Heteroptera), *Dero sp* (Oligochaeta) en *Oecetis furva* (Trichoptera)

Ten slotte zijn er taxa die na de herinrichting meer dan twee maal zo frequent en in aantallen 10x zo veel voorkomen dan voor de herinrichting. Dit zijn *Radix auricularia*, *Galba truncatula* (Gastropoda), *Hydroglyphus geminus*, *Hygrotus inaequalis* (Coleoptera), *Metriocnemus sp*, *Orthocladius (Orthocladius) sp* (Chironomidae), *Sigara semistriata* en *Sigara striata* (Heteroptera)

De taxa die na herinrichting nieuw zijn, verplaatsen zich vooral vliegend voort (Heteroptera, Coleoptera, Chironomidae), maar ook enkele niet vliegende Oligochaeta en Gastropoda zijn nieuw verschenen. Voor een deel zijn dit typische kolonisten die bestand zijn tegen verstoringen of zich handhaven in semi-permanente wateren zoals bijvoorbeeld de kevers *Hygrotus impressopunctatus*, *Hydroglyphus geminus* en de negatieve indicatoren *Glyptotendipes sp* en *Cryptochironomus sp* (Chironomidae), de slak *Planorbis planorbis* en de wantsen van het genus *Sigara*. Daarnaast zijn er enkele stromingsindicatoren verschenen zoals de muggen *Simulium sp* en *Micropectra sp* en vrij zeldzame taxa, zoals de kever *Berosus signaticollis*. De komst van *Simulium sp* kan er op duiden dat de nieuw ingerichte situatie habitat biedt voor beekorganismen die voorheen niet aanwezig waren.

Als het aantal verdwenen en verschenen taxa binnen elk orde wordt vergeleken valt op dat vooral taxa van vliegende groepen, zoals wantsen en muggen, verschijnen na herinrichting en de voornamelijk niet vliegende mijten, tweekleppigen, bloedzuigers, vlokreeften, slijkvlieg, libellen en wormen verdwijnen (Figuur 18).



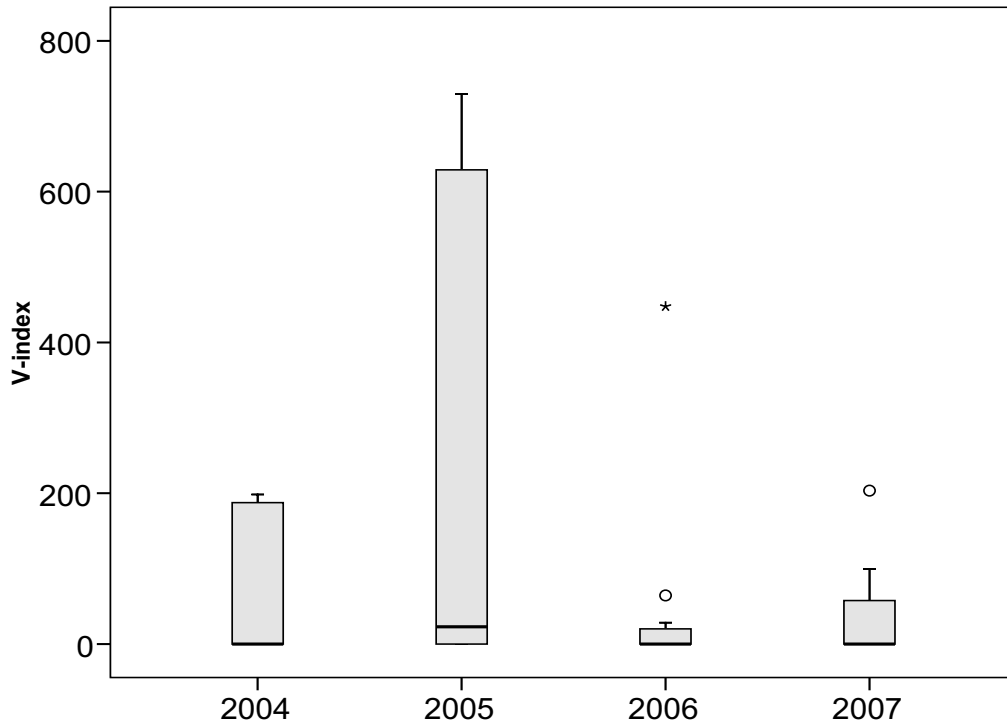
Figuur 18. Verhouding van taxa die nieuw zijn na de herinrichting en die verdwenen zijn door de herinrichting per soortgroep.

