

Tussenrapport 2004: Beerze



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA



ALTERRA
RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE



Natuurmonumenten
Beschermt natuur in Nederland

Tussenrapport 2004: Beerze

april 2005

Rijkswaterstaat RIZA Werkdocument nr. 2005.076.X

Alterra speciale uitgave 2005/06

Colofon

Tekst: Suzanne Stuijtzand, Harry van Manen, Tim Pelsma (RWS RIZA)
Francisca Sival (Alterra)
Eva Eigenhuijsen (Waterschap De Dommel)

Aan de uitvoering van de pilot Beerze werken mee:

Natuurmonumenten: Leo de Bruijn
Ad van den Langenberg
Chris Segers

Waterschap De Dommel: Eva Eigenhuijsen
Leo van Rooy

RWS RIZA: Suzanne Stuijtzand
Harry van Manen
Tim Pelsma
Jaap Daling
Albert van der Scheer
Aad Beemster
Wouter Iedema

Alterra: Francisca Sival
Gilbert Maas
Bart Makaske

Wageningen Universiteit: Michel Riksen

Dit rapport is totstand gekomen in het kader van het Pilotprogramma Waterberging-Natuur. Het pilot-programma is een samenwerkingsverband tussen Min. V&W (DG Water/RWS RIZA), Min. LNV (DN/EC-LNV), Unie van Waterschappen, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer.

Dit rapport is tevens onderdeel van het Alterra-project 'Effecten nutriënten-toevoer bij inundatie door slib', onderdeel van het DWK-programma Veranderend Waterbeheer.

Inhoud

	pagina
1. Inleiding	6
2. Pilot Beerze	7
2.1 Algemene gebiedsbeschrijving en historie	7
2.2 Kader pilot	8
2.3 Problematiek en onderzoeksvragen	9
2.4 De pilot	10
3. Resultaten 2004	11
3.1 Hydrologie	13
3.1.1 Waterstanden en grondwaterstanden	13
3.1.2 Kwaliteit oppervlaktewater en grondwater	23
3.2 Bodem en sediment	34
3.3 Vegetatie	40
3.4 Fauna	44
4. Samenvatting en conclusies	47
5. Referenties	51
Bijlagen	52

1. Inleiding

Achtergrond

In het integrale waterbeleid van de 21^e eeuw (WB21) is aangegeven dat het kabinet met het waterbeheer wil anticiperen op toekomstige klimaatveranderingen en bodemdaling. Dit is nodig om ernstige wateroverlast en watertekort zo veel mogelijk te voorkomen. Een uitgangspunt bij de inrichting van watersystemen is het principe dat water eerst wordt vastgehouden, vervolgens geborgen en zo nodig wordt afgevoerd. Voor het vasthouden en bergen van water is veel ruimte nodig. Het kabinet heeft aangegeven dat de mogelijkheden om het waterbeheer te combineren met andere functies zoals landbouw en natuur moeten worden benut. Hiertoe zijn in het kader van WB21 (startovereenkomst) landelijk afspraken gemaakt tussen rijk, provincies, gemeenten en waterbeheerders.

De ideeën over de mate waarin waterberging met natuur is te combineren lopen uiteen. Volgens WB21 is het goed mogelijk om waterberging en natuur te koppelen. De Raad voor het Landelijk gebied concludeert echter dat de mogelijkheden relatief beperkt zijn, als de hoofdfunctie natuur met de vastgestelde doelstellingen moet blijven functioneren. Meer inzicht in de daadwerkelijke mogelijkheden voor waterberging is gewenst.

Pilotprogramma Waterberging-Natuur

Om beter zicht te krijgen op wat de mogelijkheden zijn om waterberging en natuur te combineren, is in 2002 het Pilotprogramma Waterberging en Natuur van start gegaan. Hoofddoel van het pilotprogramma is waterbeheerders, terreinbeherende instanties en provincies te ondersteunen in hun activiteiten een koppeling tot stand te brengen tussen waterberging en -buffering en natuurbehoud, -herstel en -ontwikkeling. Daartoe is het pilotprogramma primair gericht op het opdoen en verspreiden van ervaringskennis. Het brengt op basis van praktijksituaties (pilots) ervaringen en effecten van de combinatie natuur met waterberging (eventueel in samenhang met waterbuffering) in beeld. Er zal meer inzicht beschikbaar komen over de mogelijkheden en onmogelijkheden voor de functiecombinatie waterberging en natuur.

Organisatie pilot Beerze

Eén van de geselecteerde pilots ligt langs de Beerze. In 2003 zijn partners gezocht en is de opzet van de pilot uitgewerkt. De volgende partijen werken mee aan de pilot: Natuurmonumenten, Waterschap De Dommel, RWS-RIZA, Alterra en Wageningen Universiteit.

RWS-RIZA is trekker van de pilot, in opdracht van DG Water. Alterra werkt in het kader van het project 'Effecten nutriënten-toevoer bij inundatie door slib' mee aan de pilot. Dit project is onderdeel van het DWK-programma Veranderend Waterbeheer (sinds 1 januari 2005 Beleidsondersteunend Onderzoek: Vitaal Landelijk Gebied: Water (BO-01-003)), in opdracht van het Ministerie van LNV.

Looptijd en rapportage

Naar verwachting is de looptijd van de pilot binnen het kader van het pilotprogramma maximaal 4 jaar. In 2004 is de pilot van start gegaan. In 2007 worden de meet- en monitoringgegevens geïntegreerd en verwerkt in een eindrapportage. Aan het einde van de onderzoeksperiode van het Pilotprogramma Waterberging en Natuur wordt een eindrapport van de gehele proef opgesteld. In de tussenliggende jaren verschijnen tussenrapportages, waarvan voorliggend rapport de eerste is.

2. Pilot Beerze

2.1 Algemene gebiedsbeschrijving en historie

bronnen: Jalink 1995; Athmer et al. 1997; Jalink et al. 1997; Schrama et al. 2001

De Beerze is een laaglandbeek die deel uitmaakt van het stroomgebied van de Dommel (totaallengte ca. 50 km). De Beerze ontspringt in het Belgische Kempens Hoog Plateau en heeft een brongebied dat bestaat uit landbouwgebieden waardoor dit bronwater vermestende effecten kan hebben op de gebieden benedenstrooms. In het beekdal van de Beerze zijn in het verleden langdurige inundaties opgetreden, waarbij veel beek-leem is afgezet.

Het dal van de Beerze in het studiegebied bestaat voornamelijk (vooral de Logtse Velden en Smalbroeken) uit beekerdgronden met kleidek. Beekerdgronden zijn ontstaan onder basenrijke, natte omstandigheden (toestroming basenrijk grondwater of overstroming door basenrijk water). 's Zomers kan de grondwaterstand wel tot 1 m beneden maaiveld uitzaken, maar in de winter staat het grondwater aan of dicht onder het maaiveld. Op veel plekken is een ondiepe oude kleilaag aanwezig. Er is in de bovenste 80 cm geen sprake van reductie. Er wordt ook wel gesproken van beekleem op zand. Een groot deel van het neerslagwater zal op deze laag gestagneerd hebben en oppervlakkig zijn afgestroomd naar het beekdal. In het Holoceen heeft veenvorming plaats gevonden door beekoverstromingen wat resulteerde in afzettingen van zand, klei en beekleem. In de Logtse Velden is het beekdal gevuld met een tot meer dan 2 m dik pakket klei en veen. Daaronder bevindt zich een zandige ondergrond met oude stroomgeulen. In Smalbroeken is het kleidek hooguit enkele decimeters, maar ook hier zijn het grotendeels beekerdgronden met een kleidek. Meestal is dit kleidek dunner dan in de Logtse Velden. In de zandondergrond in Smalbroeken komen leemlagen voor. Aan het eind van de Smalbroeken wordt het dal nog smaller.

Net achter de Brinksdijk versmalt het dal plotseling. De dalversmalling in combinatie met de samenvloei van beken leidde in het bovenstroomse gebied tot overstromingen. De oorzaak hiervan is dat de doorsnijding van de Beerze ter hoogte van de Smalbroeken betrekkelijk smal is. Dit leidde tot opstuwing en overstromingen. De Logtse Velden vormden een brede vlakke laagte in het landschap. Bij opstuwing kwam het dal daardoor over een zeer grote breedte onder water te staan. In de 20^e eeuw werd de invloed van ontginning en verbeterde afwatering merkbaar door de grotere fluctuaties van de Beerze. Al in het begin van de eeuw kwamen inundaties veelvuldiger voor, waarbij deze inundaties zich ook 's zomers manifesteerden. Het agrarische gebruik werd op steeds meer percelen gestaakt en dit leidde tot opslag van struwelen en bos. Na 1950 is de Beerze op veel plaatsen gekanaliseerd en voorzien van kaden. In Smalbroeken heeft de Beerze zijn oorspronkelijke loop behouden.

Voor 1950 werd de afwatering gekenmerkt door lage afvoeren in de zomer en hoge afvoeren in de winter. In droge perioden vielen delen zelfs droog. Tijdens hoge afvoeren traden inundaties op. Na 1950 is de Beerze genormaliseerd en voorzien van kunstwerken. In het beekdal is de ontwatering plaatselijk verbeterd door het graven van sloten en toepassen van drainage. De oude loop van de Beerze is binnen Smalbroeken gehandhaafd. De Heiloo is van de Beerze afgesloten en om de Logtse Velden en Smalbroeken geleid. Het peil in de Heiloo is tevens verlaagd. Het landbouwgebied ten zuiden van de Logtse Velden ontwatert sindsdien op de Heiloo. Sinds 1970 toen een rioolwaterzuiveringsinstallatie in de Beerze bij Hapert werd gerealiseerd is de Beerze altijd watervoerend.

De Beerze is de afgelopen eeuw veranderd van een dynamische meanderende nutriëntenarme beek in een gekanaliseerde nutriëntrijke beek. Nu zijn er herstelprojecten om de beek weer zijn meanderende loop te geven. De Logtse Baan is in 1999 op voormalige landbouwgrond aangelegd als waterbergings- en natuurontwikkelingsgebied. In de Logtse Baan zijn meanders gerealiseerd en is het maaiveld deels afgegraven met 0,15 m en deels met 0,35 m.

Na de overstromingsvlakte van de Logtse Baan stroomt de Beerze door de natuurgebieden de Logtse Velden en Smalbroeken. De Logtse Velden bestaat uit beemden, bos en struikvegetatie die oorspronkelijk geïnundeerd werden door de Beerze. Dit is nog het geval bij hoge afvoeren van de Beerze. De oevers van de Beerze in de Logtse Velden zijn nu echter op een hoogte waarbij het onderstromen minder frequent plaats vindt dan oorspronkelijk. Ook verzamelt zich in de laag gelegen beemden vanaf de

winterperiode neerslagwater dat door gestagneerde afvoeren zeer traag tot afstroming komt. Hierdoor verzamelt zich hier meestal zowel neerslag als inundatiewater van de Beerze gedurende het winterseizoen. Pas in het voorjaar trekt het gebied langzaam leeg waardoor er tot de zomerperiode over het algemeen hoge grondwaterstanden voorkomen. Als gevolg van instromen van de Beerze bezinkt zich in de lage delen (beemden) sediment. Door geringe stroming is hier een situatie waarbij zich lokaal een ruime hoeveelheid sediment afzet.

Na de Logtse Velden is verder stroomafwaarts Smalbroeken gelegen. Dit is het kwetsbare gebied met blauwgraslanden dat niet of zeer incidenteel overstroomd mag worden. Dit wordt gereguleerd door een omleiding om Smalbroeken heen in combinatie met een beweegbare stuw (1989) op het punt waar de Beerze Smalbroeken instroomt. Bij hoge afvoeren wordt een beperkte hoeveelheid water afgevoerd door Smalbroeken, en de overige afvoer gaat via de omleiding Heiloo. Deze Heiloo takt na Smalbroeken weer aan de Beerze aan. Naast de stuw bevindt zich een vistrap die ook dicht gezet kan worden. Door deze maatregelen is bij hoogwater er veelal ook sprake van extra opstuwning van de Beerze, waardoor Logtse Baan en de Logtse Velden extra inunderen. Deze regulering vindt vooral in de winter plaats, maar kan incidenteel ook in de zomermaanden bij extreme afvoer gebruikt worden. Tot 1994 was ook stroomafwaarts van Smalbroeken een stuw in de Beerze. Deze is vervangen door een cascade van min of meer stuwende vistrappen. Reliëf en bodem zijn in Smalbroeken heterogener dan de Logtse Velden. In het dal liggen te midden van de beekbedrinkingen veel zandopduikingen. De Heiloo draineert constant. De Beerze wisselend, afhankelijk van het beekpeil en de grondwaterstanden. Na de aanleg van de Heiloo is in Smalbroeken sinds 1950 er geen sprake meer van significante kwelstromen naar het Beerzedal. Het basenrijke grondwater kwelt alleen op in de Heiloo.

De regionale grondwaterstroming is van zuid naar noord gericht. In het beekdal in het onderzoeksgebied manifesteerde zich in de "oorspronkelijke" situatie basenrijke kwel vanuit het 1^e en 2^e watervoerende pakket. De Beerze was voornamelijk drainerend. Voor aanvang van de winning van grondwater door waterleidingmaatschappij Oost-Brabant was de stijghoogte van het ondiepe watervoerende pakket in de Logtse Velden en Smalbroeken NAP + 8 à 9 m. In het bijzonder in de Logtse Velden en Smalbroeken manifesteerde zich dit in een kwelsituatie in het beekdal. Het stijghoogteverschil was minimaal 0,50 m. In de huidige situatie werkt de Beerze in de winter voornamelijk drainerend op de omgeving en in de zomer vindt infiltratie plaats.

Het Kempisch plateau en de Kempen zijn de belangrijkste infiltratiegebieden van het diepe systeem. Het geïnfiltreerde water kan tot in de diepe watervoerende pakketten stromen. Het merendeel van het water uit het diepe pakket kwelt op in het rivierengebied ten noorden van 's-Hertogenbosch en Waalwijk.

De vegetatie van Logtse Velden bevat relictten van blauwgraslanden. Bij Smalbroeken wijst de vroegere vegetatie er op dat in dit gebied overstrooming een belangrijke factor was voor het in stand houden van basenrijke omstandigheden. Daarnaast zorgde lokale kwel en/of stagnatie voor voedselarme standplaatsen.

2.2 Kader pilot

De Beerze is representatief voor de huidige situatie in veel Brabantse beekdalen: er is sprake van een waterkwantiteitsprobleem, en (tijdelijke) berging van het beekwater in natuurgebieden stuit op problemen, met name vanwege de (eutrofe) waterkwaliteit. Tegelijkertijd speelt verdroging een rol. De pilot Beerze ligt in het traject Logtse Baan-Logtse Velden-Smalbroeken.

- Logtse Baan (gelegen tussen Viermannekesbrug en de Logtse Baan): In 1999/2000 is overstroomingsvlakte de Logtse Baan aangelegd om overtollig beekwater op te kunnen vangen. Dit retentiebekken staat voor een groot deel van het jaar (ong. 100 dagen/jaar) gedeeltelijk onder water, en inundeert volledig bij hoge afvoeren van de Beerze. Dit gebied wordt gekenmerkt als natuurontwikkelingsgebied (natuurdoeltype structuurrijk grasland). Door het eutrofe beekwater ontwikkelen zich hier met name eutrofe plantensoorten als Pitus. Doordat er een groot deel van het jaar water staat is de Logtse Baan een aantrekkelijk gebied voor vogels. Een neven doel van de overstroomingsvlakte is het reduceren van de nutriëntenbelasting: doordat het water een langere ver-

blijftijd heeft, zullen nutriënten uitzakken en het beekwater dus minder eutroof het gebied weer verlaten. Het is echter de vraag in hoeverre nutriëntgehalten daadwerkelijk (voldoende) afnemen.

- Logtse Velden (gelegen tussen de Logtse Baan en Brinksdijk): De Logtse Velden vormen een natuurgebied, dat als tweede overstromingsgebied fungeert (sinds 1989/1990). Dit gebied inundeert gemiddeld iets vaker dan eens per jaar. Voorheen schrale vegetaties zijn in de laatste decennia veruigd, vermoedelijk doordat het beekwater te lang blijft staan. Natuurdoeltypen: structuurrijk grasland en broekbos.
- Smalbroeken (vanaf Brinksdijk tot de vistrap op ong. een km voor de brug bij Lennisheuvel): Smalbroeken is een natuurgebied, waar nog enkele hectaren blauwgraslanden voorkomen. Om dit schrale ecosysteem te beschermen tegen het eutrofe beekwater, zijn begin jaren '90 kades opgeworpen en wordt in tijden van piekbelasting de stuw bij de Brinksdijk (dus bovenstrooms) omhoog gezet. Inundatie met beekwater van Smalbroeken wordt voorkomen door inzet van de Logtse Baan en de Logtse Velden, en door een omweg van het water via de Heiloo (waardoor Banisveld inundeert). Het is de vraag of overstroming van Smalbroeken helemaal voorkomen kan worden, en tegelijkertijd is het de vraag in hoeverre uitblijven van overstroming wel zo gunstig is. Verdroging en verzuring drukken op de aanwezige natuurwaarden.

In de deelstroomgebiedsvisie van Noord Brabant worden verdroging en waterkwaliteit als algemene knelpunten genoemd. Elk beheersgebied in Noord Brabant benodigt in de komende jaren een grotere oppervlakte om water op te kunnen vangen. De grootste behoefte ligt echter in het beheersgebied van waterschap De Dommel: 1680 ha voor het jaar 2015. Er wordt geschat dat in 2050 er 60 miljoen m³ geborgen zal moeten worden in het beheersgebied van waterschap De Dommel. De Logtse Baan en de Logtse Velden zijn beide ongeveer 60 ha groot, en kunnen ieder ca. 600.000 m³ water opvangen.

2.3 Problematiek en onderzoeksvragen

Problematiek

Zowel de waterbeheerder als de terreinbeheerder ondervinden knelpunten in de huidige situatie:

- De waterbeheerders moeten in tijden van piekafvoeren het water kunnen bergen, maar vinden geen mogelijkheden hiertoe omdat het beekwater te voedselrijk is.
- De terreinbeheerders ervaren dat het eutrofe beekwater leidt tot veruiging, maar aan de andere kant werkt uitblijven van overstroming (met basenrijk water) verzuring in de hand.

In het kader van het vinden van een oplossing voor een geschikte waterbergingslocatie en verbetering van de waterkwaliteit, heeft het waterschap de overstromingsvlakte Logtse Baan aangelegd. Bij zowel water- als terreinbeheerders roept een dergelijk retentiebekken vragen op:

- Het waterschap is geïnteresseerd om de mate van nutriëntenverwijdering in de overstromingsvlaktes te bepalen.
- Zorg van terreinbeheerder (NM) is dat door het aanleggen van overstromingsvlaktes weliswaar nutriënten uit het water worden verwijderd, maar dat deze zullen achterblijven in het gebied. Zo wordt de waterkwaliteit wel beter, maar vindt nog steeds veruiging van het gebied plaats (deze vraag is met name relevant voor de Logtse Velden).

Onderzoeksvragen

Algemene hoofdvraag is:

- Uitgaande van een bepaald natuurdoel, onder welke voorwaarden mag berging plaats vinden? Factoren die hierbij een rol spelen zijn waterkwaliteit, overstromingsfrequentie, -duur, -tijdstip, en -kwantiteit.

Gezien de dilemma's waar beheerders voor staan zal de waterkwaliteit het belangrijkste aandachtspunt vormen:

- Welke effecten heeft de waterkwaliteit (nutrienten, sediment) op vegetatie en fauna (gehad), in relatie tot overstromingsfrequentie, -duur en -tijdstip? Belangrijk is om inzicht te verkrijgen in waaraan de waterkwaliteit (minimaal) moet voldoen, rekening houdend met bovengenoemde factoren.

- In het licht van waterkwaliteitsverbetering: in hoeverre kunnen retentiebekkens enerzijds bijdragen aan waterkwaliteitsverbetering (oftewel: wat is de efficiëntie van nutriëntenverwijdering uit het beekwater), en anderzijds welke effecten heeft het achterblijven van sediment/nutriënten op de vegetatie ter plekke?



De Beerze



Logtse Velden



Logtse Baan



Logtse Velden

2.4 De pilot

Teneinde meer inzicht te krijgen op de onderzoeksvragen, worden hydrologie, bodem en vegetatie in de Logtse Baan, Logtse Velden en in Smalbroeken onderzocht. Hieronder volgen de parameters die gedurende de gehele onderzoeksperiode gemeten worden (2004 tot en met 2007) en de verantwoordelijke partijen:

Waterstanden, afvoer en neerslag:	Waterschap, RWS-RIZA
Grondwaterstanden en stijghoogte:	RWS-RIZA, Natuurmonumenten
Hoogteligging:	WUR, RWS-RIZA
Waterkwaliteit:	Waterschap
Grondwaterkwaliteit:	Waterschap
Bodemprofiel en sedimentafzetting:	Alterra
Vegetatie:	RWS-RIZA, Alterra
Fauna:	Natuurmonumenten

Naast deze 'standaard' metingen en -monitoring worden extra metingen verricht ten tijde van piekafvoeren en/of na afloop. Het gaat dan met name om abiotische gegevens over inundatiediepte, -duur en reikwijdte, en waterkwaliteit en sediment.

3. Resultaten 2004

Figuur 1 en tabel 1 (in Bijlage 1 uitgebreid met de oorspronkelijke codes van de verschillende partijen) geven een overzicht van de locaties waar metingen zijn verricht aan hydrologie, bodem, sediment en vegetatie. In onderstaande paragrafen zijn de verschillende onderzoeksonderdelen uitgewerkt.