5.3.4 V-index en droogvalindex

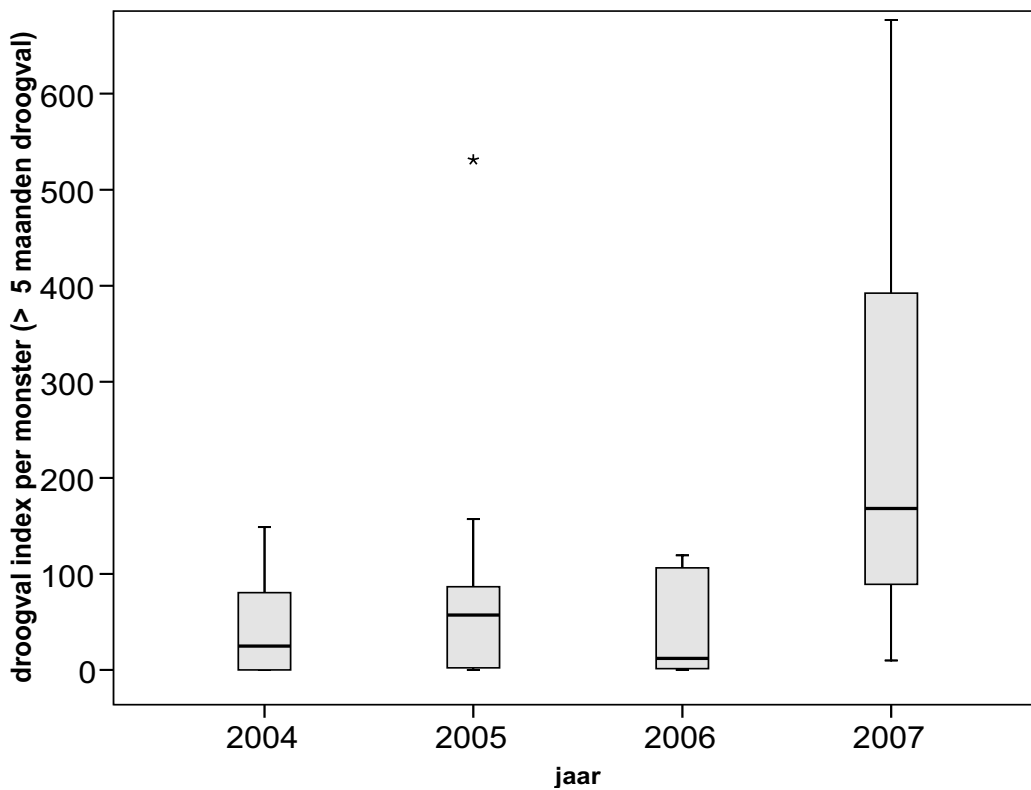
Om een beeld te krijgen in welke situatie de Geeserstream zich nu bevindt, is gebruikt gemaakt van autoecologische informatie van de aangetroffen taxa.

Een kenmerk van taxa die in de nieuwe situatie zeer gewenst zijn, is rheofilie.

Verwacht wordt dat het nieuwe profiel in de herstelde situatie een habitat biedt voor stromingsminnende taxa. Daarnaast kan in de tussenliggende periode de beek een geschikte habitat zijn voor kolonisten en taxa die bestand zijn tegen perioden van droogval. In eerste instantie is daarom nader op deze kenmerken ingegaan.



Figuur 19. V-index per monster in de jaren 2004, 2005, 2006 en 2007.



Figuur 20. Droogvalindex (> 5 maanden droogval) voor monsters in de jaren 2004, 2005, 2006 en 2007.

De V-index verschilt niet tussen verschillende jaren (Kruskal wallis, Chi square=2.157, P=0.054). Er zijn dus niet meer of minder rheofiele taxa in de situatie na herinrichting dan ervoor. Aangezien de herstelmaatregelen tot en met 2006 zijn uitgevoerd is een mogelijke verklaring dat de kolonisatie nog in volle gang is en de rheofiele taxa nu nog niet aanwezig zijn.

De droogvalindex laat hele duidelijk patronen zien. De indicatoren voor droogval zijn in grote getale aanwezig in 2007. Dit geldt zowel voor indicatoren van langere periodes van droogte (>5 maanden en 3-5 maanden) en kortere periodes (6 weken tot 3 maanden en <6 weken) (Tabel 6). Dit duidt erop dat juist in 2007 veel taxa die bestand zijn tegen droogval aanwezig zijn en dit is wederom een aanwijzing dat het kolonisatie proces nog in volle gang is.

Tabel 6. Chi-square test voor verschillen in droogvalindex: tussen de jaren 2004, 2005, 2006 en 2007.

	> 5 mnd	3-5 mnd	6 wk-3 mnd	<6 wk	permanent
Chi-sq	10.0	9.1	8.5	8.7	19.6
P	0.018	0.028	0.036	0.033	0.000

6 Stand van zaken

6.1 Onderzoeksvragen

De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in processen en factoren die leiden tot succesvol herstel.

Specifieke onderzoeksvragen waren hierbij:

- Hoe is de abiotische situatie na de herinrichting?
- Zijn de veranderingen in de abiotiek van invloed op de te verwachten doelsoorten in de beek?
- Welke soorten zijn verdwenen voor uitvoering van de herstelmaatregel?
- Welke soorten zijn teruggekeerd?
- Na hoeveel tijd en op welk moment zijn soorten teruggekeerd?

6.2 Hoe is de abiotische situatie na de herinrichting?

6.2.1 Hydrologie

Voor herinrichting was de beek diep ingesneden, met bijbehorende grote taludhoogte en waterdiepte en geringe waterbreedte en taludbreedte. Ook was er door de insnijding weinig hoogteverschil tussen de verschillende delen van de beek en werd de beek gekenmerkt door een korte weglengte en een gering verval. Aan de hand van de profielmetingen voor- en na herinrichting kan geconcludeerd worden dat de beek in de nieuwe situatie langer is, met een groter verval, minder insnijding en met een bredere en meer oppervlakkige afstroming. Een opvallende structuur die in alle metingen sterk naar voren komt is de vistrap die vlak voor het kanaal is aangelegd. Deze vistrap wordt gekenmerkt door een grote hoogte en dito verval, met direct na de vistrap een grote waterdiepte en taludhoogte. Bij alle gemeten patronen geeft deze vistrap uitschieters die het gemiddelde patroon beïnvloeden.

Het waterpeil wisselt van een paar centimeter in april 2007 tot bijna een meter tijdens hevige regenval in januari 2007. Het is duidelijk te zien dat de waterhoogtes het neerslagpatroon volgen. De stroomsnelheid is gemiddeld 0.10 m/s in 2006 ten opzichte van 0.02 m/s in 2005 en 0.06 m/s in 2004. Het lijkt erop dat de nieuwe loop op sommige locaties stroomt, maar er zijn niet voldoende gegevens.

6.2.2 Nutriënten

De referentie waarden (GET) voor het referentietype R5 van de Kaderrichtlijn Water voor nutriënten totaal stikstof en –fosfor zijn respectievelijk 4 mg N/l en 0.14 mg P/l. Deze waarden worden in de heringerichte Geeserstream, met name voor totaal fosfor, vaak overschreden. Verder valt op dat regenval in de winter en in sommige maanden in de zomer gepaard lijkt te gaan met toenemende stikstof- en fosfor

concentraties. In droge periodes zijn de concentraties van nutriënten juist lager, hetgeen op kwel invloed duidt. Zuurstofconcentraties zijn zeer wisselend, maar dalen nooit onder de grens van 2 mg/l, welke lethaal is voor de meeste vissen en macrofauna. Ook de concentraties van andere ionen zijn sterk wisselend, zonder dat er duidelijke verschillen te zien zijn tussen de periode voor herinrichting en daarna.

6.3 Zijn de veranderingen in de abiotiek van invloed op de te verwachten doelsoorten in de beek?

Het nieuwe profiel leidt tot veranderde stromingscondities. De verwachting is dat typische laaglandbeeksoorten kunnen profiteren van het toegenomen verval en veranderde hydromorfologie en bijbehorende toegenomen stroomsnelheid en verondieping. Het proces van herinrichting en de wisselende weersomstandigheden in 2006 en 2007 hebben echter geleid tot sterk wisselende abiotische condities, waardoor taxa die goed om kunnen gaan met verstoringen tot nog toe de overhand hebben in de heringerichte beek. Daarnaast is er nauwelijks iets veranderd aan de nutriënten concentraties in de beek en de diatomeeëngemeenschap toont dan ook geen duidelijke reactie op de herinrichting. Het omleiden van het voedselrijke water uit de landbouwgebieden is nog niet gerealiseerd, waardoor het water een te hoge voedselrijkdom heeft. Aangezien het hier om een bovenloop systeem gaat, zou de totaal fosfor norm van 0.14/0.12 mg P/l en totaal stikstof norm van 4 mg N/l behorende bij de natuurlijke referenties R5/R4, streefwaarden zijn, waarbij verwacht kan worden dat typische laaglandbeek flora en fauna zich gaat ontwikkelen.

6.4 Welke soorten zijn verdwenen voor uitvoering van de herstelmaatregel?

Na herinrichting verdwijnen 51 taxa (25%) voornamelijk mijten, tweekleppigen, bloedzuigers, vlokreeften, slijkvlieg, libellen en wormen. Opvallend is het grote aantal taxa dat niet kan vliegen, zoals de slakken, wormen, mijten en bloedzuigers. Daarnaast is de habitat van veel taxa gekoppeld aan voedselrijke, vegetatierijke stilstaande of genormaliseerde wateren, bijvoorbeeld de kevers *Anacaena limbata*, *Graptodytes pictus* en *Helochares punctatus*, de wantsen *Hebrus ruficeps*, *Ranatra linearis* en de slijkvlieg *Sialis lutaria*. Deze taxa zijn typische bewoners van de Geeserstream voor de herinrichting.