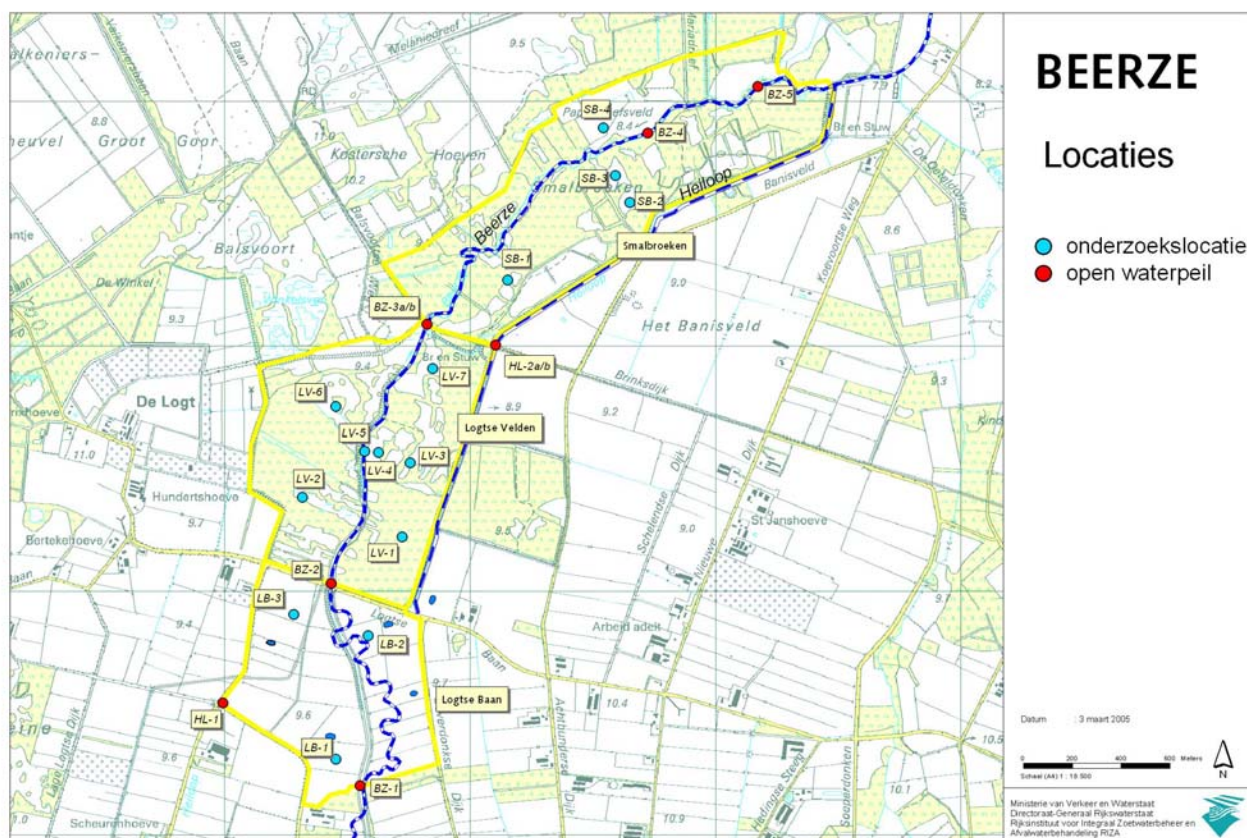


Fig. 1: Locaties van metingen aan hydrologie, sediment, bodem en vegetatie.

Tabel 1: Onderzoekscodes en -locaties; aangegeven is waar welke metingen zijn verricht.

code	locatie	water kwaliteit	water standen	water afvoer	grondw. standen	grondw. kwal.	bodem	sedi- ment	vege- tatie
LB-1	Logtse Baan zuidwest				X				
LB-2	Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven				X	X	X	X	X
LB-3	Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven				X	X	X	X	X
LV-1	Logtse Velden zuidoost				X				
LV-2	Logtse Velden zuidwest				X				
LV-3	Logtse Velden oost (verder van de beek)				X	X	X	X	X
LV-4	Logtse Velden oost (dichterbij beek)				X	X	X	X	X
LV-5	Logtse Velden midden (aan de beek)				X	X			
LV-6	Logtse Velden west				X				
LV-7	Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland				X	X	X	X	X
SB-1	Smalbroeken zuid; Meandergrasland				X	X	X	X	X
SB-2	Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland						X	X	X
SB-3	Smalbroeken oost (dichterbij beek); Blauwgrasland						X	X	X
SB-4	Smalbroeken west (Papenhoefsveld)				X	X	X	X	X
BZ-1	Beerze t.h.v. Viermannekesbrug	X	X						
BZ-2	Beerze t.h.v. (uitstroompunt) Logtse Baan	X	X						
BZ-3a	Beerze t.h.v. Brinksdijk; bovenstrooms stuw	X	X	X					
BZ-3b	Beerze t.h.v. Brinksdijk; benedenstrooms stuw		X	X					
BZ-4	Beerze t.h.v. Papenhoefs Veld		X						
BZ-5	Beerze t.h.v. Nieuwe Kamp	X	X						
HL-1	Heiloo t.h.v. Langendonksedijk/instream LB	X							
HL-2a	Heiloo t.h.v. Brinksdijk; bovenstrooms stuw			X					
HL-2b	Heiloo t.h.v. Brinksdijk; benedenstrooms stuw			X					

3.1 Hydrologie

3.1.1 Waterstanden en grondwaterstanden

Registratie grondwaterstanden en inundaties

Vanaf eind 2003 zijn grondwaterstanden en open waterpeilen op een aantal locaties geregistreerd (zie fig. 1 en tabel 1). Het peil van de Beerze is vastgelegd op het punt waar de Beerze de Logtse Velden binnenstroomt, bij de Logtse Baan (overgang Logtse Baan en Logtse Velden), Brinksdijk (overgang Logtse Velden en Smalbroeken), en benedenstrooms van het onderzoeksgebied bij Papenhoefs Veld.

Waar de grondwaterstanden worden geregistreerd, worden daarmee bij inundaties tegelijkertijd de inundatiepeilen geregistreerd. Grondwaterstanden worden op 3 locaties in de Logtse Baan, 7 in de Logtse Velden, en 2 in Smalbroeken geregistreerd. Op iedere locatie is een "normale" grondwaterstandbuis geplaatst met een filterdiepte van ongeveer 1,50 m beneden maaiveld. In de buizen is op één plek na (LV7) de grondwaterstand automatisch geregistreerd met een datalogger (Diver). De ingestelde meetfrequentie is één uur. Om te onderzoeken of er in het gebied sprake is van een verticale grondwaterstroming (infiltratie of kwel), zijn op een aantal locaties tevens ondiepere buizen van maximaal 1 m geplaatst en diepere met een filterdiepte tussen 3 en 3,5 m. De bepaling van de reikwijdte van de inundaties worden gedaan op basis van de automatisch geregistreerde peilen en op basis van veldwaarnemingen.

Peilverloop Beerze

De peilverlopen van de Beerze geven inzicht in de tijdstippen en de duur van inundaties (fig. 2). Omdat er nagenoeg altijd sprake is van stroming en de Beerze een zekere weerstand heeft, is er altijd een duidelijk verval over de verschillende gebieden. In de winterperiode, wanneer de afvoeren over het algemeen het hoogst zijn, zijn deze vervallen met name in de Logtse Baan kleiner dan in de zomerperiode. Dit wordt veroorzaakt door het ruimere natte profiel van de Beerze in de winter door de inundaties.

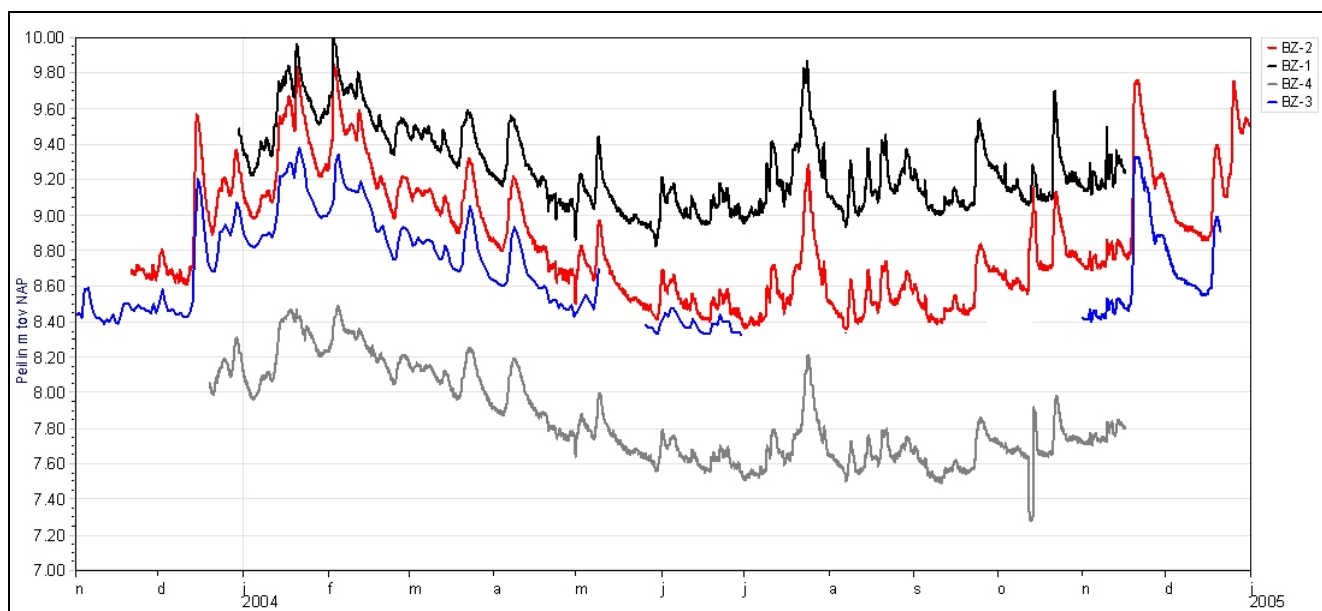


Fig. 2: Peilverlopen van de Beerze t.o.v. NAP op locaties BZ-1 (Viermannekesbrug; instroom Logtse Baan), BZ-2 (Logtse Brug; uitstroom Logtse Baan), BZ-3 (Brinksdijk; tussen Logtse Velden en Smalbroeken) en BZ-4 (Smalbroeken t.h.v. Papenhoefs Veld)

Over het algemeen is in de winterperiode het verval over de Logtse Baan 0,30 tot 0,50 m, over de Logtse Velden 0,35 tot 0,50 m, en over Smalbroeken 0,50 tot 0,80 m. Er kunnen zich incidenteel ook nog grotere vervallen instellen. Het totale verval over het onderzoeksgebied varieert gedurende de

winterperiode dan ook tussen 1,30 en 2,00 m. Gedurende een deel van de onderzoeksperiode werd de stuw in de Brinksdijk zodanig geregeld dat het water voor een deel werd omgeleid via de Heiloo. Hierdoor werd het peil in het traject door Smalbroeken verlaagd teneinde inundaties hier te voorkomen.

Als er sprake is van een significante hoeveelheid neerslag in het stroomgebied van de Beerze geeft dat een snelle reactie op de peilen. Deze pieken zijn van korte duur en de uitschieters komen gedurende de winterperiode een aantal keren voor.

(Grond)waterstanden

Evenals de gradiënt in het peil van de de Beerze is er ook sprake van een gradiënt in maaiveldhoogte van boven- naar benedenstrooms. Deze varieert globaal van NAP +10 m bovenstrooms in de Logtse Baan tot NAP +8 m benedenstrooms in Smalbroeken. Dit is dezelfde gradiënt als het maximale waterspiegelverhang van de Beerze in het gebied.

De verlopen van de grondwaterstanden/open waterpeilen zijn weergegeven in figuren 3 t/m 14. Aangegeven is op welke hoogte het maaiveld zich bevindt bij de meetlocatie, en ter verduidelijking zijn de inundatiemomenten (peil boven maaiveld) geel gemarkeerd. Tevens zijn de bovenstroomse- en benedenstroomse peilen in het betreffende deelgebied van de Beerze weergegeven.

Bij veel locaties staat het water in de winterperiode lange tijd boven het maaiveld, wat voortduurt tot laat in het voorjaar. Pas vanaf mei zakken de grondwaterstanden weer beneden het maaiveld, en zakken in de zomer vervolgens uit tot 0,50 à 0,70 m beneden maaiveld.

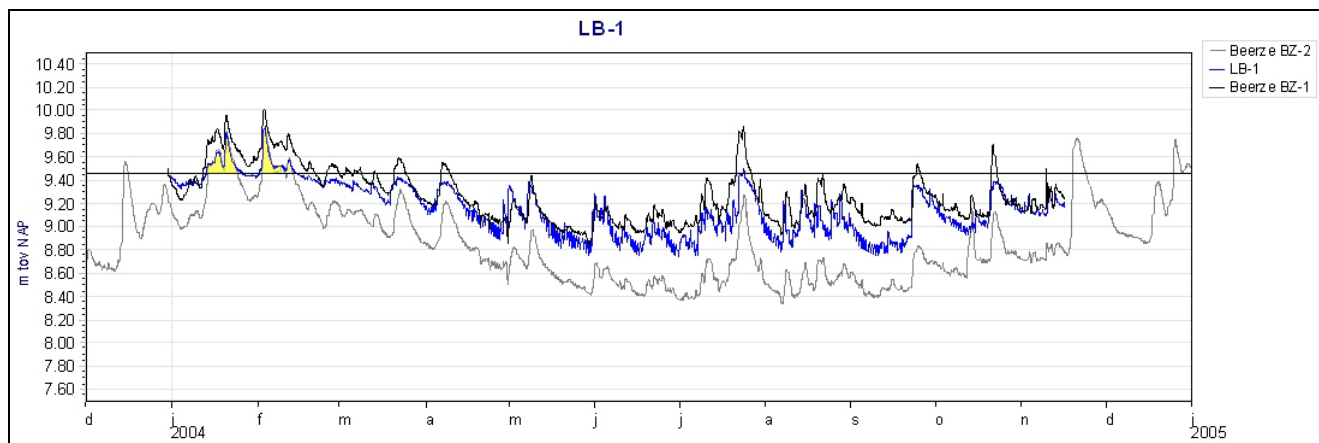


Fig. 3: Grondwaterstand- of openwaterpeilverloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LB-1

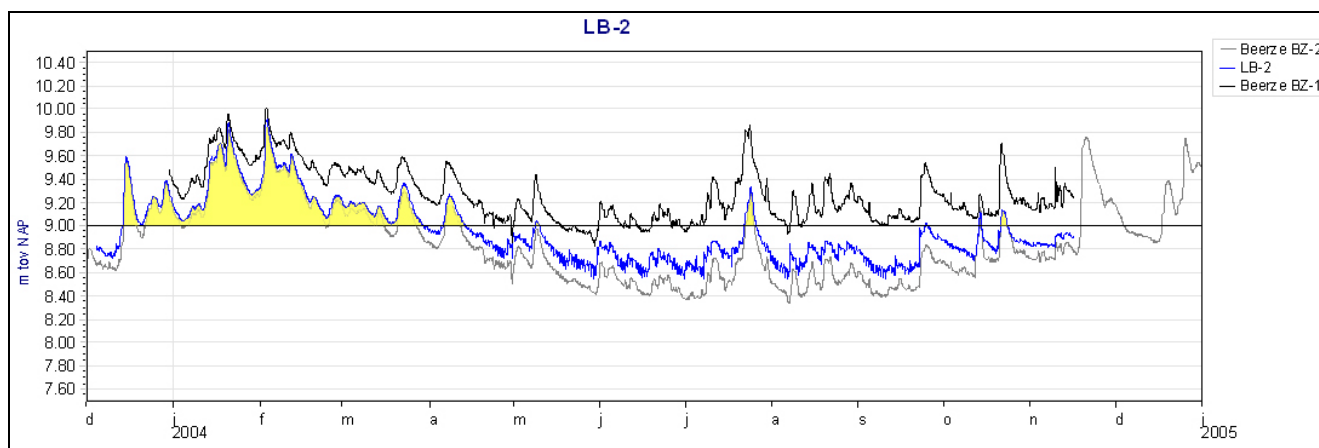


Fig. 4: Grondwaterstand- of openwaterpeilverloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LB-2