6.5 Welke soorten zijn teruggekeerd?

Het merendeel van de macrofauna taxa (60 %) is in 2007 weer teruggekeerd. Daarnaast zijn er 36 nieuwe taxa bijgekomen. De taxa die na herinrichting nieuw zijn, verplaatsen zich vooral vliegend voort (wantsen, dansmuggen en muggen), maar ook enkele niet vliegende wormen en slakken zijn nieuw verschenen. Voor een deel zijn dit typische kolonisten, die bestand zijn tegen verstoringen of zich handhaven in semi-permanente wateren, bijvoorbeeld de kevers *Hygrotus impressopunctatus* en

Hydroglyphus geminus en de wantsen van het genus *Sigara*. Daarnaast zijn er enkele stromingsindicatoren verschenen zoals de kriebelmug *Simulium* en de vrij zeldzame kever *Berosus signaticollis*. Dit laatste kan er op duiden dat de nieuw ingerichte situatie habitat biedt voor beekorganismen die voorheen niet aanwezig waren.

Er is geen toename in het aantal rheofiele taxa na de herinrichting. Wel is er in 2007 een sterke toename in het aantal indicatoren voor droogval. Dit geldt zowel voor indicatoren van kortere, als langere periodes van droogte. Het aanwezig zijn van veel droogval indicatoren geeft aan dat het kolonisatie proces nog in volle gang is. Deze conclusie wordt ook getrokken op basis van de diatomeeëngemeenschap van de Geeserstream die zich tot aan 2008 steeds in een instabiele toestand bevindt.

6.6 Na hoeveel tijd en op welk moment zijn soorten teruggekeerd?

In 2006 is het aantal macrofauna taxa en hun abundanties erg laag. Het merendeel van de taxa keert pas in 2007 terug. De verwachte komst van typische laaglandbeeksoorten als ook doelsoorten blijft tot dusver achter. Dit is mogelijk te verklaren door wisselende weersomstandigheden en onveranderde nutriëntenconcentraties. Ook zijn sommige onderdelen van het herinrichtingsplan uiteindelijk anders uitgevoerd, waardoor de uiteindelijke beek op veel plekken stil- of droogstaat. Ten slotte zijn dispersie problemen van de verwachte laaglandbeeksoorten niet uitgesloten en zouden barrières voor de soorten nog steeds een grote rol kunnen spelen bij de kolonisatie van de heringerichte beek. Deze soorten hebben echter pas een kans om zich te vestigen als de abiotische condities voldoen aan de normen van de Goede Ecologische Toestand.

6.7 De toekomst

Er zijn verschillende aanwijzingen vanuit de diatomeeën- en macrofaunagemeenschap dat het kolonisatieproces van de heringerichte Geeserstream nog in volle gang is. Langjarige monitoring van de herinrichting geeft waarschijnlijk een ander en ook completer beeld van de effecten van een grootschalig herinrichtingsproject, dan alleen de resultaten na 2 jaar, die in dit rapport zijn beschreven. Wellicht dat in de komende jaren nog zaken veranderen die van invloed zijn op het herstel van de Geeserstream. Hierbij kan gedacht worden aan het omleiden van het voedselrijke water uit de landbouwgebieden of het verwijderen of herinrichten van de vistrap waardoor het verval van de midden- en benedenloop vergroot kan worden. Verder is het interessant om te zien of de weersextremen van de afgelopen jaren, die van grote invloed blijken te zijn op de hydrologie van de beek, in frequentie toe of af gaan nemen.

6.8 Overige Aanbevelingen

Sommige effecten van de herinrichting zijn niet onderzocht met de huidige monitoring van de abiotische aspecten en de levensgemeenschap van het herinrichtingsproject Geeserstream. Echter frequent bezoek aan het herinrichtingsproject heeft geleid tot bevindingen in relatie tot de hydrologie en ecologie van de beek, die hier worden beschreven als ‘overige aanbevelingen’.

6.8.1 Enten van de macrofaunagemeenschap

Tot nu toe blijkt dat vooral vliegende insecten het heringerichte gebied snel bereiken, terwijl tweekleppigen, mijten en bloedzuigers dit juist niet doen. De vraag is of deze verandering van taxa samenhangt met de aan- of afwezigheid van de geschikte habitat of van het vermogen van taxa om zich te verspreiden. Stilstaande diepe vaak plantenrijke genormaliseerde stukken plekken hebben plaatsgemaakt voor kale oppervlakkig afstromende of tijdelijk droogvallende stukken in de beek. Wellicht is de soortverschuiving gekoppeld aan deze habitat verschuiving. Anderzijds is het dispersievermogen, de mogelijkheid om de nieuw ingerichte habitat te bereiken, ook een mogelijke verklarende factor van de veranderingen in de samenstelling. Vliegende soorten kunnen de nieuw ingerichte locaties bereiken vanuit nabij gelegen waterlichamen of andere delen van de beek. Daarnaast kan het zijn dat sommige taxa ten tijde van ingrijpende graafwerkzaamheden als adulten in een terrestrisch stadium verkeerden, waardoor ze geen directe negatieve invloed van het herinrichtingsproces ondervinden. Tweekleppigen, mijten, bloedzuigers, vlokreeften, slakken en wormen kennen dit vliegende stadium niet (uitzondering hierbij zijn taxa die meeliften met andere insecten of vogels). Tijdens graafwerkzaamheden kunnen deze groepen daarom gemakkelijk verplaatst of bedolven worden. Daarnaast kunnen deze groepen een nieuwe gegraven loop alleen bereiken als er een directe waterverbinding is met de nieuwe locatie. Als leden van deze groepen voorkomen in de oude situatie en gewenst zijn in de nieuw ingerichte situatie, dan is het wellicht aan te raden taxa van deze groepen te ‘enten’ op de nieuwe locatie. Dit kan door tijdelijke evacuatie van taxa tijdens graafwerkzaamheden of door het inbrengen van kleine hoeveelheden taxa van locaties waar geen vergraving heeft plaatsgevonden. Een dergelijke exercitie heeft nog nooit plaatsgevonden, waardoor de effectiviteit van deze maatregel niet met behulp van het huidige onderzoek kan worden beschreven.

6.8.2 Slenk

Het gebiedsdeel ten noorden van de Koemaatsendijk had als streefbeeld een afgegraven slenk waarin kwel optrad. Echter de drempel die onder de Koemaatsendijk is aangebracht houdt zoveel water tegen dat een plas van circa 70 cm diepte is ontstaan. Deze plas watert niet of nauwelijks af op de beek. Een bovenstroomse plas zou bij eventuele verlaging van de drempel wel kunnen afwateren op de beek, maar dit zou tegelijk leiden tot toevoer met warmer water naar de bovenloop. Dit is een ongewenste situatie. Het wordt aanbevolen om de drempel

geheel te verwijderen en de oorspronkelijke slenk haar rol te laten vervullen ten bate van de beek en het natuurlijke karakter van het landschap.

6.8.3 Beekmoeras

Omdat, mede als gevolg van de vistrap, weinig verval in delen van de nieuwe loop aanwezig is, treedt veelvuldig inundatie op. Deze inundatiezones hebben zich in korte tijd tot semi-permanente beekmoerassituaties gevormd. Hierdoor is het karakter van de nagestreefde kwelgraslanden veranderd. Deze beekmoerassen zijn natuurlijk in Nederlandse laaglandbeken en in de Geeserstream zijn ze ook gelegen in de meest vlakke beekdalgedeelten. Het is aan te bevelen deze moerassen verder te ontwikkelen. Echter hiervoor dient ook in de zomer water achter te blijven dan wel dienen hoge grondwaterstanden gehandhaafd te worden. Hiervoor kan de beek in de vlakke delen worden gedicht zodat het gehele moeras als waterretentie systeem ontwikkelt. In de huidige semi-permanente moerassen ontwikkelen zich hoge aantallen steekmuggen die een plaag vormen voor recreanten. Een verbetering van de waterhuishouding van deze beekmoerassen kan ook het steekmuggen probleem verminderen.

6.8.4 Droogval

De beekloop is in 2006 over grote trajecten droog gevallen. deze droogval is minder gewenst en zou bij uitzondering (eens in de 25 jaar) moeten kunnen optreden. Om droogval in de toekomst te voorkomen, is meer grondwateraanvoer nodig. De nu nog aanwezig parallelsloten en ontwateringen in het beekdal zouden hiertoe moeten worden gedicht. Daarnaast kan overwogen worden de waterretentie in de beekmoerassen te versterken die op haar beurt de afvoer in de beek weer afvlakt door het beekprofiel verder te vernauwen en te verondiepen.