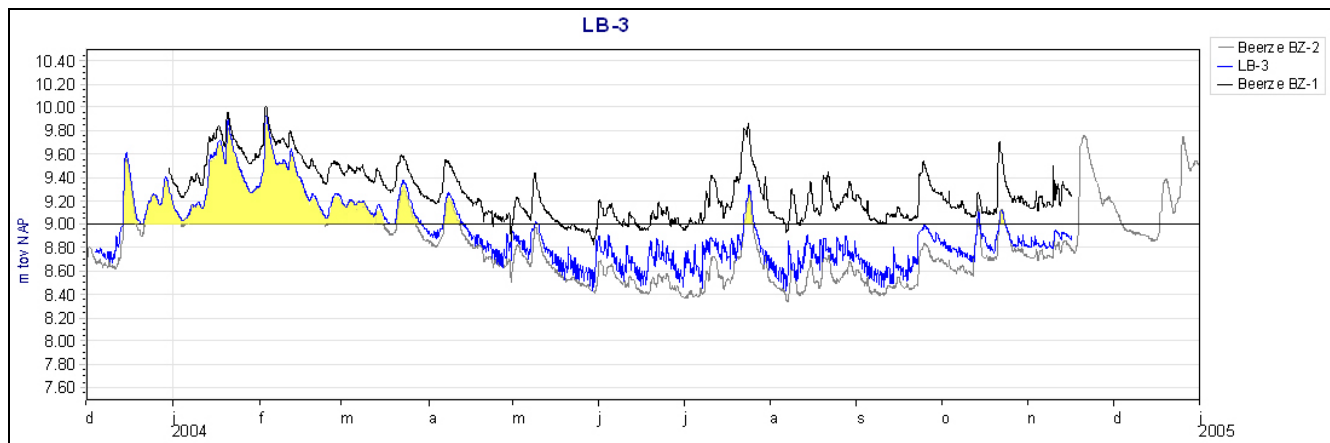


Fig. 5: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LB-3

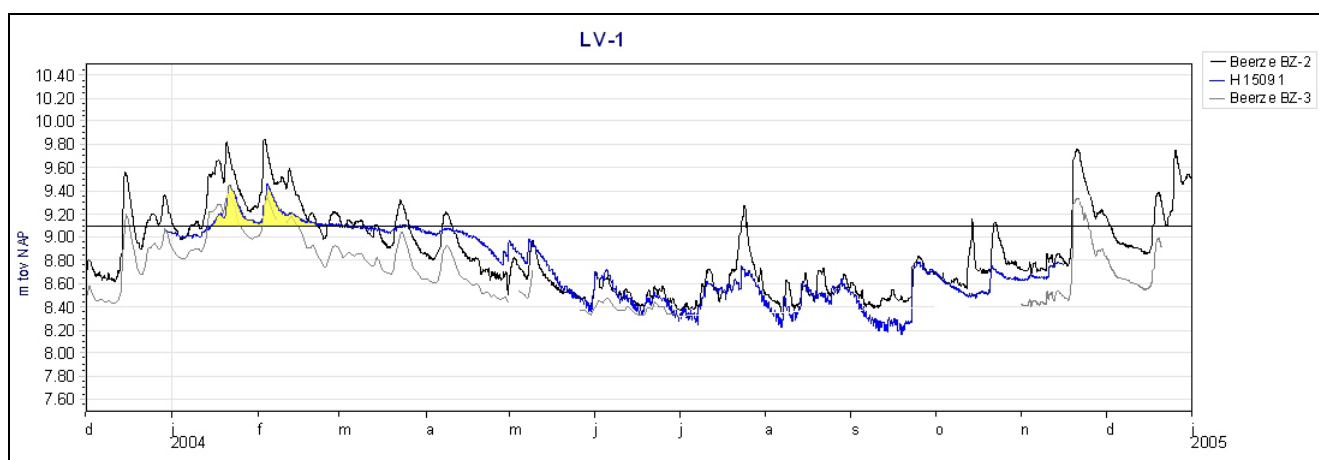


Fig. 6: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-1

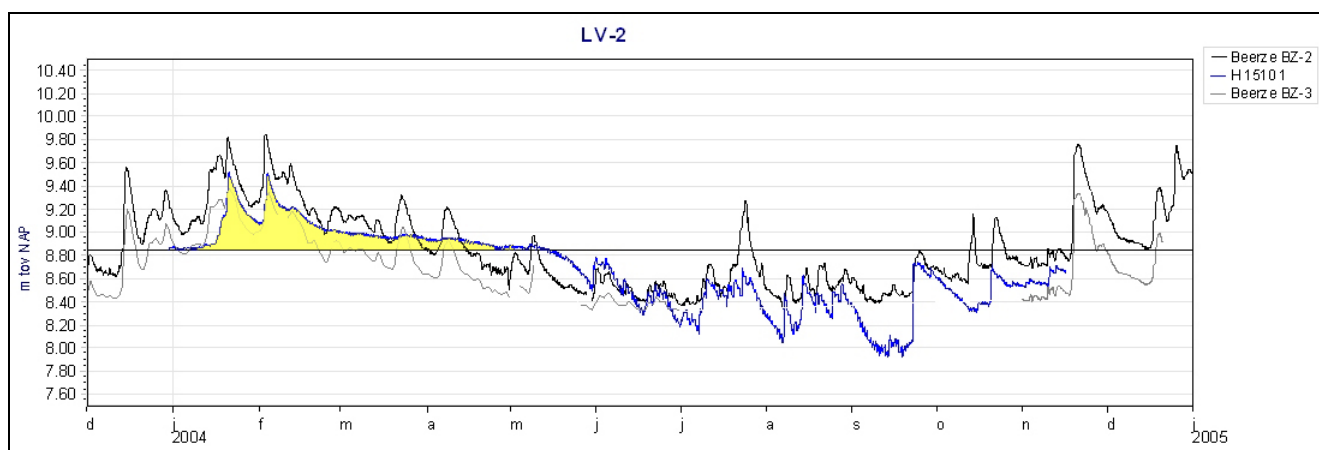


Fig. 7: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-2

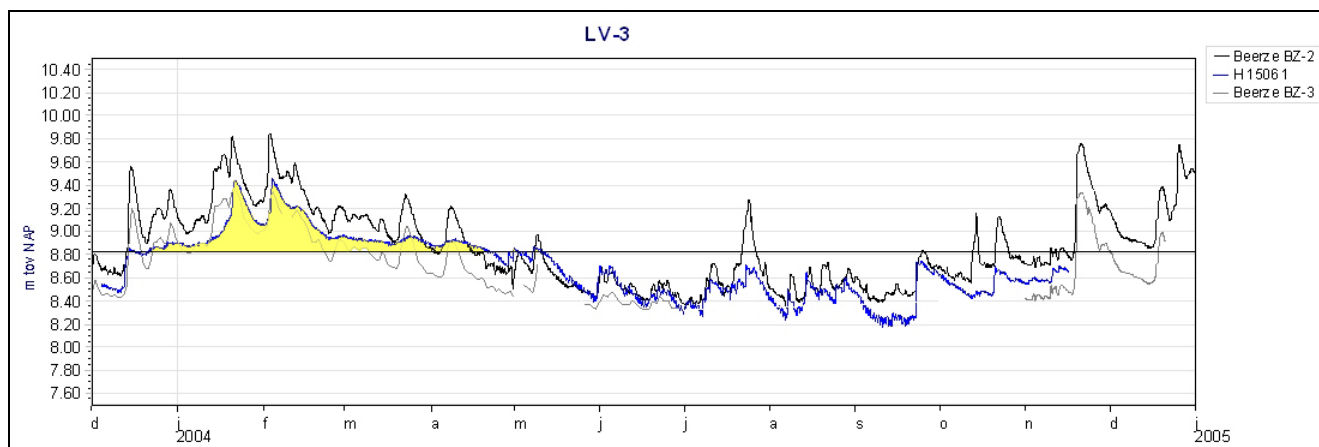


Fig. 8: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-3

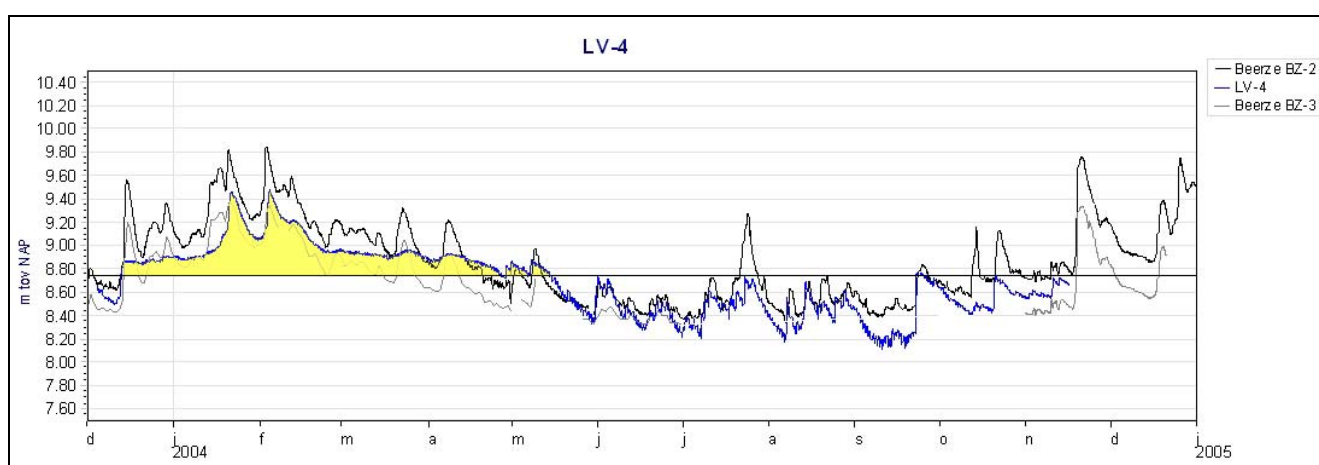


Fig. H 9: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-4

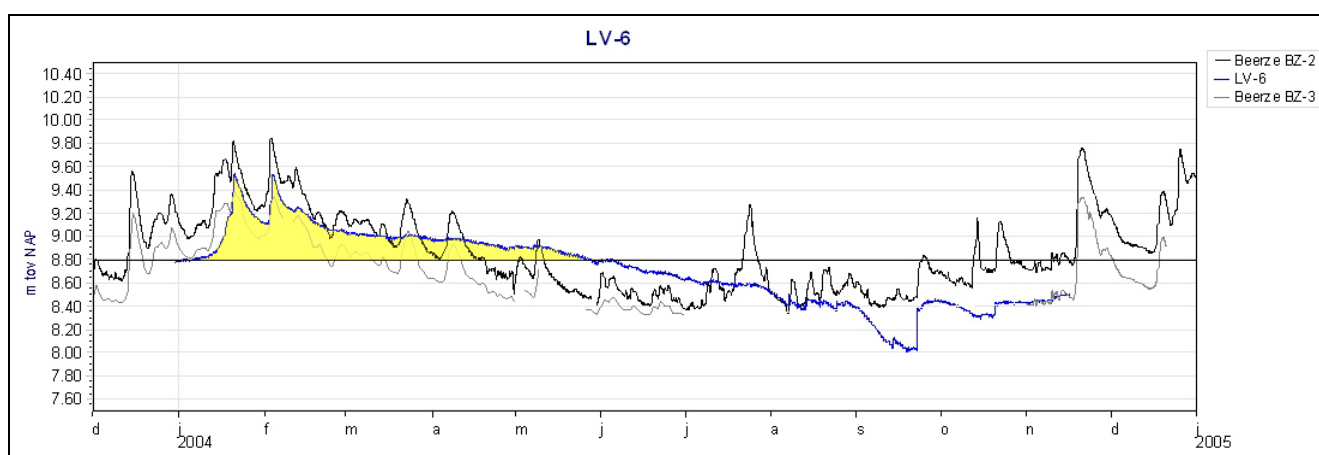


Fig. 10: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-6

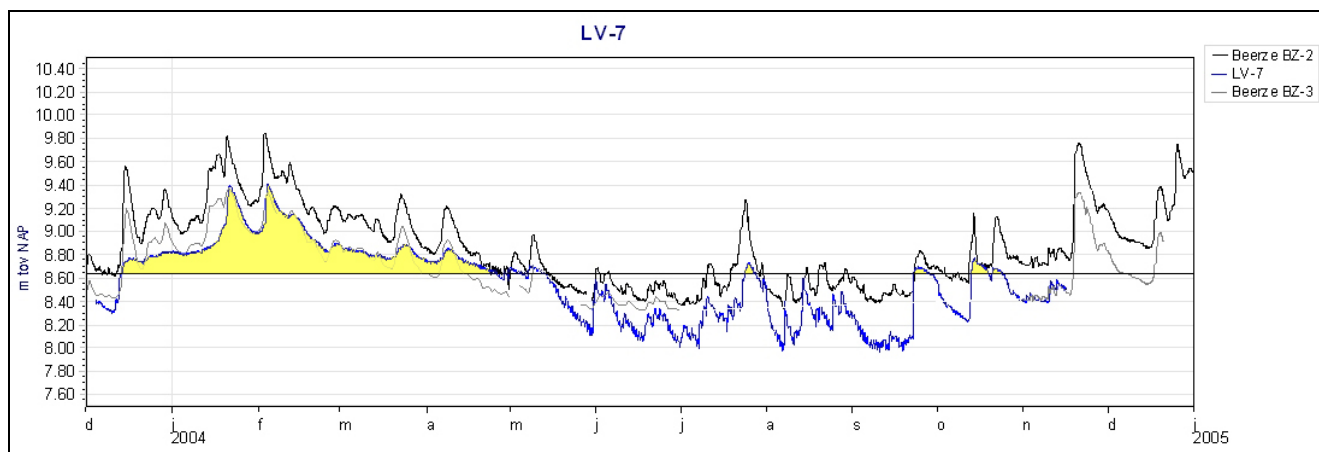


Fig. 11: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van LV-7

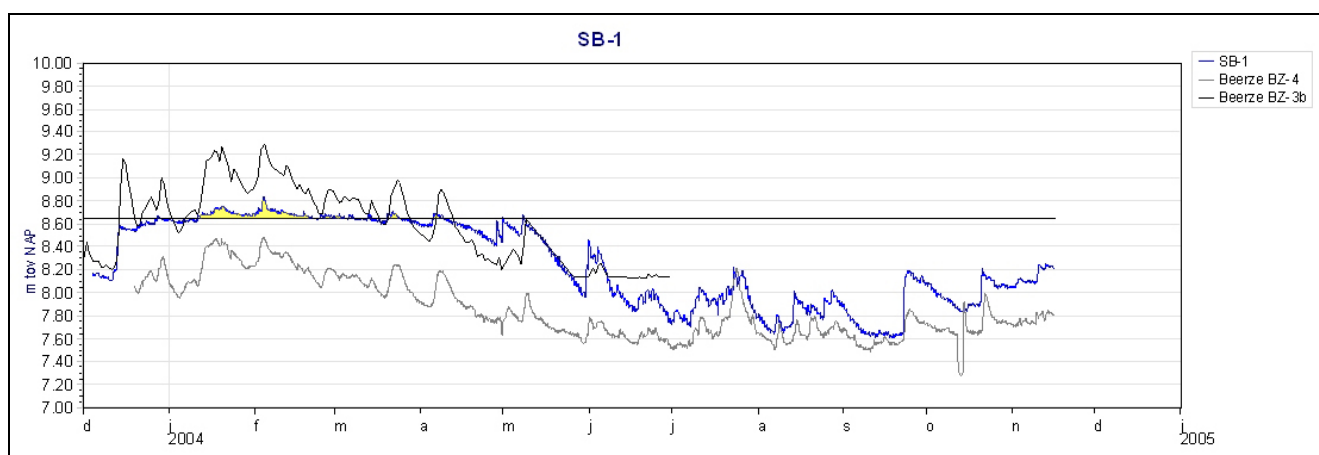


Fig. 12: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van SB-1

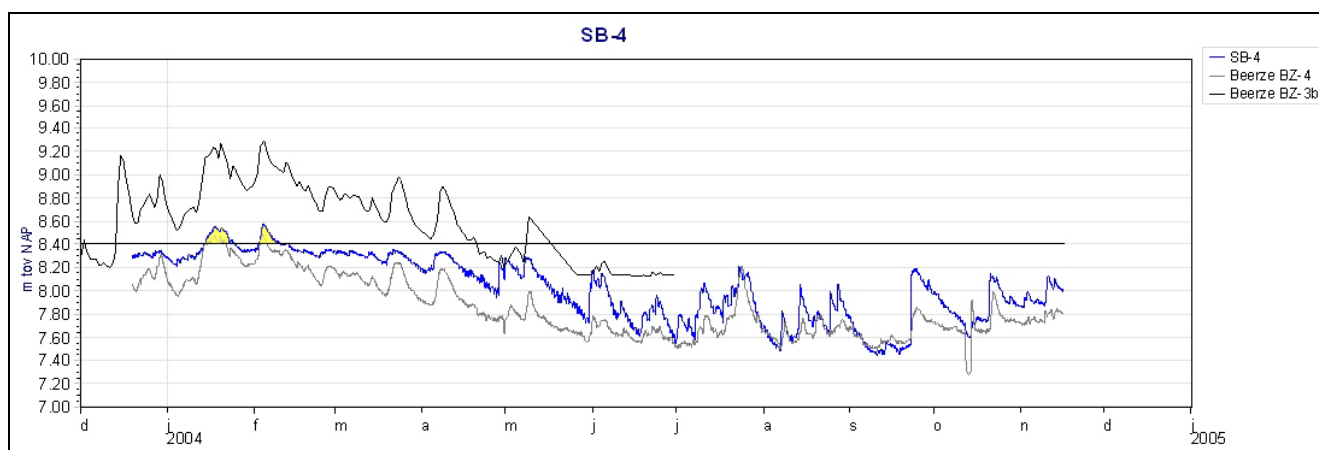


Fig. 13: Grondwaterstand- of openwaterpeil verloop in m t.o.v. NAP en inundatiemomenten van SB-4

Inundaties

Op basis van de gegevens van de winterperiode 2003-2004 en het begin van de winterperiode van eind 2004 kan het inundatieproces (globaal) in beeld worden gebracht. Echter, er moet op worden gewezen dat het hier een beschrijving betreft op basis van slechts één compleet winterseizoen.

In het begin van de winterperiode reageert het gebied snel bij de eerste afvoerpiek van de Beerze (in dit geval december 2003 en november 2004). Hierbij treedt de Beerze bij de Logtse Baan buiten zijn oevers en inundeert de Logtse Baan direct. Ook in de Logtse Velden stijgt het grondwater onmiddellijk en afhankelijk van de maaiveldhoogte is hier ook voor een groot deel sprake van water op het maaiveld. Voor een deel kan dit worden toegeschreven aan het verzamelen van neerslag in de lager gelegen beemden, maar waarschijnlijk is (gezien de grote hoeveelheden water) het belangrijkste deel afkomstig van de infiltratie vanuit de Beerze. Op een later tijdstip bij een volgende hoogwaterpiek worden de Logtse Velden ook rechtstreeks vanuit de Beerze "gevuld". Deze peilen in de Logtse Velden hebben een relatie met het Beerzepeil en de inundaties van de lagere delen houden aan tot mei, op één locatie zelfs tot juni (Logtse Velden-7). Tijdens de hoogwaterpieken in januari en februari is te zien dat, evenals in de Logtse Baan, de hoge inundatie tijdelijk is en weer uitzakt tot een lager niveau.

In het kader hieronder worden de opgetreden inundaties per meetlocatie beschreven:

Logtse Baan
LB-1. Deze locatie die in het hoger gelegen deel van de Logtse Baan ligt is slechts een deel van de winterperiode geïnundeerd, namelijk alleen tijdens "echte" pieken die kortstondig zijn. De totale inundatieduur is hier nog wel bijna 4 weken geweest. De gemiddelde diepte was met 0,10 m gering.
LB-2 en LB-3. Hier gaan de peilen nagenoeg gelijk op met het peil bij de Logtse Brug. Het verloop is grillig en zakt op diverse tijdstippen terug tot het maaiveld of er net onder. De totale inundatieduur is ongeveer 110 dagen geweest, met een diepte variërend van 0 tot 0,92 m en een gemiddelde van 0,26 m.
Logtse Velden
LV-1. Deze locatie behoort tot de hogere delen van de Logtse Velden en is dan ook meestal niet geïnundeerd. De relatief hoge ligging t.o.v. het Beerzepeil betekent dat hier gedurende 46 dagen een (aaneengesloten) inundatie is geweest met een gemiddelde diepte van 0,11 m.
LV-2. Maaiveldhoogte is vergelijkbaar met LV-3, maar heeft een wat later tijdstip waarop de inundatie start. Het peil stelt zich hier wel ongeveer 0,05 m hoger in. Dat kan het gevolg zijn van de aanzienlijk mindere weerstand bij het inunderen ten opzichte van LV-3. Inundatieduur: 134 dagen, gemiddelde diepte: 0,15 m.
LV-3. Hier is een aaneengesloten inundatie geweest van 128 dagen met een gemiddelde diepte van 0,15 m.
LV-4. Het peilverloop (t.o.v. NAP) is hier nagenoeg hetzelfde als bij LV-3, alleen door de lagere ligging van het maaiveld inundeert het hier eerder en is de inundatiediepte groter. Inundatietijd: 147 dagen, gem. diepte: 0,21 m.
LV-6. Het peilverloop (t.o.v. NAP) is hetzelfde als bij LV-2. Door de lagere ligging duurt het echter langer voordat het water tot onder het maaiveld zakt, wat resulteert in een inundatieduur van 149 dagen en een gemiddelde inundatiediepte van 0,21 m. Op deze locatie is de langste inundatie geregistreerd. Dit, ondanks het feit dat het maaiveld bij LV-7 significant lager is gelegen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de drainage bij LV-6 meer stagneert dan aan de andere zijde van de Beerze (LV-7).
LV-7. Ook hier heeft het peilverloop dezelfde trend als LV-3 en LV-4, alleen een aantal cm lager. Omdat het maaiveld relatief lager ligt dan het verschil in peil is hier een grote gemiddelde inundatiediepte van 0,22 m met een inundatieduur van 145 dagen.
Smalbroeken
SB-1. Dit hogere gedeelte van Smalbroeken staat geringe tijd onder water. De waterschijf boven het maaiveld is ook gering met gem. 0,02 m. Gedeeltelijk zal dit neerslag zijn maar ook hier kan er sprake zijn van infiltratie vanuit de Beerze. De combinatie van een hoge ligging en de aanwezige kaden langs de Beerze beperken het optreden van inundaties (inundatieduur 63 dagen).
SB-4. Ook hier is de inundatie gering door een relatief hoge ligging. De geregistreerde inundatieduur is hier 18 dagen met een gemiddelde diepte van 0,07 m.

Tabel 2: Samenvatting duur en diepte van inundaties op verschillende locaties van 1-12-2003 tot 1-6-2004

locatie	duur (dagen)	max. diepte (m)	gem. diepte (m)	st. deviatie
LB-1	27	0,41	0,1	0,09
LB-2	115	0,91	0,26	0,21
LB-3	111	0,92	0,26	0,22
LV-1	46	0,64	0,11	0,1
LV-2	134	0,67	0,15	0,15
LV-3	128	0,63	0,15	0,15
LV-4	147	0,72	0,21	0,16
LV-6	149	0,75	0,21	0,16
LV-7	145	0,77	0,22	0,17
SB-1	63	0,19	0,02	0,04
SB-4	18	0,16	0,07	0,05

De inundatie van de Logtse Baan verloopt iets grilliger dan in de Logtse Velden en het water zakt op een aantal momenten weer uit tot het maaiveld of eronder. In de lagere delen van de Logtse Velden is dat niet het geval en is sprake van een ononderbroken inundatie vanaf de start (november-december) tot ongeveer mei. Om enige ruimtelijke indruk te verkrijgen van de inundaties moeten de verzamelde gegevens vertaald worden naar het gehele gebied.

De reikwijdte van de inundaties van de Logtse Baan en de Logtse Velden is afhankelijk van het peil in de nabijgelegen Beerze. Er is echter ook een verband tussen de peilverlopen op andere locaties in het tracé. Voor een indicatieve weergave kan men daarom voor de Logtse Baan en de Logtse Velden de inundaties koppelen aan het waterpeil van de Beerze bij de Logtse brug (overgang Logtse Baan–Logtse Velden). Dit maakt het eenvoudiger om een ruimtelijke verdeling in kaart te brengen.

Omdat in het gebied duidelijke gradiënten aanwezig zijn, is dit niet heel nauwkeurig vast te stellen. Toch is hiertoe een schatting gemaakt, uitgaande van de registraties van peilen, veldwaarnemingen tijdens inundaties, het hoogtebestand van Nederland (5 m grid) en aanvullende hoogtemetingen van de meetlocaties en uitgebreide hoogtemeting van het maaiveld van het oostelijke gedeelte van de Beerze in de Logtse Baan (gegevens M. Riksen).

Met de beschikbare gegevens kunnen indicatieve ruimtelijke verdelingen worden gegeven van de inundaties op verschillende momenten. Voor de Logtse Baan zijn de gegevens het meest betrouwbaar en duidelijk, terwijl voor de Logtse Velden er wel op basis van waarnemingen een goede inschatting kan worden gemaakt maar nadere verificatie is gewenst. Voor Smalbroeken zijn voornamelijk waarnemingen gedaan in Papenhoefs Veld en ter plaatse van SB-1. De inundaties in het overige deel van Smalbroeken is een globale inschatting op basis van incidentele waarnemingen van de beheerder en globale hoogtegegevens.

In de volgende overzichten is dan ook ter indicatie weergegeven wat de ruimtelijke verdeling van de inundaties is geweest van 1 december 2003 tot 1 juni 2004. Het aantal dagen van inundatie is aangegeven, waarbij naast de winterperiode ook het aantal dagen in de zomerperiode en gedurende het gehele jaar (1 december 2003 tot 1 december 2004) is weergegeven. De aangegeven inundatietijden zijn afhankelijk van de momenten van inventarisatie en werkmethode. Benadrukt wordt nogmaals dat het hier om een eerste aanzet gaat. Vervolgmetingen zijn nodig om beter inzicht te verkrijgen in de ruimtelijke verdeling van inundaties.

Onderstaande kaartjes (fig. 14 t/m 16) zijn gemaakt na een kalibratie van veldwaarnemingen aan het peil bij de Logtse brug (BZ-2). Er is hierbij rekening gehouden met het gemiddelde opgetreden verhang over de verschillende gebieden. Er is dus uitgegaan van een relatie tussen het peil van de Beerze bij de Logtse brug en het waterpeil boven het maaiveld op de verschillende plekken in de gebieden. Deze zijn zo mogelijk gecorrigeerd met behulp van de waarnemingen van de peilen op de onderzoekslocaties. Het middengebied van Smalbroeken is niet meegenomen omdat hier te weinig gegevens van bekend zijn.

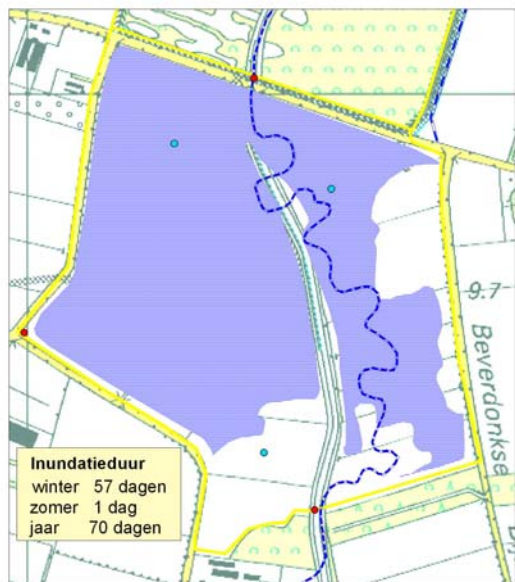


Fig. 14: Logtse Baan: geschatte reikwijdte van inundatie, met bijbehorende inundatieduur tijdens winter, zomer en het gehele jaar (1 december 2003 - 1 december 2004).