Literatuur

- Biggs, B.J., Stevenson, R.J. en R.L. Lowe, 1998. A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv. Hydrobiol.* 143: 21-56.
- Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam, 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28 (1): 117-133.
- Duursema, G., R. Torenbeek, 1997, Beken in Drenthe; een onderzoek naar ecologie en natuur op basis van macro-invertebraten. Zuiveringsschap Drenthe.
- Heinis, F. & C.H.M. Evers, 2007. Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de Goede Ecologische Toestand voor natuurlijke wateren. STOWA rapport 2007-02.
- Lamers, L., M. Klinge en J. Verhoeven, 2001. OBN preadvies Laagveenwateren. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wageningen.
- Meeuse, J., den Besten J. & Wanningsen H. 2004. Dood hout in beken, een bron van leven. Waterschap Hunze en Aa's, 1 december 2003. 4 pp.
- Muilwijk, J., 1969. Verslag Hybie Kaderkamp april 1969.
- Nijboer, R.C., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, sloten. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Wageningen. Rapport EC-LNV nr. 6 AS-06.
- Nijboer, R.C., 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; I, Literatuurstudie naar hydrologische maatregelen en de effecten op sloot- en beekecosystemen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1066.
- Nijboer, R.C. & J. Bosman, 2006. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; IV Bepaling van ecologische effecten van herstelmaatregelen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1366.
- Pons, L.J., 1992. Holocene peat formation in the lower parts of the Netherlands. In J.T.A Verhoeven (Ed.), *Fens and bogs in the Netherlands: Vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 7-79.
- Schimmel, H.J.W., P. Leentvaar en R. Simssaert, 1995. De Drentse beken en beekdalen en hun betekenis voor natuurwetenschap en landschapsschoon. Afdeling "Natuurbescherming en Landschap" Staatsbosbeheer te Utrecht.

Schroevers, P.J., L. v.d. Burg, J.F.M. Geelen, B.Z. Salomé, L.W.G. Higler, J.J.P. Gardeniers, P. Leenvaar, 1966. Verslag van het werkkamp van de hydrobiologische vereniging gehouden in het plassen gebied van noordwest-overijssel van 1 – 7 september 1966.

Torenbeek, R., 1999, Nutriënten in Drentse oppervlaktewateren; een analyse van knelpunten en oorzaken. Zuiveringsschap Drenthe.

Torenbeek, R., M. E. A. van Gijsen, 1990, Ecologische doelstellingen en beoordelingsmethode voor stromende wateren. Zuiveringschap Drenthe.

Verdonschot, P.F.M., 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Provincie Overijssel, Zwolle, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

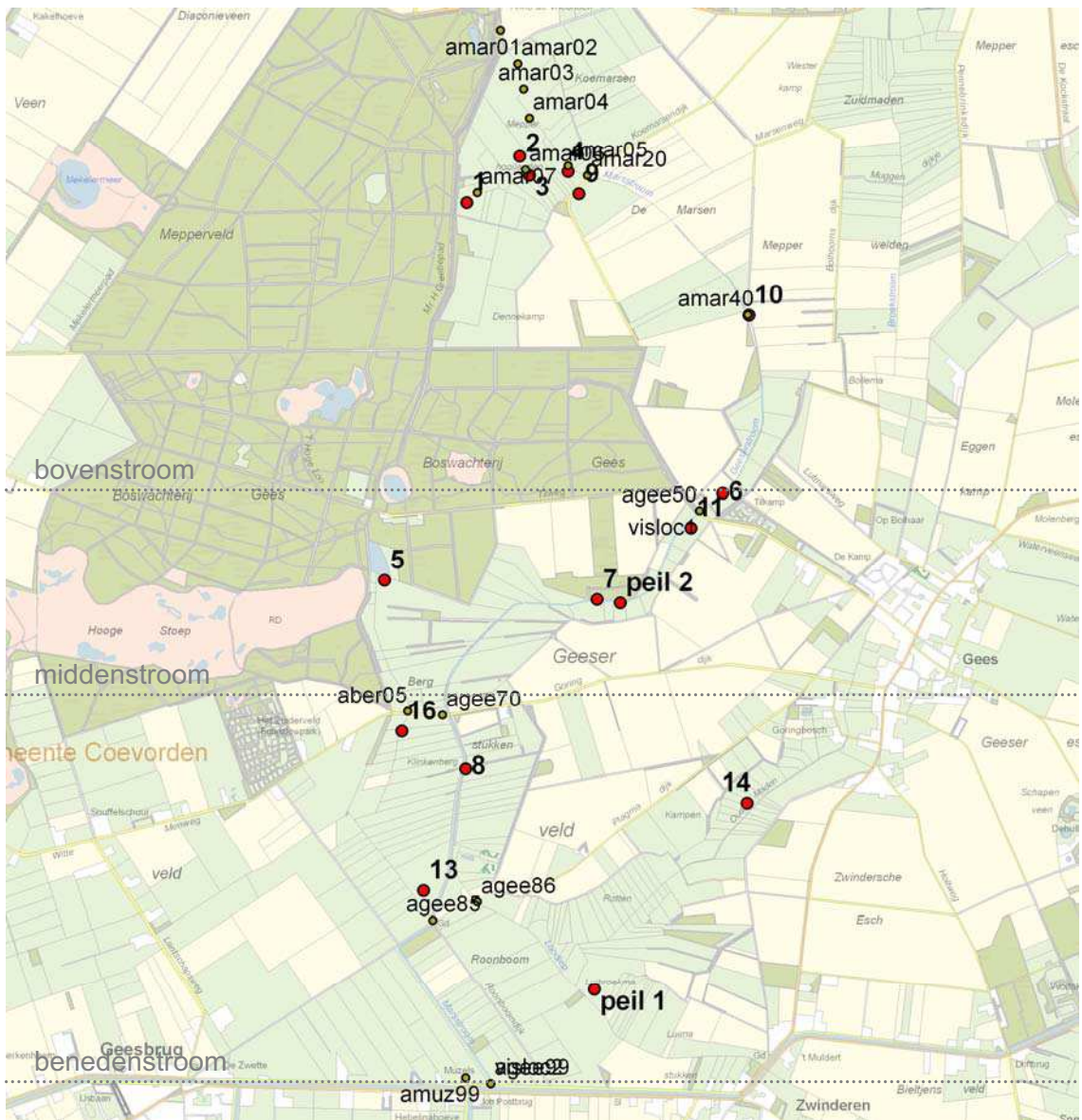
Verdonschot et al., 1995. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer; STOWA 95-03.

Verdonschot, P.F.M., 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Achtergrond document bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Expertisecentrum LNV.

Werkgroep Geeserstream, 2004. Inrichtingsplan Geeserstream. Dienst Landelijk gebied. T. de Meij (Waterschap Velt en Vecht), E. Lammerts en B. de Jong (Staatsbosbeheer) en R. Hofstra (Dienst Landelijk Gebied Drenthe)(eindredactie).

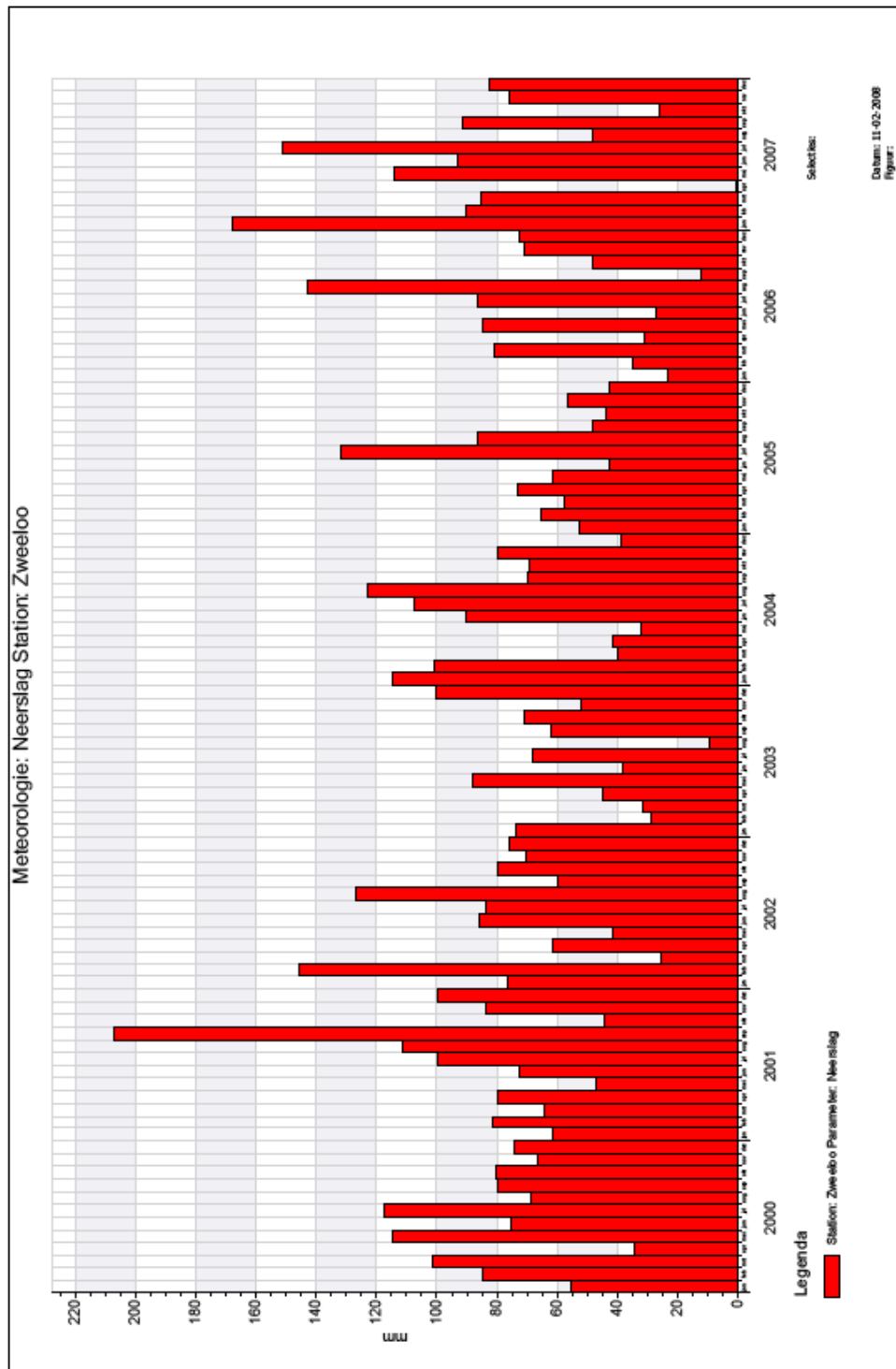
Willemsen, G., 1982. Macrofyten- en macrofaunagemeenschappen in laagveensloten. Basisrapport Project E.K.O.O. nr. 5. Vakgroep waterzuivering sectie hydrobiologie, Overijssel.