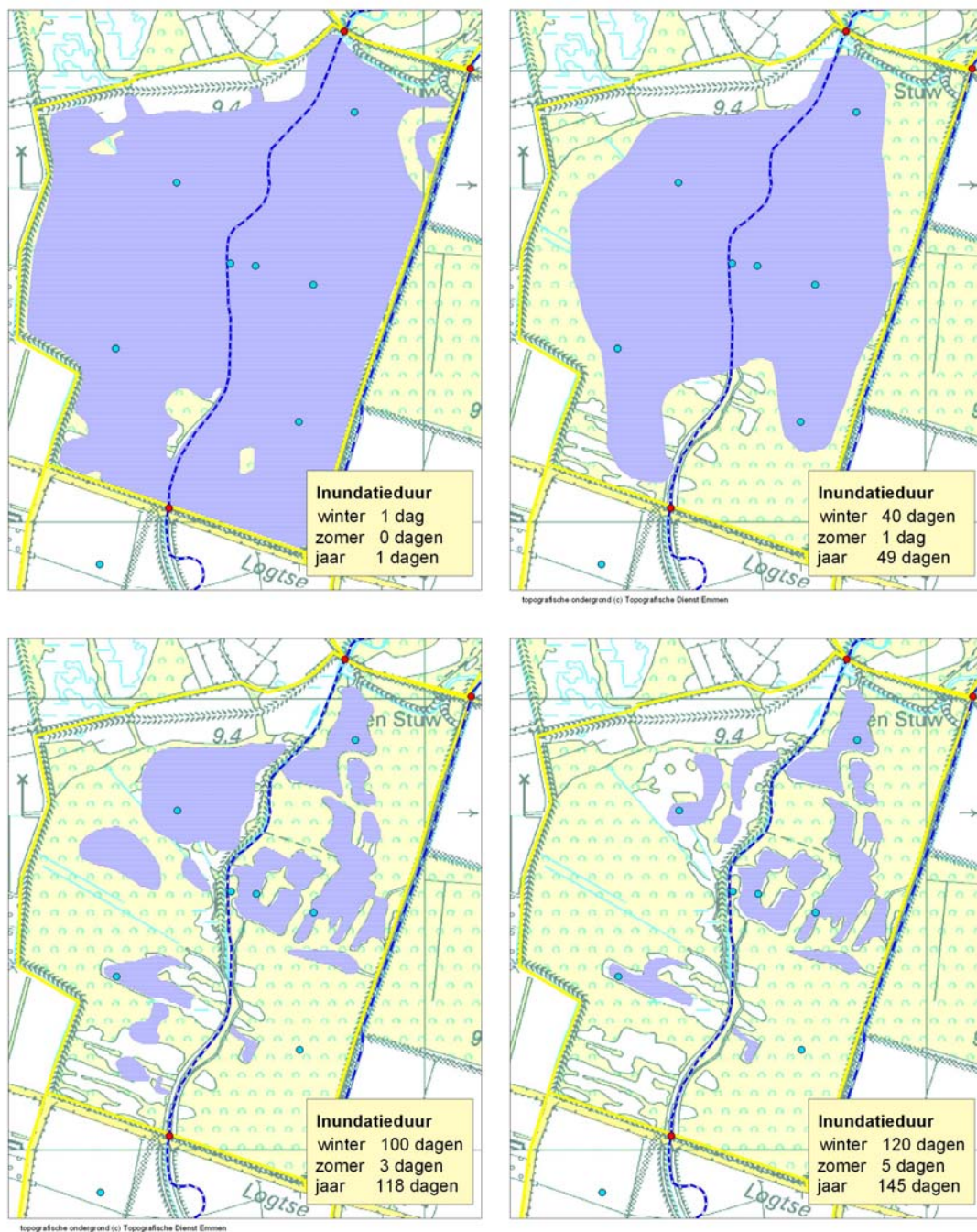


Fig. 15: Logtse Velden: geschatte reikwijdte van inundatie, met bijbehorende inundatieduur tijdens winter, zomer en het gehele jaar (1 december 2003 - 1 december 2004).

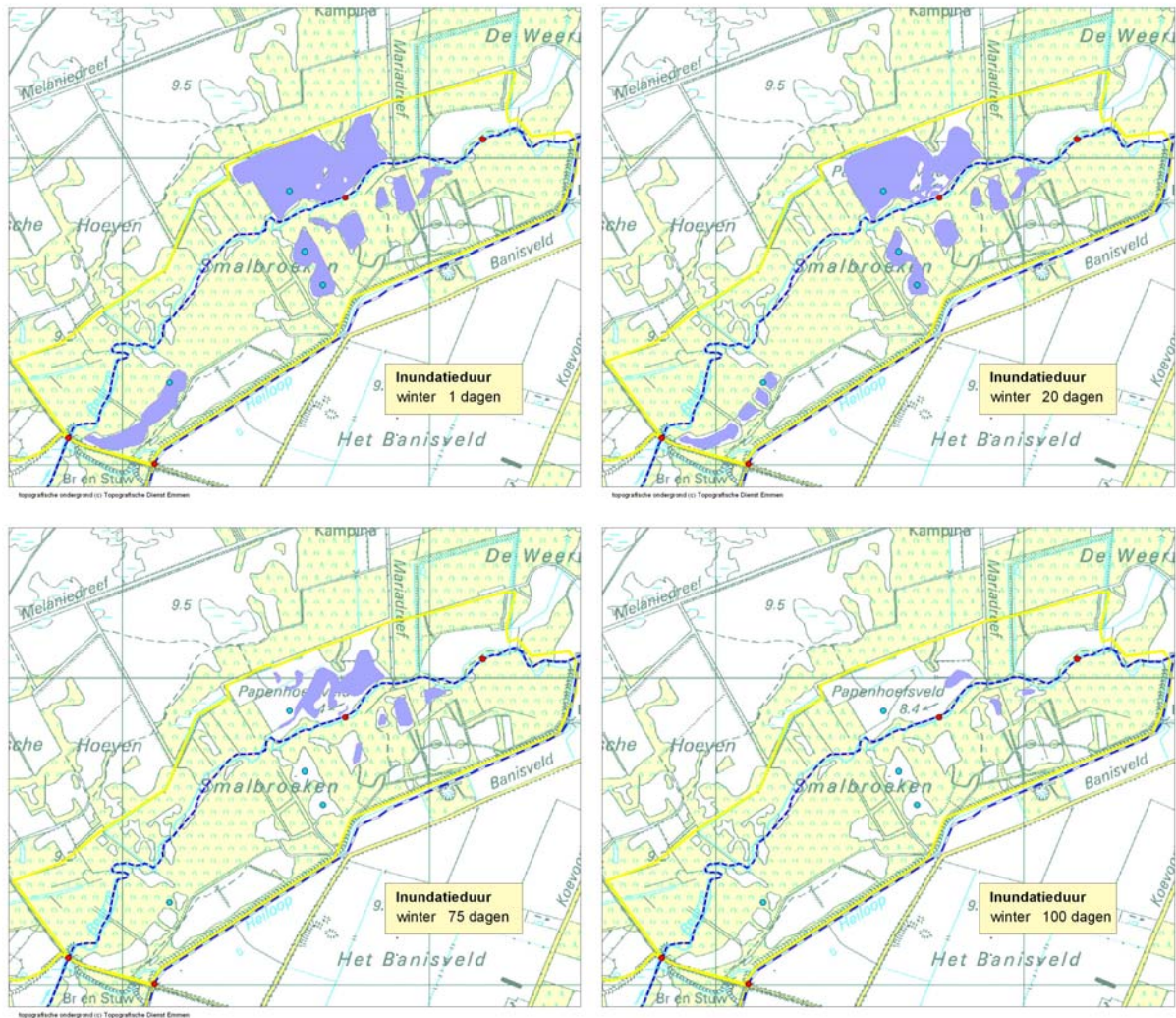


Fig. 16: Smalbroeken: geschatte reikwijdte van inundatie, met bijbehorende inundatieduur tijdens winter, zomer en het gehele jaar (1 december 2003 - 1 december 2004). NB: Het middengebied van Smalbroeken is niet meegenomen omdat hier te weinig gegevens van bekend zijn.

3.1.2 Kwaliteit oppervlaktewater en grondwater

Oppervlaktewaterkwaliteit

Meetlocaties

Er zijn 5 meetpunten waar de oppervlaktewaterkwaliteit wordt gemonitord, waarvan er 4 in de Beerze en 1 in de Heilooop gelegen zijn (zie fig. 1 en tabel 1).

Parameters

Van de voorgestelde parameters (zie projectplan) zijn cadmium en gloeirest komen te vervallen. De eerste omdat deze geen belangrijk probleem lijkt te vormen in de Beerze, de tweede omdat voorkomende gehalten zo laag zijn dat de foutenmarge groter bleek dan de uitkomsten. Verder is vanwege een misverstand nitraat niet gemeten tot november 2004. Inmiddels is deze fout (per november) hersteld. De volgende parameters zijn geanalyseerd:

pH, (NO₃), NH₄, P_{totaal}, SO₄, Cl, Fe, Zn, Ni, EGV, zwevend stof

Reguliere meetfrequentie

In de periode mei tot en met september worden de 5 meetpunten 1x per maand gemonitord. In de periode oktober tot en met april worden de 5 meetpunten 2x per maand gemonitord (deze hogere frequentie is vanaf maart aangehouden).

Metingen tijdens hoogwater

Tijdens piekafvoeren vinden er andere processen plaats dan buiten deze periode. Daarom is het van belang om tijdens hoge afvoeren de waterkwaliteit intensiever te monitoren.

Uitgegaan is van de volgende (voorlopige) richtlijn van overstromingsgrenzen: er is sprake van overstroming wanneer de Logtse Velden aan de oostkant van de Beerze overstromen. Dit gebeurt als het peil bovenstrooms van de stuw bij Brinksdijk NAP +9.45 m bereikt. De overstroming is ten einde wanneer de waterstand bij de stuw aan de Brinksdijk NAP +9.00 m onderschrijft.

De praktijk zal uitwijzen of het nodig is deze grenzen aan te passen. Verwachting is dat een 'overstroming' 1 à 2 keer per jaar voorkomt.

Als er sprake is van overstroming, dienen elk etmaal monsters te worden genomen. Indien van tevoren een sterk vermoeden bestaat dat dit peil bereikt gaat worden, en er is sprake van een 'first flush' (juist dan wordt verwacht dat de waterkwaliteit sterk zal veranderen), is het gewenst om dan al, voordat het peil van NAP +9.45 m bereikt wordt, te bemonsteren (dit zal in de praktijk lastig in te schatten zijn).

De incidentele bemonstering is ten einde wanneer het peil NAP +9.00 m bereikt. Indien het peil langer dan een week hoog blijft, wordt de meetfrequentie teruggebracht naar eens per week, totdat het waterpeil onder NAP +9.00 m komt. De exacte benodigde hoeveelheid monsternames kan eventueel in de loop van het project (op basis van de praktijksituatie) aangepast worden.

Op moment van schrijven van deze rapportage zijn er nog geen hoogwatergebeurtenissen volledig gemonitord. Wel is er een incidentele meting gedaan op 22 januari 2004, dit was op een moment dat de overstromingsvlakten Logtse Baan en Logtse Velden waren geïnundeerd. Naderhand bleek dat de dag vóór deze meting de hoogste afvoer in de Beerze voor het eerste halfjaar van 2004 werd genoteerd. Verwacht wordt dat in de winter 2004-2005 de eerste monitoringreeks van hoogwater zal gaan plaatsvinden.

Resultaten

De samenstelling van het Beerzewater varieert in de loop van de tijd (fig. 17 t/m 25). Er zijn geen duidelijke trends waarneembaar wat betreft de nutriënten. Orthofosfaatgehalten variëren over het jaar terwijl sulfaatconcentraties stabiel blijven of een lichte daling laten zien. Hetzelfde geldt voor ammonium.

De zwevendstofgehalten lijken stabiel maar vertonen incidenteel pieken. Opvallend is de zeer hoge piek op 22 februari 2004 bij BZ-1. Dit bleek de dag te zijn nadat de hoogste afvoer in de Beerze voor het eerste halfjaar van 2004 werd genoteerd. Opmerkelijk is dat op de stroomafwaarts gelegen plekken deze piek niet te zien was. Mogelijk heeft het zwevend stof zich grotendeels afgezet in de Logtse Baan.

Chloride en het hieraan gerelateerde elektrisch geleidend vermogen variëren nauwelijks over het jaar. Opvallend is dat de metaalconcentraties sterk afnemen vanaf het begin van het jaar en in de tweede helft van het jaar stabiel laag blijven.

Over het geheel genomen lijkt de waterkwaliteit vooral variabel wanneer de waterafvoer hoog is, namelijk in de winter en het voorjaar. Echter, hierop worden ook uitzonderingen gevormd, met name in het geval van zwevend stof en fosfaat.

Ruimtelijk gezien treedt ook enige variatie op (fig. 17 t/m 25). Opvallend is dat het water bij de Heiloo, op het punt waar de Heiloo de Beerze inloopt, heel anders is van samenstelling dan de Beerze zelf. Ten opzichte van HL-1 is het water stroomopwaarts (BZ-1) redelijk vergelijkbaar met het water stroomafwaarts (BZ-2, BZ-3, BZ-5). Bij HL-1 zijn de concentraties fosfaat en ammonium hoger dan in de Beerze, terwijl sulfaat, chloride en EGV-waarden lager zijn. IJzergehalten zijn hoger, en zink en met name nikkelconcentraties zijn lager dan in de Beerze. Deze resultaten lijken aan te wijzen dat het water in de Heiloo van andere origine is dan dat van de Beerze, en dat de Heiloo weinig invloed heeft op de waterkwaliteit van de Beerze. Echter, meer metingen (met name tijdens hoogwater) zijn nodig om dit te toetsen; mogelijk heeft de Heiloo tijdens hoge waterafvoeren wel een aantoonbare invloed op de Beerze.

Een ander punt dat afwijkt van de andere Beerze-metpunten vormt BZ-3. Omdat deze afwijking zich alleen in de eerste vijf maanden van het jaar voordoet, juist de periode met hoge afvoer, wordt vermoed dat daarmee een verband bestaat. Mogelijk dat de meetlocatie, net bovenstrooms van de stuw op de Brinksdijk, meer turbulentie kent. Een kleine wijziging aan meetlocatie moet uitwijzen of de resultaten ook dan blijven afwijken.

Het zwevendstof geeft geen duidelijk beeld ruimtelijk gezien. Meer metingen moeten uitwijzen in hoeverre de aanvoer van zwevend stof verandert (met name) tijdens hoogwater, zowel temporeel (tijdens een piek) als ruimtelijk gezien (verschil tussen meetlocaties).

Vergeleken met de grenswaarden die zijn afgeleid ten behoeve van de KRW voor type R5 (zwakstromende middenloop/benedenloop op zand) (Heinis et al. 2004) wordt de norm voor orthofosfaat (0.07 mg P/l) niet overschreden, dit geldt ook voor ammonium (1,0 mg N/L). De norm voor chloride (20 mg /L) wordt wel overschreden behalve in de Heiloo waar de waarde rond de norm ligt. Voor sulfaat kan geen uitspraak worden gedaan (geen norm) en nitraat is niet gemeten. Afgaande op de vergelijking met de (vrij strenge!) KRW R5 normen zijn de waarden in de Beerze dus niet hoog.

Van de gemeten metalen in het oppervlaktewater blijkt met name nikkel in zeer hoge concentraties voor te komen in de Beerze (gehele jaar ver boven de MTR: 6.3 µg/L). De aanwezigheid van nikkel heeft een natuurlijke oorzaak, namelijk opkwellend diep grondwater dat ijzer- en nikkelhoudend is. Ook zinkgehalten liggen tot april ver boven de MTR (40 µg/L).

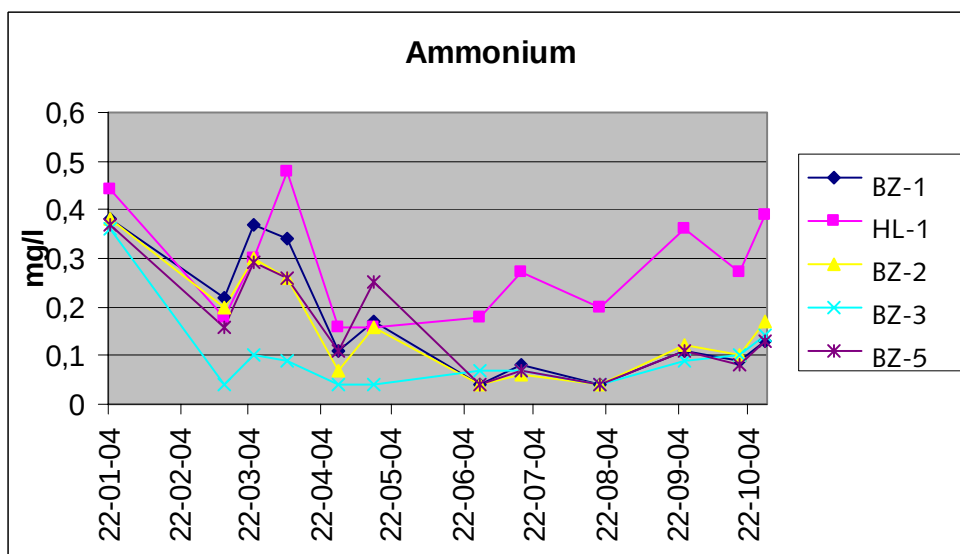
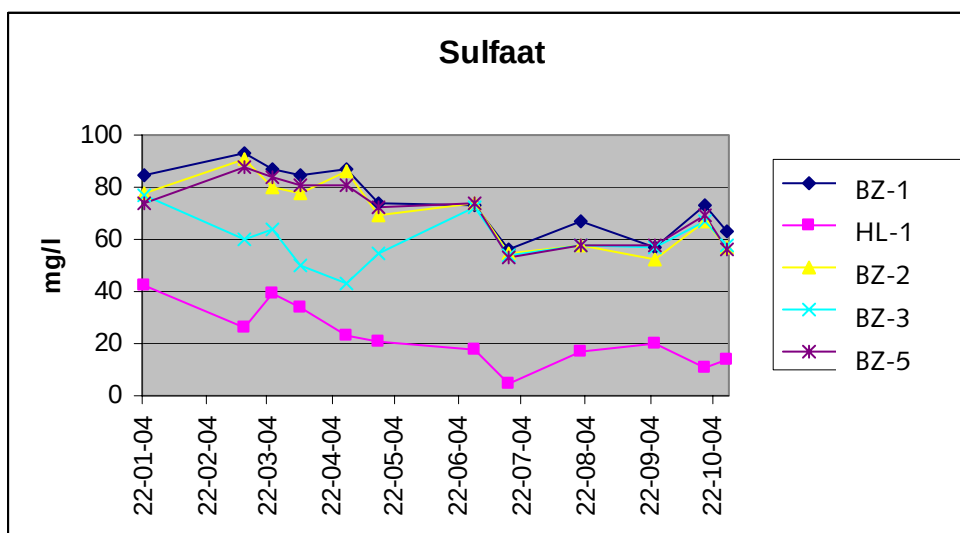
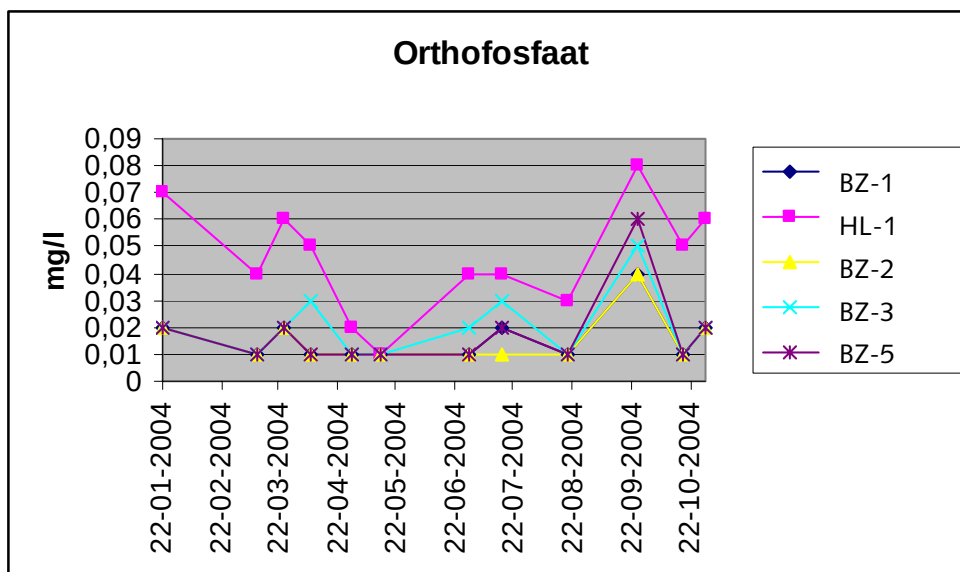


Fig. 17-19: Concentraties orthofosfaat, sulfaat en ammonium op vijf locaties in de Beerze (BZ-1: Viermannekes-brug/instroompunt Logtse Baan; BZ-2: uitstroompunt Logtse Baan; BZ-3: bovenstrooms stuw Brinksdijk/uitstroompunt Logtse Velden; BZ-5: uitstroompunt Smalbroeken) en Heiloo (HL-1: Heiloo/instroompunt Logtse Baan).

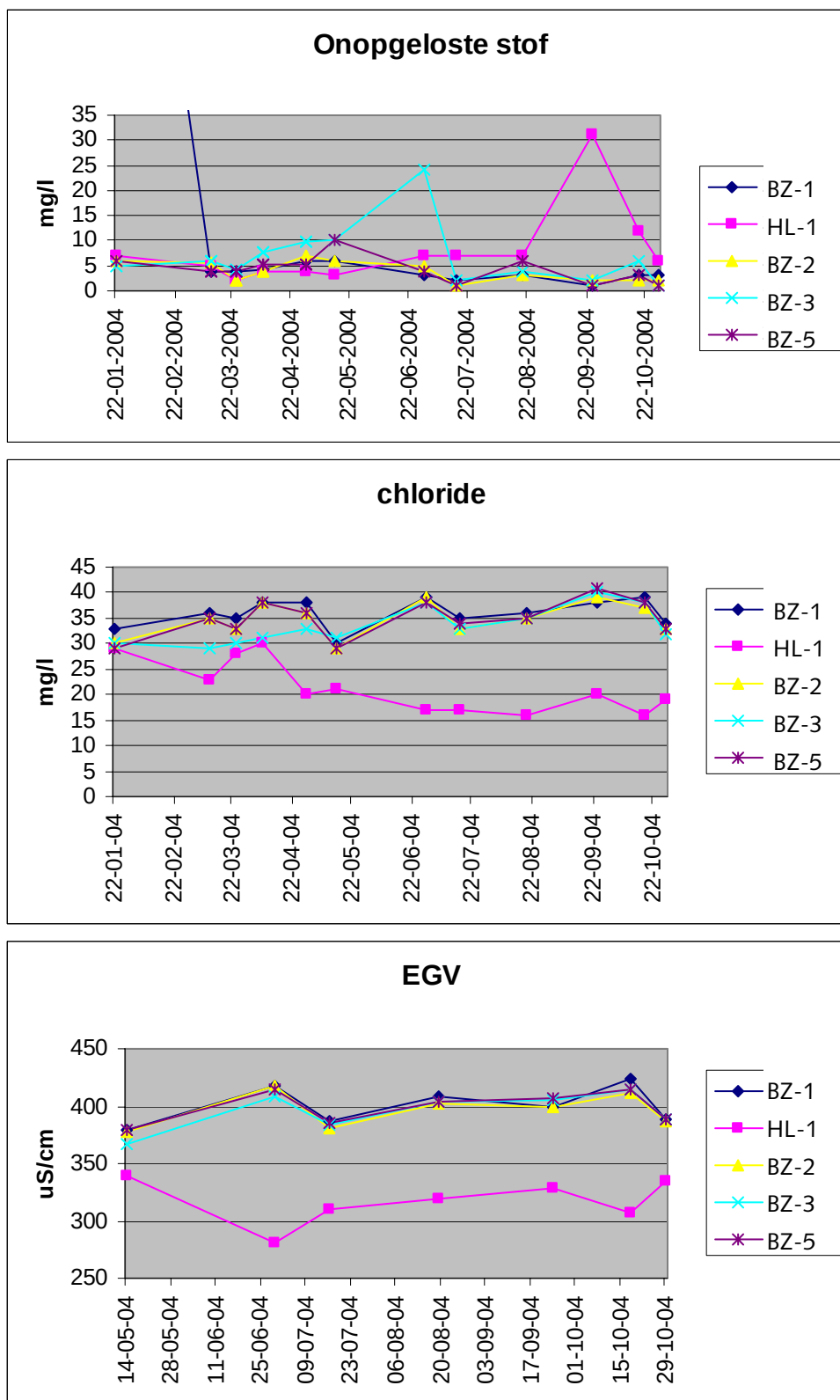


Fig. 20-22: Concentraties zwevend stof en chloride en elektrisch geleidend vermogen op vijf locaties in de Beerze (BZ-1: Viermannekesbrug/instroompunt Logtse Baan; BZ-2: uitstroompunt Logtse Baan; BZ-3: bovenstrooms tuw Brinksdijk/uitstroompunt Logtse Velden; BZ-5: uitstroompunt Smalbroeken) en Heiloo (HL-1: Heiloo/instroompunt Logtse Baan).

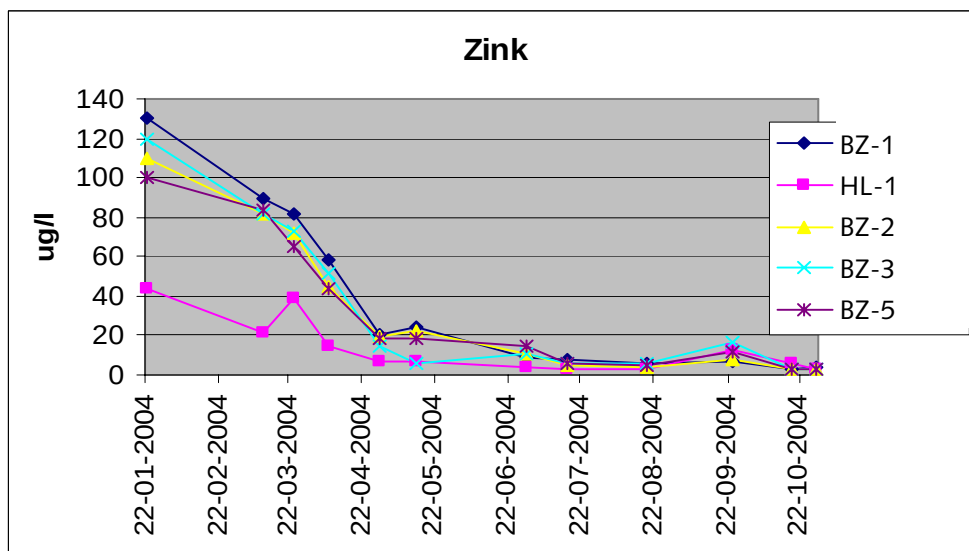
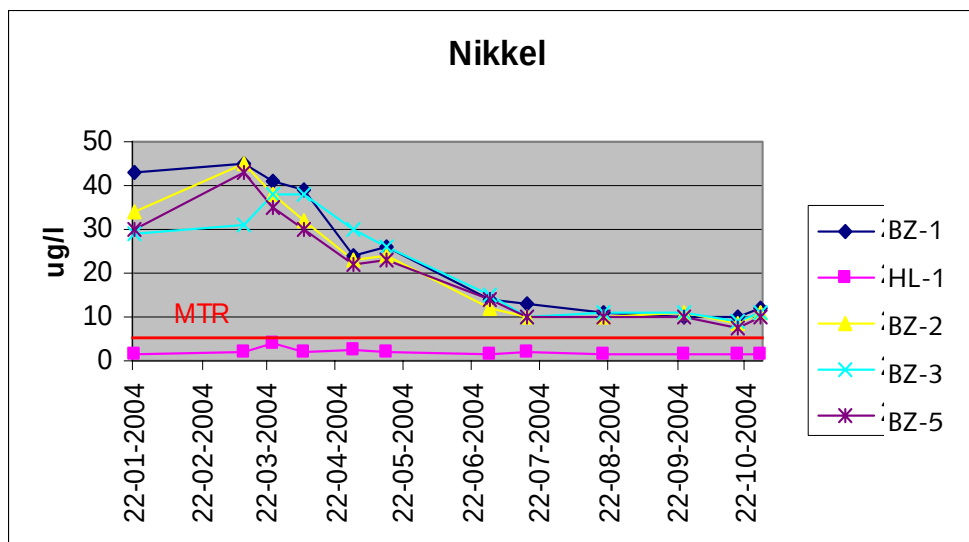
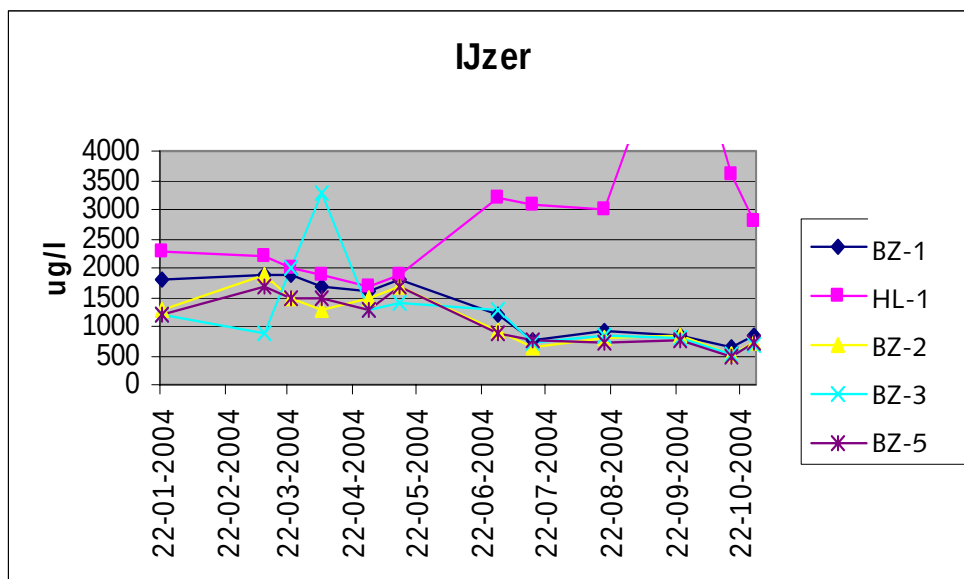


Fig. 23-25: Concentraties ijzer, nikkel en zink op vijf locaties in de Beerze (BZ-1: Viermannekesbrug/instroompunt Logtse Baan; BZ-2: uitstroompunt Logtse Baan; BZ-3: bovenstrooms tuw Brinksdijk/uitstroompunt Logtse Velden; BZ-5: uitstroompunt Smalbroeken) en Heiloo (HL-1: Heiloo/instroompunt Logtse Baan).

Grondwaterkwaliteit

Methode

Op 12 locaties zijn peilbuizen geplaatst om de grondwaterpeilen en (deels) de grondwaterkwaliteit te monitoren. Op 8 locaties worden één of twee peilbuizen bemonsterd op één of drie meter diepte. De peilbuizen liggen in de Logtse Baan, Logtse Velden en in de Smalbroeken (zie Figuur 1 en Tabel 1).

In 2004 is eenmalig de grondwaterkwaliteit in het projectgebied bepaald.

Bemonstering van het grondwater heeft in augustus 2004 plaatsgevonden. Mede door dit tijdstip konden de 'ondiepe' peilbuizen (1 m diep) op locatie LV-5, SB-1 en SB-4 niet bemonsterd worden omdat er te weinig water in de peilbuis stond. De diepe peilbuis bij SB-4 (3 m diep) kon niet bemonsterd worden in verband met modder in de peilbuis.

Resultaten

Het water dat in de Logtse Velden op het maaiveld stagneert is deels afkomstig van neerslag, deels van infiltratie vanuit de Beerze en deels door rechtstreekse overstroming vanuit de Beerze (zie 3.1.1). Het water blijft lang staan doordat het door een aflopend maaiveld vanaf de beek niet meer via de Beerze afgevoerd kan worden. In 2004 bleef er water op het maaiveld staan tot mei-juni, wat het freatisch grondwater qua waterkwaliteit beïnvloed zal hebben.

Uit de resultaten van het grondwaterkwaliteitsonderzoek blijkt dat er geen relatie lijkt te zijn tussen de ligging of diepte van de grondwaterpeilbuizen (1 of 3 meter diepte) (fig. 26 t/m 39). Er is niet één locatie waar consequent significante afwijkingen zijn gevonden. Opvallende uitschieters zijn een relatief hoge fosforconcentratie bij SB-4, en een relatief hoge sulfaatconcentratie bij LV-4. Op de locatie LV-4 werd dieper (3 m) ook een relatief hoge cadmiumconcentratie gemeten (factor 20 boven de streefwaarde). Ook zink en nikkel overschreden hier de streefwaarde. Opvallend is dat het grondwater op een nabij, maar direct aan de beek gelegen, meetpunt (LV-5) lage metaalgehalten bevat.

Tabel 2.5: Gemeten concentraties in grondwater in het Beerze gebied en Landelijke Streefwaarden Grondwater. Rood: (vrijwel) overall overschrijding streefwaarde; oranje: overschrijding streefwaarde op één of meer van de meetpunten.

Stof	Landelijke Streefwaarde (opgelost)	Concentratie (range) Beerze 2004
Kalium (mg/L)	-	1.8-10
Magnesium (mg/L)	-	4-11
Natrium (mg/L)	-	5-30
Calcium (mg/L)	-	30-130
Bicarbonaat (mg/L)	-	40-350
Nitraat (mg N/l)	11,3	<0.05
Fosfaat totaal (mg P/l)	0.3	0.1 – 4.0
Sulfaat (mg/L)	150	20-300
Ammonium (mg N/L)	1.0	0.25-1.0
Chloride (mg/L)	100	4-40
Cadmium (µg/L)	0.06	0.1 – 1.2
Nikkel (µg/L)	2.1	2-70
Zink (µg/L)	24	1-420

Over het geheel genomen is het grondwater op de meeste locaties hoog belast met nikkel (fig. 37). Nikkel komt van nature in verhoogde concentraties in dit gebied voor. Zink, wat in het sediment de normen overschrijdt, wordt in het grondwater op enkele plekken fors boven de streefwaarde aange-

troffen, maar op andere plekken zijn de waarden veel lager (fig. 38). Het is niet duidelijk waarom de doordringing van zink naar het grondwater zo sterk varieert per locatie.

Ammonium (fig. 34) en nitraat (niet in figuur; waarden onder detectiegrens) blijven onder de streefwaarde wat aangeeft dat weinig meststoffen van de oppervlakte doordringen naar het grondwater. Dit was ook de verwachting omdat het studiegebied al lange tijd niet meer bemest is of zelfs nooit bemest is geweest. Hoge gehalten aan ammonium en nitraat zijn bijna altijd afkomstig van (verhoogde) mestgiften en waarschijnlijk zelden of nooit door eutrofiëring via inundatie. Wel kan bemesting van buiten het gebied in bijzondere gevallen, via het grondwater, doordringen naar het naastgelegen gebied. Dergelijk processen gaan echter uiterst traag. Het studiegebied ligt ingeklemd tussen gebieden met intensieve landbouw. Eutrofiëring via het oppervlaktewater is veel waarschijnlijker dan via het grondwater. Toch worden in enkele gevallen verhoogde sulfaat- en fosforconcentraties gemeten in het grondwater, wat vooralsnog niet te verklaren is. Het betreft hier overigens enkelvoudige metingen, mogelijk is er in sommige gevallen iets fout gegaan bij de monsternamen.

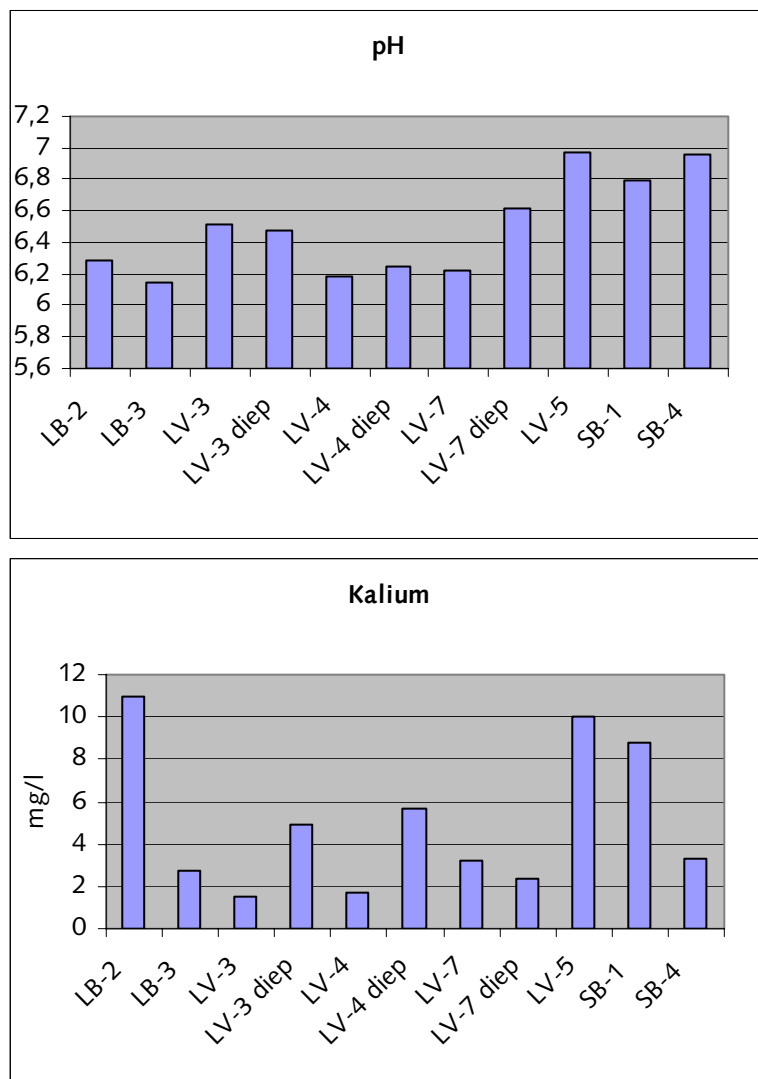


Fig. 26-27: pH en kaliumconcentratie in grondwater op acht locaties op 1 m diepte en drie locaties op 3 m diepte.

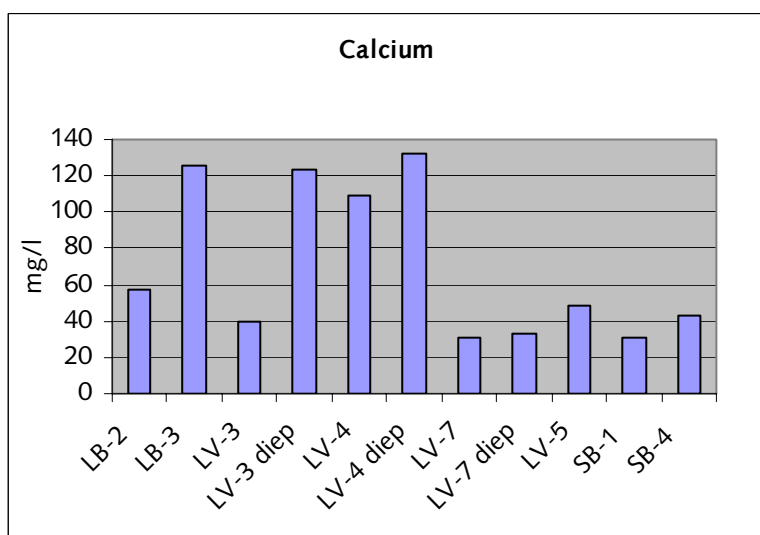
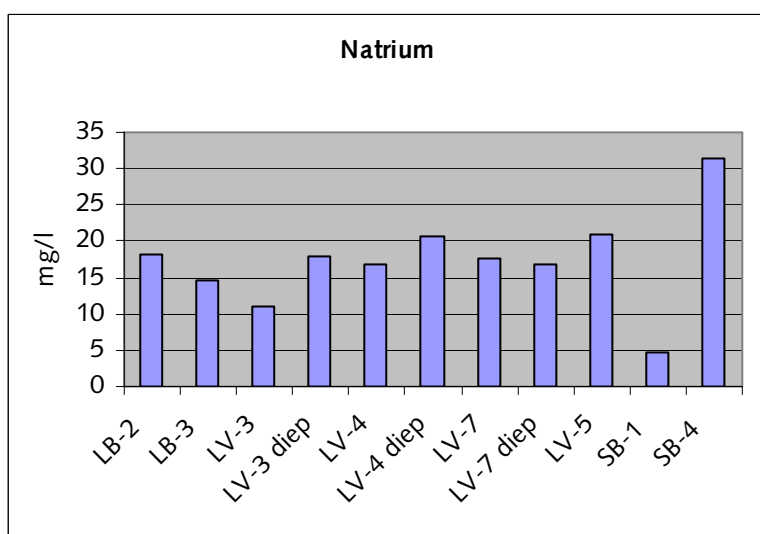
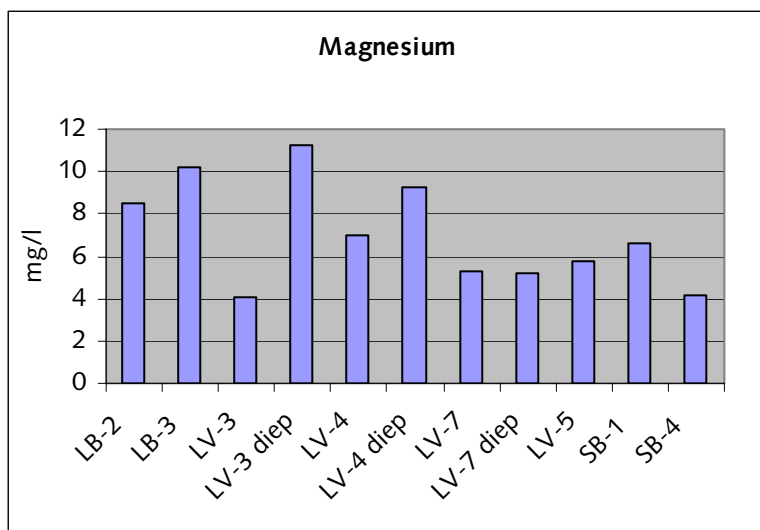


Fig. 28-30: Concentraties magnesium, natrium en calcium in grondwater op acht locaties op 1 m diepte en drie locaties op 3 m diepte.

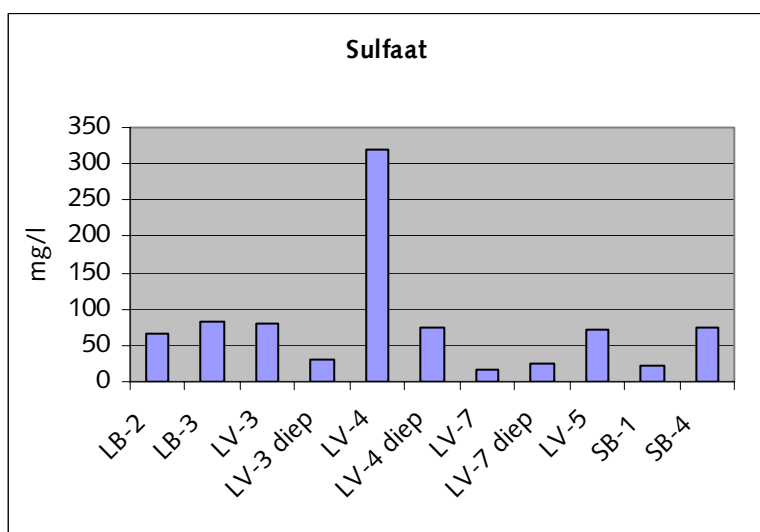
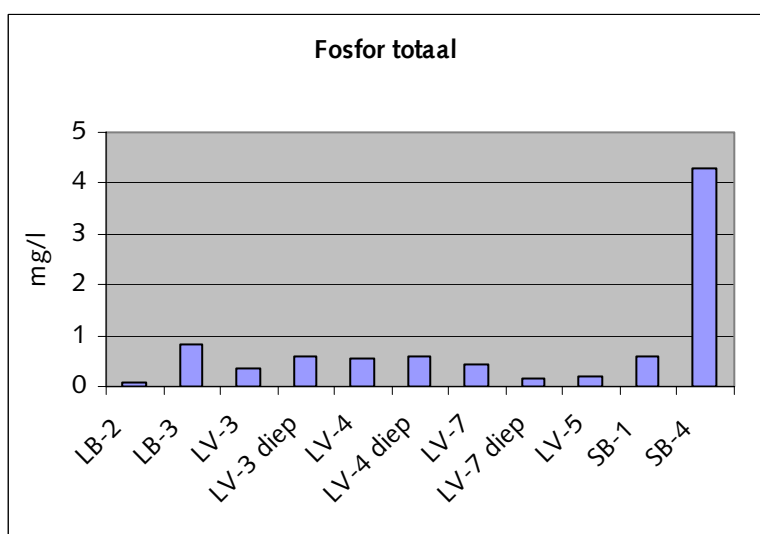
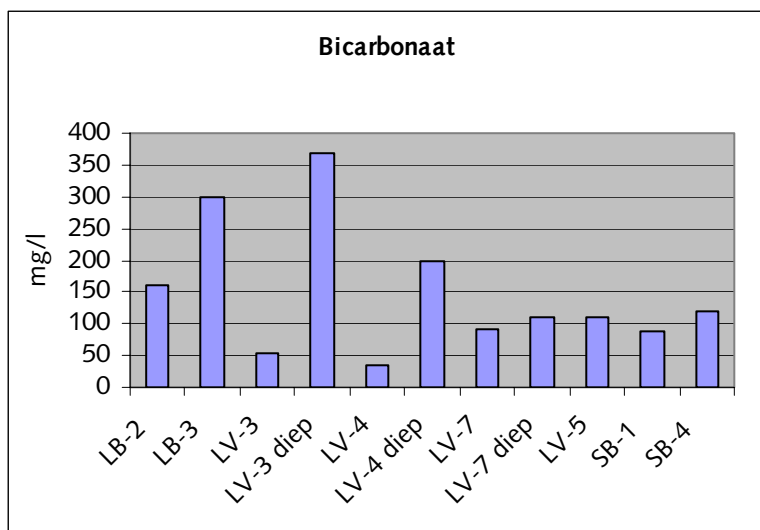


Fig. 31-33: Concentraties bicarbonaat, fosfor (totaal) en sulfaat in grondwater op acht locaties op 1 m diepte en drie locaties op 3 m diepte.

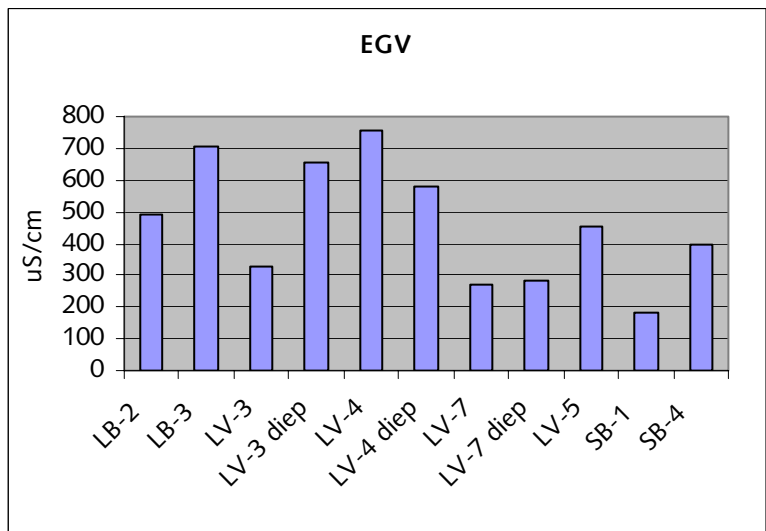
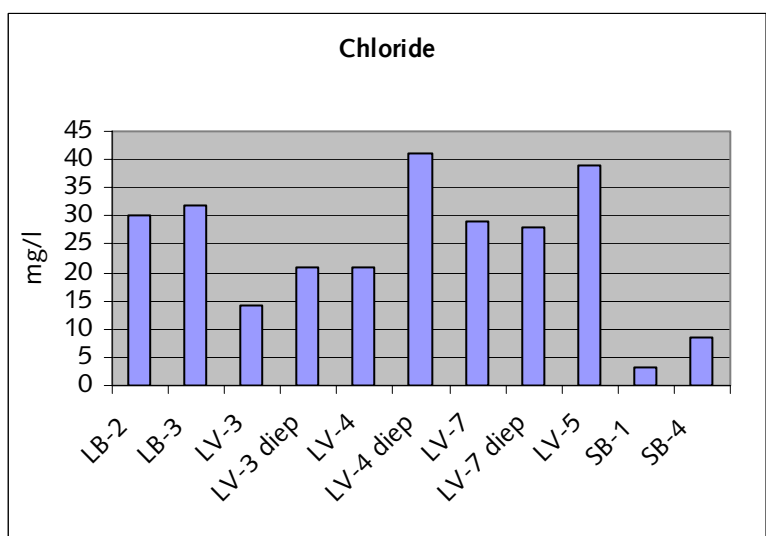
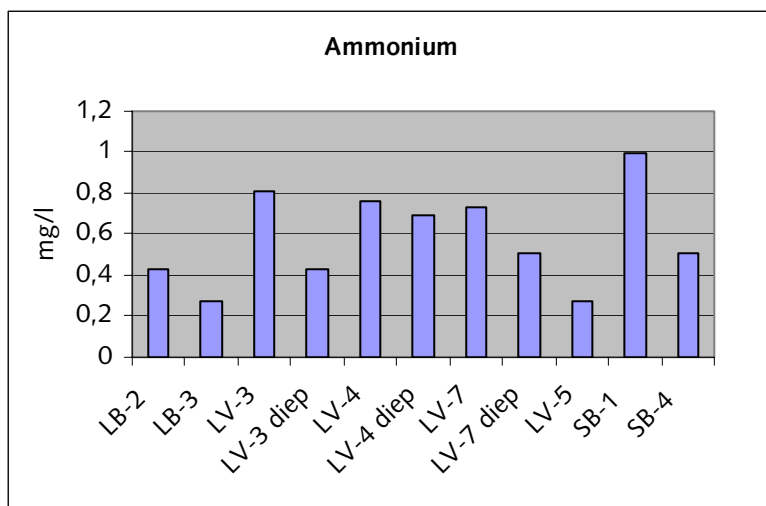


Fig. 34-36: Concentraties ammonium en chloride, en elektrisch geleidend vermogen in grondwater op acht locaties op 1 m diepte en drie locaties op 3 m diepte.

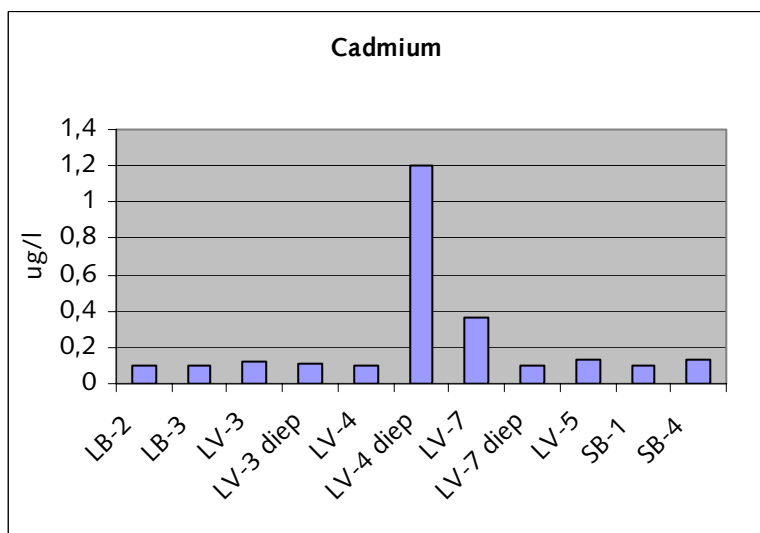
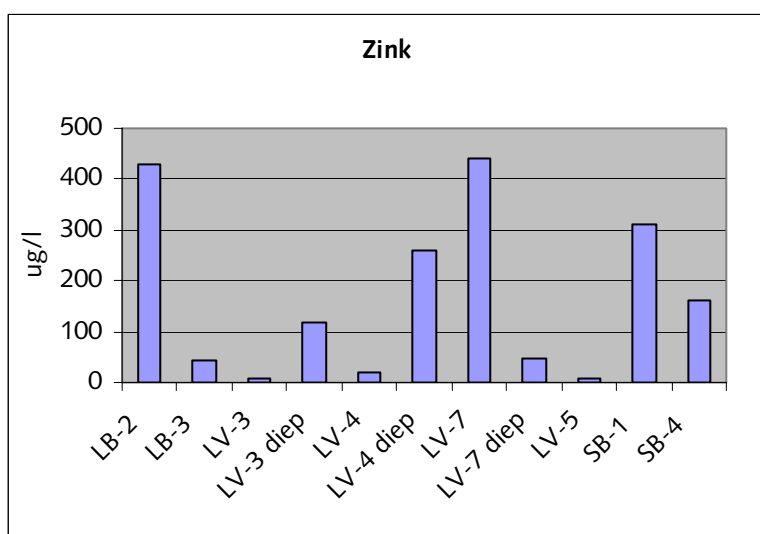
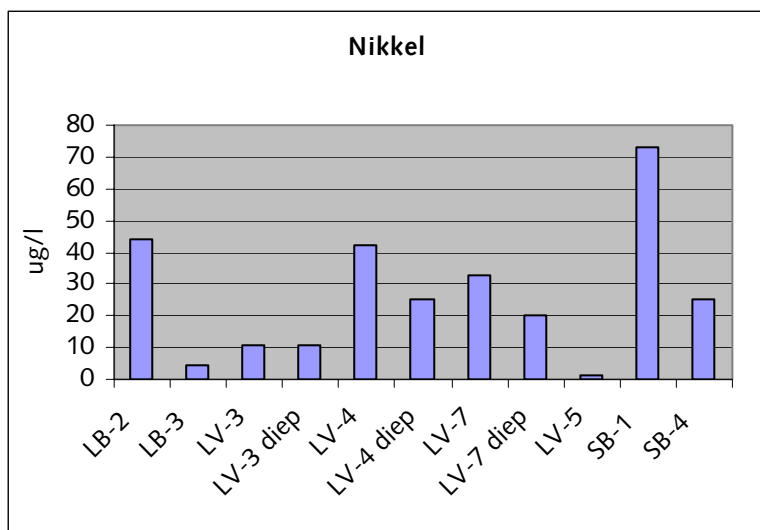


Fig. 37-39: Concentraties nikkel, zink en cadmium in grondwater op acht locaties op 1 m diepte en drie locaties op 3 m diepte.

3.2 Bodem en sediment

Bodemopbouw en samenstelling

Een algemene beschrijving van de bodem is opgenomen in Bijlage 2.

In april en juni is per locatie de bodemlaag (0-15 cm) bemonsterd en geanalyseerd. De bodem is gedroogd onder een geforceerde luchtstroom <40°C. Van de bodem zijn de korrelgrootte fractie, organische stof, totale en beschikbare hoeveelheden stikstof, fosfaat en metalen (cadmium (Cd), koper (Cu) en zink (Zn)) bepaald.

Tabel 3: Korrelgrootteverdeling van de bodem (0-15 cm diepte)

code omschrijving	organisch stof	lutum (<2µm)	silt (2-50µm)	zand (>50µm)
	%	%	%	%
LB-2 Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven	10,4			
LB-3 Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven	0,9			
LV-3 Logtse Velden oost (verder van de beek)	31,7	11,3	26,8	30,2
LV-4 Logtse Velden oost (dichterbij beek)	18,3	13,2	54,5	14,1
LV-7 Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	8,4	5,3	13,3	73,0
SB-1 Smalbroeken zuid; Meandergrasland	12,2	7,9	23,6	56,3
SB-2 Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	11,6	7,3	31,5	49,7
SB-3 Smalbroeken oost (dichterbij beek); Blauwgrasland	10,5	11,7	28,6	49,2
SB-4 Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	7,3	5,1	17,4	70,3

De locaties variëren in percentage organische stof, lutum, silt en zand (zie tabel 3). Maximale percentages organische stof (32%) is gevonden in de bodem in de Logtse Velden en het verst gelegen ten opzichte van de beek. Het laagste percentage organische stof is gemeten in de diep afgegraven (30 cm) bodem in de Logtse Baan. Het hoogste percentage lutum, wat een indicatie is voor sedimentatie, is gevonden in beide locaties in de Logtse Velden, zowel dicht bij de Beerze als er wat verder van af. Ook in één van de blauwgraslanden in Smalbroeken (SB-3) zijn hoge lutum gehalten gemeten.

Tabel 4: Bodemanalyse: pH-KCl, de totale hoeveelheden stikstof (N), kalium (K), fosfor (P), koper (Cu), cadmium (Cd) en zink (Zn).

code omschrijving	pH-KCl	N-tot	K-tot	P-tot	Cd	Cu	Zn
		g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
LB-2 Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven	5,5	4,1	1493	863	0	11	135
LB-3 Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven	6,2	0,3	504	132	0	0	15
LV-3 Logtse Velden oost (verder van de beek)	4,1	9,4	2145	1469	4	23	243
LV-4 Logtse Velden oost (dichterbij beek)	4,7	18,5	1490	1990	4	19	223
LV-7 Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	4,3	4,0	752	515	0	7	75
SB-1 Smalbroeken zuid; Meandergrasland	4,3	4,9	879	1386	4	7	91
SB-2 Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	4,2	2,4	377	188	0	3	23
SB-3 Smalbroeken oost (dichterbij beek); Blauwgrasland	4,2	2,5	375	386	0	3	23
SB-4 Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	4,4	3,4	500	2916	4	7	63

Nutriëntengehalten (stikstof, kalium en fosfor) in de bodem zijn het hoogst in de Logtse Velden (LV-3 en LV-4; zie tabel 4). In de blauwgraslanden van Smalbroeken (SB-2 en SB-3) zijn de laagste gehalten gemeten. Met name de totale hoeveelheden fosfor zijn laag en vergelijkbaar met de hoeveelheid die gemeten is in de bodem van de Logtse Baan, op het punt waar het het diepst afgegraven is.

Beschikbare nutriënten

De verhouding tussen stikstof en koolstof zegt iets over de mate van mineralisatie. Bij een C/N verhouding van meer dan 20 is er geen of zeer geringe stikstofmineralisatie en bij waarden < 10 is de beschikbaarheid zeer hoog. Hetzelfde geldt voor de verhouding tussen fosfor (P) en stikstof. Bij C/P quotiënten onder de 50 komt netto P beschikbaar, bij waarden boven de 100 niet. Het koolstofgehalte is een afgeleide van het organisch stofgehalte waarbij is aangenomen dat dit voor 50 % uit koolstof bestaat.

Uit de bodemanalyse blijkt dat, afgaande op bovenstaande verhoudingen, dat netto stikstof beschikbaar komt op alle locaties behalve in de blauwgraslanden (SB-2 en SB-3; tabel 5).

Voor P ligt dit iets anders, de C/P verhoudingen zijn relatief laag bij SB-4 en bij LB-3. In absolute zin (totaal P) zijn de gehalten echter behoorlijk hoog tot zelfs zeer hoog, behalve bij LB-3. In onbemeste bodems op zandgrond worden eigenlijk zelden waarden van meer dan 1000 mg/kg P-totaal aangetroffen. Langs de Beerze blijkt dit 4 maal te worden overschreden (LV-3, LV-4, SB-1 en SB-4). De totaal gehalten aan de Logtse Baan zijn laag, vermoedelijk vanwege het verwijderen van de bovengrond ter plaatse.

Mogelijk wordt de P huishouding beïnvloed door inundaties: hoe vaker en hoe meer jaren er inundatie heeft plaatsgevonden, hoe hoger het gehalte/beschikbaarheid aan P (en in mindere mate N) in de top-laag. Echter, dit lijkt niet in alle gevallen op te gaan (vergelijk tabel 5 en fig. 15).

Tabel 5: De hoeveelheden stikstof (N) en fosfor (P) in de bodem.

Kolommen C/N en C/P ratio's: oranje = hoge netto beschikbaarheid; rood = zeer hoge netto beschikbaarheid; blauw = geen netto beschikbaarheid N of P.

Kolommen bij P-totaal of N-totaal: rood = absoluut hoge N of P waarden (ten opzichte van onbemest grasland in natuurgebieden).

Aangezien de metingen van april (begin van het seizoen) nauwelijks verschillend zijn van die gemeten in juni is gekozen voor de presentatie van de metingen in juni. P-AL = P in ammoniumlactaat

locatie	Calcium-chloride methode										
	C/N ratio	C/P ratio	% org. mat.	N-totaal g/kg	P-totaal mg/kg	N-NO3 mg/kg	N-NH4 mg/kg	N-min mg/kg	N-org mg/kg	N-ts mg/kg	P-AL mg P/kg
LB-2	12,8	60,1	10,4	4,1	863	3	3	6	16	22	73
LB-3	13,3	34,2	0,9	0,3	132	0	3	3	6	9	17
LV-3	16,8	107,9	31,7	9,4	1469	4	13	17	62	80	74
LV-4	4,9	46,0	18,3	18,5	1990	3	8	10	38	48	38
LV-7	10,6	81,5	8,4	4,0	515	0	7	7	29	36	11
SB-1	12,5	44,0	12,2	4,9	1386	3	7	10	31	41	9
SB-2	24,2	307,8	11,6	2,4	188	0	6	6	26	31	8
SB-3	21,4	135,9	10,5	2,5	386	0	3	4	20	24	6
SB-4	10,8	12,5	7,3	3,4	2916	4	6	11	23	34	51

De beschikbaarheid van mineraal stikstof is direct gemeten met de 'calciumchloride methode'. Met deze methode meet men het oplosbare stikstof in de bodem wanneer die wordt geschud in een zoute oplossing, daarmee de omstandigheden in de bodem imiterend (als alternatief voor de nutriënten in poriewater).

De gehalten aan mineraal stikstof zijn laag (tabel 5). Echter, ook in dit geval werden de hoogste waarden gevonden bij de Logtse Velden (LV-3, LV-4) en Smalbroeken (SB-1, SB-4). De waarden zijn lager dan op grond van andere studies waar ook C/N is gemeten, zou worden verwacht. Mogelijk speelt de permanent hoge grondwaterstand een rol, doordat er weinig zuurstof in de bodem kan doordringen en de temperatuur lager is. Meer metingen aan oplosbaar N zijn gewenst. Daarbij moet het vochtgehalte van de bodem ook worden meegenomen, iets wat in 2004 achterwege is gebleven.

De beschikbare hoeveelheden fosfaat (Pw), maat voor een momentopname, zijn zeer laag en kenmerkend voor zeer voedselarme bodems (Tabel 6). De beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-AL), maat voor de hoeveelheid beschikbaar per groeiseizoen, is echter niet overal zeer laag. In de Logtse Baan, de Logtse Velden en in de Smalbroeken is het hoger dan kenmerkend voor voedselarme bodems van 15 mg P/kg. Dit is in lijn met de P-totaal waarden die op deze locaties ook verhoogd zijn.

Kalium is een mobiel element (zeker op zandgrond) dat zeer gericht door planten wordt opgenomen en vaak beperkend is voor een goede groei. Doordat kalium zo mobiel is, is het makkelijk uit de bodem op te lossen en geeft de 'calciumchloride methode' een goede indruk van het totaal gehalte aan kalium. Het is normaal dat de gevonden waarden onder de 60 mg/kg zijn in onbemeste bodems. Alleen in de Logtse velden (LV-3) worden relatief hoge concentraties aangetroffen (Tabel 6).

Tabel 6: De beschikbare hoeveelheden kalium (K) en fosfor (P) in de bodem.

code omschrijving	K-CaCl2 mg/kg	P-AL mgP/kg	Pw mgP2O5/l	P-CaCl2 mg/kg
LB-2 Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven	46	73	9	0,2
LB-3 Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven	18	17	6	0,0
LV-3 Logtse Velden oost (verder van de beek)	103	74	6	0,3
LV-4 Logtse Velden oost (dichterbij beek)	68	38	5	0,3
LV-7 Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	71	11	3	0,1
SB-1 Smalbroeken zuid; Meandergrasland	62	9	3	0,1
SB-2 Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	34	8	5	0,1
SB-3 Smalbroeken oost (dichterbij beek); Blauwgrasland	34	6	4	0,1
SB-4 Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	61	51	5	0,1

Sedimentatie

In het najaar zijn kunststofgrasmatten (50 cm bij 50 cm) uitgelegd op de zeven gekozen locaties en op twee extra plekken in de blauwgraslanden (SB-2 en SB-3). Na de overstromingsperiode van december tot mei zijn de matten verzameld en schoongemaakt met behulp van een hogedrukspuit. Vervolgens is het sediment geanalyseerd op korrelgrootte fractie, organische stof, hoeveelheid stikstof, fosfaat en de metalen Cd, Cu, Zn en Ni.

Tabel 7: Hoeveelheid en samenstelling sediment.

code	omschrijving	massa g/mat	massa g/m2	OS %	lutum % <2µm	leem % <50µm	zand % >50µm
LB-2	Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven						
LB-3	Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven						
LV-3	Logtse Velden oost (verder van de beek)	89	355	17,9	8,6	35,9	46,2
LV-4	Logtse Velden oost (dichterbij beek)	30	120	41,3	15,0	57,3	1,3
LV-7	Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	13	50	48,3	11,5	39,1	12,6
SB-1	Smalbroeken zuid; Meandergrasland	14	55	44,0	4,3	22,4	33,6
SB-2	Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	58	231	45,1	12,7	53,0	1,9
SB-3	Smalbroeken oost (dichterbij beek); Blauwgrasland	11	42	41,3	14,3	46,9	11,8
SB-4	Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	10	39	39,5	4,1	22,1	38,4

De sedimentafzetting in de Logtse Baan is niet gemeten: op één locatie konden de matten niet neergelegd worden omdat het water al te hoog stond (LB-3), op de andere locatie werd geen sediment aangetroffen omdat de overstroming niet zo ver reikte (LB-2). Uit een ander onderzoek in 2004 aan sediment in de Logtse Baan van Verbeek (2005) blijkt een duidelijke ruimtelijke variatie in de hoeveelheid van de sedimentatie en de korrelgrootte samenstelling per locatie. De sedimentatie nam duidelijk af met een grotere afstand van de beek, maar ook tussen de transecten onderling was er een duidelijk verschil. In één van de transecten ('transect C'), in het noorden van de overstromingsvlakte is twee keer zoveel sedimentatie op de directe beekoever dan in twee andere nabij gelegen transecten ('transecten A en B'). De sedimentatie varieert van 0.18 kg/m² op 100 meter van de beek tot 45.44 kg/m² op de beekoever van hetzelfde transect (transect C). De gemiddelde sedimentatie over de 27 gemeten locaties is 5.9 kg/m² in een periode van 4 maanden. Het percentage zand neemt met de afstand van

de beek sterk af en het percentage lutum en silt neemt toe. In één van de transecten ('transect A') is de lutumfractie in het sediment op 50 m van de beek zelfs 14 maal hoger dan de lutumfractie op 1 m van de beek (resp. 28% en 2%) (Verbeek 2005).

Ten opzichte van de Logtse Baan vindt er veel minder sedimentatie plaats in de Logtse Velden. In de Logtse Velden sedimenteert weer meer dan in het deelgebied van Smalbroeken, met uitzondering van SB-2 (tabel 7). Het is merkwaardig dat dit één van de locaties in het blauwgrasland is. Er zou nader onderzocht moeten worden waar dit sediment van afkomstig is.

In zowel de Logtse Velden als Smalbroeken vindt er ver van de beek (veel) meer sedimentatie plaats dan dichtbij de beek. Dit is in tegenstelling tot ander sedimentatieonderzoek en wat in de Logtse Baan is gemeten (zie boven), waar juist veel sedimentatie dichtbij de beek/rivier plaats vindt, en sedimentatie afneemt met de afstand vanaf de beek/rivier. Mogelijk wordt het omgekeerde patroon in deze delen bij de Beerze verklaard doordat de meetlocaties met het meeste sediment op lagere plekken in het terrein liggen, en/of doordat het overstromingswater via andere oude stroombanen loopt en niet via de huidige beek. Deze mogelijkheid moet nader onderzocht worden.

Het organische stof percentage in het sediment is op bijna alle locaties 40 tot 45%, dit is vele malen hoger dan wat in het rivierengebied wordt gevonden. Om nog onbekende reden is op één van de locaties in de Logtse Velden een opvallend laag percentage (18%) organisch stof gevonden.

Tabel 8: Hoeveelheid aangevoerd stikstof (N), fosfor (P), koper (Cu), cadmium (Cd), nikkel (Ni) en zink (Zn).

code	omschrijving	N kg/ha	P kg/ha	Cd mg/m2	Cu mg/m2	Ni mg/m2	Zn mg/m2
LB-2	Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven						
LB-3	Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven						
LV-3	Logtse Velden oost (verder van de beek)	52,3	9,2	0,4	18,1		99,0
LV-4	Logtse Velden oost (dichtbij beek)	13,8	6,3	0,3	8,2		37,8
LV-7	Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	7,0	2,5	0,3	7,1		31,6
SB-1	Smalbroeken zuid; Meandergrasland	4,9	2,5	0,1	6,0		12,2
SB-2	Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	29,3	38,0	0,3	11,0		35,6
SB-3	Smalbroeken oost (dichtbij beek); Blauwgrasland	5,4	3,0	0,2	5,0		20,6
SB-4	Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	3,2	1,0	0,2	5,7		17,6

In de Logtse Velden sedimenteren meer nutriënten dan in Smalbroeken (tabel 8), wat correspondeert met de waarneming dat daar de hoogste hoeveelheid (totaal) sediment terecht komt (tabel 7). Ook wordt op de locatie met de op één na hoogste hoeveelheid sediment, de op één na hoogste hoeveelheid stikstof gemeten: in het blauwgrasland (SB-2). De hoeveelheid gemeten fosfor is vele malen hoger op deze locatie, wat vooralsnog niet te verklaren is.

Er lijkt een vergelijkbaar patroon op te treden met betrekking tot de metalen: de hoeveelheid aangetroffen metalen neemt over het algemeen toe met de totale hoeveelheid sedimentatie (tabel 8). Ook is de concentratie van metalen in de bodem op plekken waar veel sedimenteert hoger in de Logtse Velden, echter, om onbekende reden is dit niet het geval bij SB-2, waar ook veel sedimentatie plaats vindt (tabel 9).

Zowel in het geval van stikstof als van fosfor neemt de gesedimenteerde hoeveelheid toe met een toename van een gesedimenteerde bodemfactor (organische stof, klei (<2µm) of leem (<50 µm, silt+klei)) (fig. 40). N en P zitten ingebouwd in organische stof en P is gebonden aan klei. Hetzelfde geldt voor de metalen cadmium en zink: met meer sedimentatie worden meer cadmium en zink het gebied in gebracht (fig. 41).

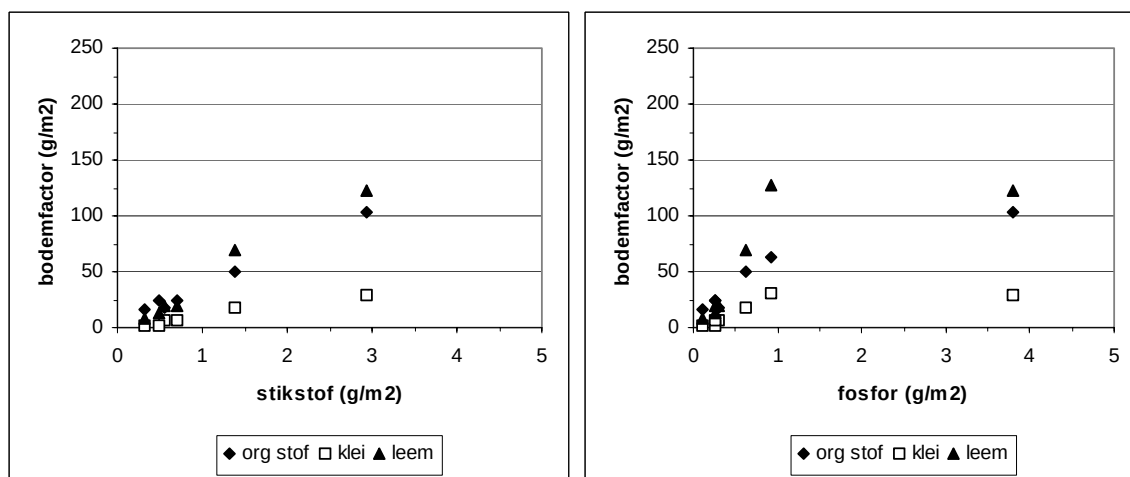


Fig. 40: Totale hoeveelheid gesedimenteerde stikstof (N) en fosfor (P) in relatie tot de bodemfactoren organische stof (orgstof), klei (< 2µm) en leem (< 50µm).

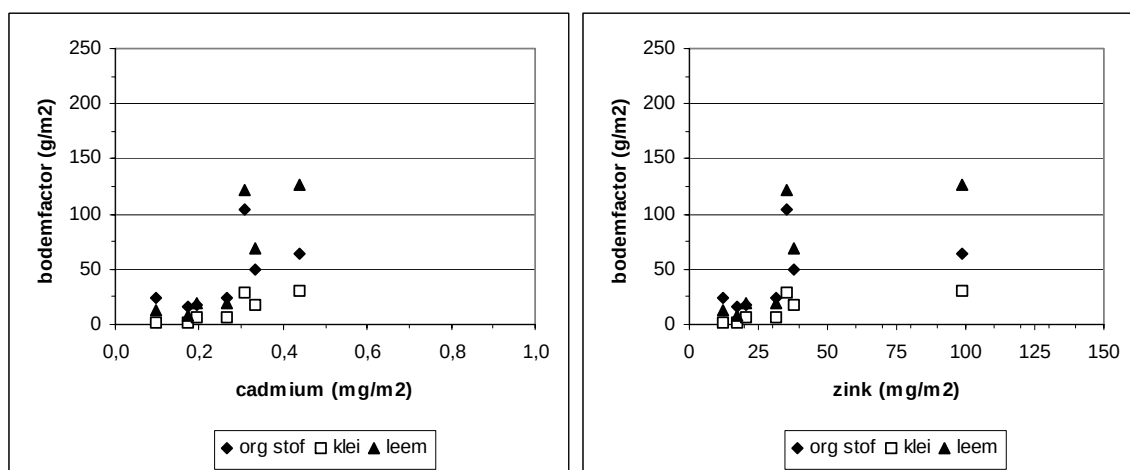


Fig. 41: Totale hoeveelheid gesedimenteerde cadmium (Cd) en zink (Zn) in relatie tot de bodemfactoren organische stof (orgstof), klei (< 2µm) en leem (< 50µm).

Tabel 9: Concentraties koper (Cu), cadmium (Cd), nikkel (Ni) en zink (Zn) in sediment en bodem. MTR-sediment: Cd: 12; Cu: 73; Zn: 620 mg/kg. MTR-bodem: Cd: 1.6; Cu: 40; Zn: 160 mg/kg. Rood = overschrijding MTR.

locatie	Cd (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
	sediment	bodem	sediment	bodem	sediment	bodem
LB-2		0		11		135
LB-3		0		0		15
LV-3	1	4	51	19	279	223
LV-4	3	4	69	23	316	243
LV-7	5	0	141	7	628	75
SB-1	2	4	110	7	223	91
SB-2	1	0	48	3	154	23
SB-3	5	0	119	3	487	23
SB-4	4	4	147	7	453	63

Cadmiumconcentraties in sediment zijn niet veel hoger dan in de bodem. Concentraties van koper en zink blijken wel veel hoger in sediment dan in de bodem te zijn (tabel 9). Het sediment wordt in de bodem verwerkt waardoor de concentraties zullen afnemen. Echter, de aanvoer van koper en zink is zodanig hoog dat de belasting van de bodem waarschijnlijk zal toenemen.

Er zijn MTR's (Maximaal Toelaatbaar Risico) vastgesteld voor de toegestane hoeveelheid van een aantal toxicanten in sediment en bodem (en oppervlaktewater)¹. Voor metalen zijn de MTR's in sediment (veel) hoger dan die in de bodem. Uit de analyses van bodem en sediment langs de Beerze blijkt dat de MTR van cadmium en zink in de bodem overschreden worden op meerdere locaties. De MTR van koper en zink worden overschreden in het sediment.

¹ NB: De MTR normen voor sediment gelden in principe voor sediment in onderwaterbodems. In het huidige onderzoek gaat het om sediment dat droog achterblijft na overstroming. Het is niet eenduidig vastgesteld of in dit geval de MTR van bodem of sediment van toepassing is. Gezien de grote verschillen en het verloop van de metaalconcentraties (met name koper en zink) in de bodem lijkt de MTR voor sediment in dit geval meer van toepassing.

3.3 Vegetatie

In Bijlage 3A en 3B zijn resp. overzichtskaartjes van de ligging van de raaien en de coördinaten van de raaien en pq's opgenomen.

Productiviteit vegetatie

De productiviteit van graslanden kan als maat gebruikt worden voor de voedselrijkdom van de standplaats. Graslanden die P gelimiteerd zijn kunnen door toevoer van P door sedimentatie in productiviteit toenemen en kunnen wat soortensamenstelling betreft veranderen naar meer productieve soorten.

In juni zijn de bovengrondse delen van de vegetatie afgeknipt tot aan het grondoppervlak. Deze zijn vervolgens gedroogd en geanalyseerd op hoeveelheid stikstof, fosfaat en kalium.

Tabel 10: De totale biomassa (DS: drogestof), stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) en de limiterende factor (lim factor). N-gelimiteerd (rood): $N/P < 14,5$; $N/K < 2,1$; P-gelimiteerd (blauw): $N/P > 14,5$; $K/P > 3,4$ en K gelimiteerd (groen): $N/K > 2,1$; $K/P < 3,4$ (Uit: Olde Venterink 2000).

code	omschrijving	DS g/m ²	N g/kg	P g/kg	K g/kg	N/P	N/K	K/P	limit. factor
LB-2	Logtse Baan noordoost; 15 cm afgegraven	373	9,4	2,2	14,3	4,2	0,7	6,4	N
LB-3	Logtse Baan noordwest; 30 cm afgegraven								
LV-3	Logtse Velden oost (verder van de beek)	868	7,1	1,2	6,5	6,1	1,1	5,5	N
LV-4	Logtse Velden oost (dichtbij beek)	320	13,8	1,7	5,0	7,9	2,8	2,9	K
LV-7	Logtse Velden noordoost; Liesgras-grasland	709	8,5	1,3	7,0	6,5	1,2	5,4	N
SB-1	Smalbroeken zuid; Meandergrasland	499	10,9	1,3	4,1	8,3	2,6	3,1	K
SB-2	Smalbroeken oost (verder van beek); Blauwgrasland	341	11,6	0,8	8,1	15,4	1,4	10,7	P
SB-3	Smalbroeken oost (dichtbij beek); Blauwgrasland	281	13,9	0,8	6,2	17,1	2,2	7,7	P
SB-4	Smalbroeken west (Papenhoefsveld)	730	11,9	1,8	10,1	6,5	1,2	5,5	N

Sedimentatie kan een verhoogde productiviteit en verandering in soortensamenstelling tot gevolg hebben. SB-2 en SB-3 hebben de laagste productiviteit en zijn P gelimiteerd (tabel 10). Hierdoor zijn deze blauwgraslanden gevoelig voor toevoeging van P door sedimentatie. Dit wordt ook bevestigd door de bodemanalyses waaruit blijkt dat hier de mineralisatie geremd wordt door de hoge C/N en hoge C/P. De hoog productieve graslanden zijn N gelimiteerd.

Vegetatiesamenstelling

De synoptische tabel (tabel 11) geeft een overzicht van de thans (2004) voorkomende vegetatie. De vegetatie in de Logtse Baan wijkt af doordat het gebied (nog) jong is en er veel pioniersoorten voorkomen. Bovendien is dit gebied zeer nat. Dit komt tot uiting door een hoge presentie van Greppelrus, Watermunt en Waterweegbree. Deze soorten komen elders in het gebied veel minder of niet voor en wijzen op natte, open voedselrijke omstandigheden en frequente inundatie.

De deelgebieden Logtse Velden en het meandergrasland in Smalbroeken (SB-1) lijken qua vegetatie op elkaar. In deze deelgebieden komen nog soorten voor die ook in het blauwgrasland worden aangetroffen, zoals Blaaszegge, maar het is opvallend dat enkele grassen en kruiden sterk domineren. Het gaat met name om Hennegrass, Liesgras en Gewone wederik, soorten van matig voedselrijke standplaatsen. De meeste blauwgraslandsoorten ontbreken hier echter en in het echte blauwgrasland komen Hennegrass en Liesgras niet (dominant) voor. De bodemchemie is wezenlijk anders dan in het blauwgrasland. Het blauwgrasland (SB-2 en SB-3) is een redelijk goed ontwikkeld blauwgrasland dat niettemin regelmatig inundeert.

Tabel 11: Synoptische tabel vegetatie. Weergegeven zijn de presentie (%) en de gemiddelde bedekking (tussen haakjes).

	SB-4		LB-2		LB-3		LV-3+LV-4		LV-7		SB-1		SB-2+SB-3		
Aantal opnamen	4		5		4		4		4		3		4		
Gem bedekking kruidlaag(%)	91		79		36		85		86		82		85		
Gem bedekking moslaag	4		3		2		1		16		18		50		
Gem hoogte (cm)	26		27		13		51		38		33		27		
	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	
<i>In alle deelgebieden algemeen</i>															
Agrostis stolonifera	100	(33)	100	(42)	75	(28)	.	.	100	(19)	.	.	25	(8)	Fioringras
Ranunculus flammula	100	(3)	80	(3)	75	(3)	75	(2)	100	(3)	100	(4)	75	(8)	Egelboterbloem
Alopecurus geniculatus	50	(8)	100	(8)	75	(3)	.	.	.	.	100	(4)	.	.	Geknikte vossestaart
Brachytheci rutabulum	100	(6)	20	(3)	.	.	.	.	100	(13)	.	.	.	.	Gewoon dikkopmos
Cardamine pratensis	100	(4)	.	.	.	.	100	(3)	100	(5)	100	(4)	50	(4)	Pinksterbloem
Myosotis palustris	25	(2)	100	(5)	75	(3)	50	(4)	100	(4)	100	(3)	50	(2)	Moerasvergeet-mij-nietje
Glyceria fluitans	75	(3)	80	(3)	.	.	.	.	.	.	100	(17)	.	.	Mannagras
Holcus lanatus	100	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	33	(4)	50	(3)	Gestreepte witbol
Poa trivialis	100	(10)	20	(4)	25	(2)	.	.	50	(4)	33	(4)	.	.	Ruw beemdgras
Juncus effusus	75	(48)	100	(10)	50	(3)	25	(2)	25	(2)	67	(5)	.	.	Pitrus
Lotus uliginosus	25	(2)	60	(2)	25	(3)	.	.	50	(8)	.	.	25	(3)	Moerasrolklaver
Trifolium repens	75	(7)	100	(4)	50	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	Witte klaver
<i>Voorkeur voor Smalbroeken</i>															
Lolium perenne	50	(4)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Engels raaigras
Leontodon autumnalis	25	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Vertakte leeuwetand
Carex hirta	25	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ruige zegge
Poa pratensis	50	(2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Veldbeemdgras
Achillea ptarmica	50	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Wilde bertram
Cerastium fontan s. vu	25	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewone hoornbloem
Taraxac officinal s.s	25	(2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewone paardebloem
<i>Geen voorkeur</i>															
Ranunculus acris	25	(2)	.	.	.	.	.	.	25	(2)	.	.	25	(2)	Scherpe boterbloem
Ranunculus repens	50	(6)	.	.	.	.	.	.	50	(6)	67	(4)	.	.	Kruipende boterbloem
Veronica arvensis	50	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Veldereprijs
Festuca rubra	25	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	(6)	Rood zwenkgras s.l.
Calliergonel cuspidat	50	(3)	.	.	.	.	.	.	25	(18)	67	(28)	25	(38)	Gewoon puntmos
Taraxacum species	25	(2)	.	.	.	.	.	.	.	.	33	(2)	.	.	Paardebloem (G)
Cirsium palustre	25	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	33	(3)	25	(2)	Kale jonker
Galium uliginosum	50	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	67	(4)	.	.	Ruw walstro
Juncus bufonius	75	(3)	60	(4)	100	(6)	.	.	.	.	.	.	.	.	Greppelrus
Juncus conglomeratus	25	(2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75	(5)	Biezeknoppen
Lychnis flos-cuculi	25	(2)	20	(2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Echte koekoeksbloem
Mentha aquatica	25	(3)	100	(8)	100	(4)	.	.	.	.	33	(3)	25	(3)	Watermunt
Poa annua	25	(3)	20	(2)	25	(4)	.	.	.	.	.	.	.	.	Straatgras
Polygonum hydropiper	50	(3)	60	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Waterpeper
Sagina nodosa	25	(3)	.	.	25	(4)	.	.	.	.	.	.	.	.	Sierlijke vetmuur
Juncus acutiflorus	25	(3)	40	(2)	.	.	.	.	50	(8)	.	.	100	(10)	Veldrus
Phalaris arundinacea	25	(3)	40	(2)	.	.	75	(9)	.	.	100	(6)	.	.	Rietgras
Urtica dioica	50	(3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Grote brandnetel
Scutellar galericulat	25	(8)	.	.	.	.	.	.	.	.	33	(3)	.	.	Blauw glidkruid

vervolg tabel 11

	SB-4		LB-2		LB-3		LV-3+LV-4		LV-7		SB-1		SB-2+SB-3		
	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	
<i>Vooral Logtse Baan</i>															
<i>Alis plantago-aquatic</i>	.		80	(2)	75	(3)	.		.		.		.		Grote waterweegbree
<i>Cardamine flexuosa</i>	.		20	(3)	.		.		.		.		.		Bosveldkers
<i>Carex acuta</i>	.		80	(9)	.		50	(3)	.		67	(6)	.		Scherpe zegge
<i>Carex acutiformis</i>	.		20	(2)	.		.		.		.		.		Moeraszegge
<i>Glyceria maxima</i>	.		20	(2)	.		50	(4)	75	(17)	67	(3)	.		Liesgras
<i>Lycopus europaeus</i>	.		60	(3)	25	(3)	.		.		.		.		Wolfspoot
<i>Lythrum salicaria</i>	.		100	(4)	100	(9)	.		.		.		.		Grote kattestaart
<i>Ror nasturtium-aquati</i>	.		20	(3)	.		.		.		.		.		Witte waterkers
<i>Plantago major ssp major</i>	.		20	(3)	.		.		.		.		.		Grote weegbree s.s.
<i>Rorippa sylvestris</i>	.		20	(3)	.		.		.		.		.		Akkerkers
<i>Bidens species</i>	.		60	(3)	.		.		.		.		.		Tandzaad (G)
<i>Callitriche species</i>	.		20	(2)	50	(3)	.		.		.		.		Sterrekroos (G)
<i>Juncus articulatus</i>	.		80	(4)	75	(4)	.		.		.		.		Zomprus
<i>Rorippa austriaca</i>	.		80	(3)	.		.		.		.		.		Oostenrijkse kers
<i>Sium latifolium</i>	.		20	(2)	.		.		.		.		.		Grote watereppe
<i>Salix x rubens</i>	.		40	(3)	100	(4)	.		.		.		.		Bindwilg
<i>Salix cinerea</i>	.		100	(3)	75	(3)	.		.		.		.		Grauwe wilg
<i>Cirsium arvense</i>	.		20	(2)	.		.		.		.		.		Akkerdistel
<i>Elymus repens</i>	.		20	(2)	.		.		.		.		.		Kweek
<i>Rumex obtusifolius</i>	.		60	(2)	25	(2)	.		.		.		.		Ridderzuring
<i>Plantago major</i>	.		20	(2)	25	(2)	.		.		.		.		Grote weegbree s.l.
<i>Galium palustre</i>	.		100	(2)	50	(3)	100	(4)	100	(5)	100	(3)	50	(3)	Moeraswalstro
<i>Calamagrost canescens</i>	.		.		.		100	(78)	100	(12)	100	(13)	50	(36)	Hennegras
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.		40	(3)	.		100	(4)	75	(15)	33	(3)	100	(8)	Grote wederik
<i>Lysimachia nummularia</i>	.		80	(19)	25	(2)	.		.		.		25	(2)	Penningkruid
<i>Eleocharis palustris</i>	.		60	(4)	75	(7)	.		.		.		25	(4)	Waterbies
<i>Carex disticha</i>	.		.		.		25	(3)	75	(5)	.		25	(2)	Tweerijge zegge
<i>Carex vesicaria</i>	.		.		100	(3)	100	(8)	75	(7)	100	(10)	25	(4)	Blaaszegge
<i>Logtse Veld + Blauwgrasland</i>															
<i>Quercus robur</i>	.		.		.		25	(1)	.		.		.		Zomereik
<i>Carex nigra</i>	.		.		.		25	(3)	.		.		.		Zwarte zegge
<i>Stellaria palustris</i>	.		.		.		50	(4)	50	(6)	33	(3)	25	(3)	Zeegroene muur
<i>Epilobium species</i>	.		.		.		25	(2)	.		.		.		Basterdwederik (G)
<i>Veronica species</i>	.		.		.		25	(1)	.		.		.		Ereprijs (G)
<i>Potentilla palustris</i>	.		.		.		.		50	(3)	.		25	(4)	Wateraardbei
<i>Poa palustris</i>	.		.		.		.		100	(4)	100	(6)	.		Moerasbeemdgras
<i>Polygonum amphibium</i>	.		.		.		.		50	(4)	.		.		Veenwortel
<i>Iris pseudacorus</i>	.		.		.		.		25	(2)	100	(2)	50	(2)	Gele lis
<i>Convolvulus arvensis</i>	.		.		.		.		.		33	(3)	.		Akkerwinde
<i>Glechoma hederacea</i>	.		.		.		.		.		33	(2)	.		Hondsdrif
<i>Rumex acetosa</i>	.		.		.		.		.		33	(3)	25	(3)	Veldzuring

vervolg tabel 11

	SB-4		LB-2		LB-3		LV-3+LV-4		LV-7		SB-1		SB-2+SB-3		
	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	freq	bed	
<i>Logtse Baan kaal</i>															
<i>Veronica catenata</i>	.		.		50	(3)	.		.		33	(2)	25	(4)	Rode waterereprijs
<i>Eleocharis acicularis</i>	.		.		50	(6)	.		.		.		.		Naaldwaterbies
<i>Lythrum portula</i>	.		.		50	(3)	.		.		.		.		Waterpostelein
<i>Phragmites australis</i>	.		.		25	(8)	.		.		.		.		Riet
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.		.		75	(3)	.		.		.		.		Moerasdroogbloem
<i>Scirpus lacustris</i>	.		.		25	(2)	.		.		.		.		Mattenbies s.l.
<i>Pohlia nutans</i>	.		.		25	(4)	.		.		.		.		Gewoon peermos
<i>Rorippa species</i>	.		.		25	(2)	.		.		.		.		Waterkers (G)
<i>Philonotis species</i>	.		.		50	(4)	.		.		.		.		Staartjesmos (G)
<i>Car oeder ssp. oederi</i>	.		.		25	(2)	.		.		.		.		Dwergzegge
<i>Lot cornic ssp cornic</i>	.		.		25	(2)	.		.		.		.		Gewone rolklaver
<i>Salix alba</i>	.		.		25	(2)	.		.		.		.		Schietwilg
<i>Blauwgrasland</i>															
<i>Agrostis capillaris</i>	.		.		.		.		.		.		75	(10)	Gewoon struisgras
<i>Carex oederi s. oedoca</i>	.		.		.		.		.		.		25	(2)	Geelgroene zegge
<i>Carex panicea</i>	.		.		.		.		.		.		75	(16)	Blauwe zegge
<i>Molinia caerulea</i>	.		.		.		.		.		.		25	(3)	Pijpestrootje
<i>Potentilla erecta</i>	.		.		.		.		.		.		50	(6)	Tormentil
<i>Salix repens</i>	.		.		.		.		.		.		50	(23)	Kruipwilg
<i>Succisa pratensis</i>	.		.		.		.		.		.		50	(3)	Blauwe knoop
<i>Rhytidadelph squarros</i>	.		.		.		.		.		.		50	(43)	Gewoon haakmos
<i>Cal palust ssp palust</i>	.		.		.		.		.		.		50	(2)	Gewone dotterbloem
<i>Cirsium dissectum</i>	.		.		.		.		.		.		25	(3)	Spaanse ruiter
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.		.		.		.		.		.		25	(68)	Gewoon klauwtjesmos
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.		.		.		.		.		.		25	(4)	Gewoon reukgras
<i>Carex ovalis</i>	.		.		.		.		.		.		25	(1)	Hazegegge
<i>Danthonia decumbens</i>	.		.		.		.		.		.		25	(8)	Tandjesgras
<i>Luzula multiflora</i>	.		.		.		.		.		.		25	(3)	Veelbloemige veldbies s.l

3.4 Fauna

In het onderzoeksgebied wordt door Natuurmonumenten al jaren de monitoring van fauna gecoördineerd. Monitoring wordt uitgevoerd door vrijwilligers. Hieronder wordt kort ingegaan op waarnemingen uit 2004. Voor meer informatie wordt doorverwezen naar de verslagen/rapporten die Natuurmonumenten in beheer heeft.

Hoewel overstromingen van de Beerze en de algehele hydrologie in het gebied de verspreiding van de fauna zullen beïnvloeden, is het met de gegevens die voorhanden zijn niet mogelijk om causale verbanden te leggen. Zo is alleen al de mobiliteit van fauna een complicerende factor. De verzamelde informatie is hierdoor niet direct van belang voor dit onderzoek, maar geeft wel een beeld van de natuurwaarde van het gebied. Bovendien kunnen eventuele veranderingen die in de loop van de tijd optreden aanwijzingen geven over (indirecte) effecten van factoren als overstromingen.

NB: de meeste monitoring vindt plaats in de Smalbroeken; de Logtse Velden en met name de Logtse Baan worden veel minder gemonitord.

Vissen

In de zomer van 2004 is op 12 locaties tussen de Logtse brug en de Viermannekesbrug bemonsterd en gevisst met schepnetten en vlieghegels (door W. Corstiaans). Er zijn 8 soorten met in totaal 812 individuen gevangen. Hierbij zitten 2 soorten die als kwetsbaar worden gekenmerkt: de Kleine modderkruiper en de Serpeling.

Er zijn 40 exemplaren van de Kleine modderkruiper aangetroffen. Dit is een soort die niet alleen is beschermd volgens de Flora en Faunawet, maar ook volgens de Habitatrichtlijn (Annex II). De Serpeling is drie jaar geleden als een nieuwe soort in de Beerze aangekomen. In 2004 bestond maar liefst 40% van de gevangen vis uit jongbroed van de Serpeling. Echter, grote volwassen exemplaren werden niet aangetroffen, i.t.t. het jaar ervoor (gemiddeld 12 cm i.p.v. 20 cm).

Er werden geen adulten maar wel veel jongbroed aangetroffen van de Blankvoorn. Vermoedelijk is dit geen standvis maar een soort die in de Beerze paait en eieren afzet vanwege de gunstige beplanting, om na één jaar door te trekken naar de Dommel en/of de Essche stroom. Ook Brasem is met honderdtallen waargenomen in mei en juni, wanneer de vissen met hoogwater op de ondergelopen plaatsen langs de Beerze langskomen om te paaien. Hierna trekken ze weer terug naar hun standplaatsen. De Winde is daarentegen niet waargenomen, ook niet in de vistrappen in de periode dat de Winde op trek zou moeten zijn (maart).

In de Heiloo zijn ook kleine modderkruipers gevangen. Daarnaast werden veel rietvoorns gesignaleerd.

Tabel 12: Hoeveelheid gevangen visbroed in de Beerze, gevangen tussen de Logtse brug en Viermannekesbrug in 2004. Data afkomstig van Willem Corstiaans.

soort	aantal	%
Serpeling	322	40
Grondel	200	25
Rietvoorn	70	9
Blankvoorn	190	23
Dried. stekelbaars	5	1
Zonnebaars	5	1
Baars	20	2
Totaal	812	100

Dagvlinders

In het gehele onderzoeksgebied zijn dagvlinders gemonitord in 2004. In de Logtse Velden en de Logtse Baan zijn gezamenlijk 28 soorten dagvlinders waargenomen (data H. van Straten en Dhr. van Rijswijk). In Smalbroeken zijn 18 soorten aangetroffen. In alledrie de deelgebieden komen veel algemene soorten, maar ook bijzondere soorten voor. Met name Bont dikkopje, Grote weerschijnvlinder (Logtse Vel-

den) en Kleine ijsvogelvinder zijn vermeldenswaard. Bont dikkopje is een Rode Lijst soort en is een lokale en zeldzame soort geworden. Deze vlinder komt voor in natte ruigten en graslanden in of bij bossen in beekdalen. Ook de Grote weerschijnvlinder is een bedreigde soort die op de Rode Lijst staat. De Kleine ijsvogelvinder is als kwetsbaar aangemerkt, en is sterk achteruitgegaan op de Brabantse zandgronden. Verder is in Smalbroeken nog het Gentiaanblauwtje en Heideblauwtje aangetroffen; dit zijn kwetsbare soorten van de zandgronden. Het Gentiaanblauwtje is overal sterk achteruitgegaan.

Tabel 13: Overzicht van waargenomen dagvlindersoorten in 2004, in Logtse Baan (LB), Logtse Velden (LV) en Smalbroeken (SB). Data afkomstig van H. van Straten (LV+LB) en Dhr. van Rijswijk (LV en SB).

soort	LV+LB	LV	SB
Argusvlinder	X	X	
Atalanta	X	X	X
Bont dikkopje	X	X	X
Bont zandoogje	X	X	X
Boomblauwtje	X		X
Bruin zandoogje	X	X	X
Citroenvlinder	X	X	X
Dagpauwoog	X	X	X
Distelvlinder	X	X	
Eikenpage	X	X	X
Gehakkelde aurelia	X	X	
Gentiaanblauwtje			X
Groentje	X	X	X
Groot dikkopje	X	X	X
Groot koolwitje	X	X	
Grote weerschijnvlinder	X	X	
Heideblauwtje			X
Icarusblauwtje	X		
Klein geaderd witje	X	X	X
Klein koolwitje	X	X	
Kleine ijsvogelvinder	X	X	X
Kleine vos	X	X	
Kleine vuurvlinder	X	X	
Koevinkje	X	X	X
Koninginnepage	X	X	
Landkaartje	X	X	X
Oranje luzernevlinder	X		
Oranje zandoogje	X	X	X
Oranjetipje	X	X	X
Zwartsprietdikkopje	X		

Sprinkhanen

In de Smalbroeken zijn negen soorten sprinkhanen aangetroffen (data: J. Maassen), waarvan de meeste vrij algemeen voorkomen (Krasser, Kustsprinkhaan, Bruine sprinkhaan, Ratelaar, Knopsprietje, Rietsprinkhaan). Het Negertje is wel een soort die aan kwetsbare biotopen is verbonden. Van het Zandoortje is het areaal de laatste jaren, waarschijnlijk als gevolg van klimaatsverandering, toegenomen. De soort heeft zich vanuit de kustgebieden verspreid. De Blauwvleugelsprinkhaan komt in zeer lage aantallen voor. De Moerassprinkhaan is waarschijnlijk verdwenen uit de Smalbroeken, ondanks ogenschijnlijke geschikte biotopen. Mogelijk is deze verdwijning te wijten aan veranderingen in de jaarlijkse fluctuaties van de grondwaterpeilen in de jaren '90.

Zie het verslag van J. Maassen voor meer informatie over sprinkhanen.

Broedvogels

In Smalbroeken en het nabij gelegen Banisveld worden door de Vogelwerkgroep IVN Oisterwijk de broedvogels gemonitord. Beide gebieden gaan deel uitmaken van de EHS, en vormen een belangrijke schakel tussen Kampina en de Mortelen. Het streefbeeld voor Banisveld is een halfnatuurlijk boslandschap op arme en lemige zandgronden, waarbij soorten als Geelgors, Grauwe klauwier, Korhoen en Roodborsttapuit gebruik kunnen maken van deze verbinding. Bij Smalbroeken en de Beerze kunnen soorten als IJsvogel, Roerdomp, Blauwborst en Kwartelkoning gebruik maken van dit boslandschap van bron en beek.

In de praktijk concludeert de Vogelwerkgroep dat met name in Smalbroeken effecten van verdroging onmiskenbaar zijn. Daarnaast kan recreatie negatieve effecten hebben gehad op de broedvogels. Van de bovengenoemde soorten zijn Geelgors, Roodborsttapuit, IJsvogel (m.u.v. 2004) en Blauwborst wel waargenomen in de afgelopen vier jaren. In 2004 zijn er nog bijzondere soorten als Fluiters, Groene specht, Wielewaal, Kleine plevier, Houtsnip, Kwartel en Sprinkhaanzanger waargenomen. Voor meer informatie wordt verwezen naar het rapport van de Vogelwerkgroep IVN Oisterwijk.

In de Logtse Baan worden geen (broed)vogels gemonitord. Aangezien dit gebied voor een groot deel van het jaar onder water staat, is het minder geschikt voor broedvogels. Echter, het grote oppervlak aan (ondiep) water trekt veel vogels aan.

4. Samenvatting en conclusie

Deze pilot wordt uitgevoerd met als doel inzicht te verkrijgen in vragen rond waterberging in natuur(ontwikkelings)gebieden.

Belangrijke vragen in dit onderzoek zijn:

- Algemeen: uitgaande van een bepaald natuurdoel, onder welke voorwaarden mag berging plaats vinden?
- Welke effecten heeft de waterkwaliteit (nutrienten, sediment) op vegetatie en fauna (gehad), in relatie tot overstromingsfrequentie, -duur en -tijdstip?
- In het licht van waterkwaliteitsverbetering: in hoeverre kunnen retentiebekkens enerzijds bijdragen aan waterkwaliteitsverbetering, en anderzijds welke effecten heeft het achterblijven van sediment/nutriënten op vegetatie ter plekke?

Dit rapport bevat de eerste resultaten van een veldonderzoek dat loopt tot en met 2007, in het beekdal van de Beerze. Hydrologie, bodem en vegetatie worden onderzocht in de Logtse Baan, Logtse Velden en in Smalbroeken.

De Logtse Baan is een recentelijk gegraven retentiebekken dat een groot deel van het jaar (deels) onder water staat en is ingericht als natuurontwikkelingsgebied. De Logtse Velden is een natuurgebied dat daarvan stroomafwaarts gelegen is en enkele keren per jaar overstroomt, en de Smalbroeken, verder stroomafwaarts, is een natuurgebied dat vanwege de aanwezigheid van blauwgraslanden afgeschermd wordt van overstroming met beekwater.

Inundaties

In het begin van de winterperiode reageert het gebied snel bij de eerste afvoerpiek van de Beerze (december 2003 en november 2004). Hierbij treedt de Beerze bij de Logtse Baan buiten zijn oevers en inundeert de Logtse Baan direct. Ook in de Logtse Velden stijgt het grondwater onmiddellijk en afhankelijk van de maaiveldhoogte is hier ook voor een groot deel sprake van water op het maaiveld (deels neerslag, deels beekwater). Bij een volgende/aanhoudende hoogwaterpiek worden de Logtse Velden ook rechtstreeks vanuit de Beerze "gevuld".

De peilen in de Logtse Baan en de Logtse Velden zijn gerelateerd aan het Beerzepeil. De inundatie van de Logtse Baan verloopt iets grilliger dan in de Logtse Velden en het water zakt op een aantal momenten weer uit tot het maaiveld of eronder. In de lagere delen van de Logtse Velden is dat niet het geval en is sprake van een ononderbroken inundatie vanaf de start (november-december) tot ongeveer mei. Pas dan zakken de grondwaterstanden weer beneden het maaiveld, en zakken in de zomer vervolgens uit tot 0,50 à 0,70 m beneden maaiveld.

Hoewel het niet heel nauwkeurig is vast te stellen, is een schatting gemaakt van de reikwijdte, duur en diepte van de inundaties, uitgaande van de registraties van peilen, veldwaarnemingen tijdens inundaties, en hoogtemetingen in het gebied. Omdat het water zeer lange tijd op het maaiveld in de Logtse Velden is blijven staan, bleek de inundatieduur hier het langste met 128-149 dagen (m.u.v. het meest zuidelijke meetpunt aldaar). In de Logtse Baan was dit 111-115 dagen (m.u.v. het niet afgegraven punt). De locaties in Smalbroeken waren 18-63 dagen geïnundeerd (NB: het gaat hier om een groffe schatting, en het is nog de vraag in hoeverre het inundatiewater afkomstig is van de Beerze).

Oppervlaktewaterkwaliteit

Over het geheel genomen lijkt de waterkwaliteit vooral variabel wanneer de waterafvoer hoog is, namelijk in de winter en het voorjaar. Echter, hierop worden ook uitzonderingen gevormd, met name in het geval van zwevend stof en fosfaat. De zwevendstofgehalten lijken stabiel maar vertonen incidenteel pieken. Opvallend is de zeer hoge piek op 22 februari 2004 bij het instroompunt van de Beerze in de Logtse Baan. Dit bleek de dag te zijn nadat de hoogste afvoer in de Beerze voor het eerste halfjaar van 2004 werd genoteerd. Opmerkelijk is dat op de stroomafwaarts gelegen plekken deze piek niet te zien was; mogelijk heeft het zwevend stof zich grotendeels afgezet in de Logtse Baan.

Opvallend is dat de metaalconcentraties sterk afnemen vanaf het begin van het jaar en in de tweede helft van het jaar stabiel laag blijven. Met name nikkel komt in zeer hoge concentraties voor in de Beerze (ver boven de MTR). De aanwezigheid van nikkel heeft een natuurlijke oorzaak, namelijk opkwelend diep grondwater dat ijzer- en nikkelhoudend is.

Ruimtelijk gezien treedt ook enige variatie op. De resultaten lijken aan te wijzen dat de Heiloo weinig invloed heeft op de waterkwaliteit van de Beerze. Echter, meer metingen (met name tijdens hoogwater) zijn nodig om dit te toetsen; mogelijk heeft de Heiloo tijdens hoge waterafvoeren wel een aantoonbare invloed op de Beerze.

Het zwevendstof geeft geen duidelijk beeld ruimtelijk gezien. Aanvullende metingen moeten uitwijzen in hoeverre de aanvoer van zwevend stof verandert (met name) tijdens hoogwater, zowel temporeel (tijdens een piek) als ruimtelijk gezien (verschil tussen meetlocaties). Er zijn vooralsnog geen hoogwatergebeurtenissen volledig gemonitord op waterkwaliteit.

Grondwaterkwaliteit

Wat betreft de grondwaterkwaliteit lijkt er geen relatie te zijn tussen de ligging of diepte van de grondwaterpeilbuizen (1 of 3 meter diepte); er is niet één locatie waar consequent afwijkende waarden zijn gevonden. Op sommige meetpunten worden (om nog onbekende reden) uitschieters gevonden. Over het geheel genomen is het grondwater op de meeste locaties hoog belast met nikkel.

Bodemopbouw en samenstelling

Het hoogste aandeel organische stof (32%) in de bodem is gevonden in de Logtse Velden, ver van de beek; het laagste in de diep afgegraven bodem in de Logtse Baan. Het hoogste percentage lutum, wat een indicatie is voor sedimentatie, is gevonden in de Logtse Velden (LV-3 en LV-4). Hier werden ook de hoogste nutriëntengehalten gemeten. Ook in het blauwgrasland in Smalbroeken (SB-3) zijn hoge lutumgehalten gemeten, echter, nutriëntengehalten waren hier laag, vergelijkbaar met wat in de diep afgegraven Logtse Baan is gevonden.

Beschikbare nutriënten in de bodem

Uit de bodemanalyse blijkt dat op vrijwel alle locaties de netto beschikbaarheid van stikstof hoog is. Alleen in de blauwgraslanden van Smalbroeken treedt er nauwelijks of geen stikstofmineralisatie op. Ook is hier geen netto beschikbaarheid van fosfor.

In absolute zin (totaal P) zijn de gehalten over het algemeen echter behoorlijk hoog tot zelfs zeer hoog. De gehalten aan mineraal stikstof zijn over het algemeen laag.

Sedimentatie

In de Logtse Baan vindt er veel meer sedimentatie plaats dan in de Logtse Velden. In de Logtse Velden sedimenteert weer meer dan in het deelgebied van Smalbroeken, met uitzondering van één van de locaties in het blauwgrasland (SB-2), waar ook veel sedimenteert (de herkomst hiervan is nog onduidelijk). Daar waar de hoogste hoeveelheid (totaal) sediment terecht komt, worden ook de hoogste hoeveelheden stikstof en fosfor gevonden.

In de Logtse Velden en in Smalbroeken sedimenteert er veel meer ver van de beek dan dichtbij de beek. Dit is in tegenstelling tot wat normaal gesproken gebeurt (ook in de Logtse Baan), namelijk dat sedimentatie afneemt met de afstand vanaf de beek/rivier. Mogelijk wordt dit omgekeerde patroon verklaard doordat het overstromingswater via andere oude stroombanen loopt en niet via de huidige beek.

Het organische stof percentage in het sediment is hoog: op bijna alle locaties 40 tot 45%.

Zoals bij de nutriënten lijkt een vergelijkbaar patroon op te treden met betrekking tot de metalen: met meer sedimentatie worden meer cadmium en zink het gebied in gebracht. Concentraties van koper en zink blijken veel hoger in sediment dan in de bodem te zijn. Waarschijnlijk wordt het sediment in de bodem verwerkt waardoor de concentraties afnemen. Echter, de aanvoer van koper en zink is zodanig hoog dat de belasting van de bodem waarschijnlijk langzaam toeneemt.

Uit de analyses van bodem en sediment langs de Beerze blijkt dat de MTR's van cadmium en zink in de bodem overschreden worden op meerdere locaties. De MTR's van koper en zink worden overschreden in het sediment.

Productiviteit vegetatie

Sedimentatie kan een verhoogde productiviteit en verandering in soortensamenstelling tot gevolg hebben. De blauwgraslanden in Smalbroeken hebben de laagste productiviteit en zijn fosfor-gelimiteerd. Hierdoor zijn deze gevoelig voor toevoeging van fosfor door sedimentatie. Dit wordt ook bevestigd door de bodemanalyses waaruit blijkt dat in de blauwgraslanden de mineralisatie geremd wordt door de hoge C/N en hoge C/P. De hoog productieve graslanden zijn stikstof-gelimiteerd. Toch sedimenteert er veel bij één van de locaties in het blauwgrasland (SB-2), wat de beschikbaarheid kan doen toenemen. Het is nog onduidelijk wat de herkomst van dit sediment is, of sediment slechts incidenteel of regelmatig op deze locatie terecht komt, en wat eventueel het effect op de langere termijn op het blauwgrasland is.

Vegetatiesamenstelling

De vegetatie in de Logtse Baan wijkt af van de andere deelgebieden doordat het gebied nog jong is en er daardoor veel pioniersoorten voorkomen. Bovendien is dit gebied zeer nat. Dit komt tot uiting door een hoge presentie van Greppelrus, Watermunt en Waterweegbree. Deze soorten komen elders in het gebied veel minder of niet voor en wijzen op natte, open voedselrijke omstandigheden en frequente inundatie.

De deelgebieden Logtse Velden en het meandergrasland in Smalbroeken (SB-1) lijken qua vegetatie op elkaar. In deze deelgebieden komen nog enkele soorten voor die ook in het blauwgrasland worden aangetroffen maar het is opvallend dat enkele grassen en kruiden sterk domineren (met name Hennegras, Liesgras en Gewone wederik), die in het blauwgrasland in Smalbroeken (dat redelijk goed ontwikkeld is) niet (dominant) voorkomen.

Fauna

De verzamelde informatie (door vrijwilligers) is niet direct van belang voor dit onderzoek, maar geeft wel een beeld van de natuurwaarde van het gebied. Bovendien kunnen eventuele veranderingen aanwijzingen geven over (indirecte) effecten van factoren als overstromingen.

In het beektraject zijn er 8 vissoorten gevangen, waarvan er 2 soorten als kwetsbaar worden gekenmerkt: de Kleine modderkruiper (ook Habitatrichtlijnsoort) en de Serpeling. Er zijn ook soorten die hier komen om te paaien en eieren af te zetten, zoals Blankvoorn en Brasem.

In de 3 deelgebieden komen 30 dagvlindersoorten voor, waarvan de meeste algemeen zijn. Met name Bont dikkopje, Grote weerschijnvlinder (Logtse Velden), Kleine ijsvogelvlinder, Gentiaanblauwtje (Smalbroeken) en Heideblauwtje (Smalbroeken) zijn vermeldenswaard.

In de Smalbroeken zijn 9 soorten sprinkhanen aangetroffen, waarvan de meeste vrij algemeen voorkomen. Het Negertje is wel een soort die aan kwetsbare biotopen is verbonden. Het Zanddoorntje heeft zich vanuit de kustgebieden verspreid. De Blauwvleugelsprinkhaan komt in zeer lage aantallen voor, terwijl de