Bijlage 1 Monsterpunten Geeserstream



Figuur 21. Monsterpunten van Alterra langs de Geeserstream, aangeduid met de nummers 1-16 en meetpunten van het waterschap aangeduid met aloo, aber, amar, agee en amuz. Waterhoogtemeetpunten zijn aangeduid als peil 1 en peil 2.

Bijlage 2 Neerslagkaart weerstation Zweeloo



Bijlage 3 Van Dam Index per monster

Tabel 7. Eigenschappen van diatomeeën monsters. Locatie, maand en jaar: locatie, maand en jaar van monstername, VD Van Dam Index: O2 zuurstof; NH stikstofmetabolisme; SA saliniteit; SAP sapbrobie; TRO trofie; AE vochtigheid; PH zuurgraad; totaal totaal aantal taxa; binnen totaal aantal taxa binnen de telling; buiten totaal aantal taxa buiten de telling.

locatie	maand	jaar	VDO2	VDNH	VDSA	VDSAP	VDTRO	VDAE	VDPH	totaal	binnen	buiten
01	april	2005	1.8	1.9	1.8	2.5	2.8	3.0	1.8	16	15	1
02	april	2005	2.1	2.3	2.0	2.6	4.9	3.0	3.1	27	20	7
04	april	2005	2.8	2.3	2.0	3.1	4.7	2.9	3.3	31	24	7
01	oktober	2005	1.9	1.8	1.8	2.2	1.4	3.0	1.5	17	15	2
03	oktober	2005	3.1	2.6	2.0	3.4	5.1	2.7	3.2	45	34	11
04	oktober	2005	2.3	2.3	2.0	2.8	5.2	2.9	3.1	29	20	9
06	oktober	2005	1.8	2.1	2.0	2.3	4.9	2.7	3.2	31	20	11
07	oktober	2005	2.9	2.0	1.9	2.1	4.9	2.1	3.7	18	11	7
08	oktober	2005	2.0	1.7	1.9	2.0	4.1	2.2	3.2	31	19	12
06	april	2006	2.0	2.3	2.0	2.4	4.3	2.5	3.3	45	25	20
08	april	2006	2.6	2.6	2.1	2.6	4.8	2.5	3.6	45	30	15
09	april	2006	2.6	2.2	2.0	2.8	4.8	2.0	3.1	21	14	7
06	oktober	2006	2.1	2.4	2.0	2.5	5.0	2.8	3.3	38	21	17
09	oktober	2006	2.9	2.0	2.0	2.9	5.0	1.0	3.0	14	5	9
13	oktober	2006	1.5	2.1	2.0	2.1	5.0	2.8	3.2	24	9	15
14	oktober	2006	3.5	3.0	2.0	3.7	5.6	2.5	3.4	41	18	23
10	december	2006	2.8	2.2	1.9	3.1	4.5	2.7	3.3	27	19	8
16	december	2006	2.3	2.1	2.0	2.7	4.8	2.5	3.1	36	26	10
09	april	2007	3.1	2.7	2.0	2.9	5.0	2.1	3.4	20	18	2
10	april	2007	2.9	2.4	2.2	2.9	4.9	2.4	3.4	45	18	27
11	april	2007	1.9	2.1	2.0	2.3	4.7	2.7	3.2	31	21	10
13	april	2007	1.3	2.0	2.0	2.1	4.4	2.8	3.1	34	14	20
14	april	2007	2.4	2.5	2.1	2.6	4.8	2.4	3.5	49	31	18
16	april	2007	1.5	2.1	2.0	2.2	4.9	2.9	3.1	36	22	14
09	oktober	2007	2.0	2.3	2.0	2.6	4.9	2.9	3.3	29	11	18
10	oktober	2007	3.0	2.0	2.0	2.0	5.0	2.0	4.0	5	2	3
11	oktober	2007	3.0	2.0	2.0	2.0	5.0	2.0	4.0	5	3	2
13	oktober	2007	2.3	2.3	2.0	2.6	4.9	2.8	3.2	25	17	8
14	oktober	2007	3.0	2.1	1.9	2.7	5.1	2.3	3.7	22	17	5
16	oktober	2007	3.0	2.0	2.0	2.1	5.0	2.1	3.9	13	10	3

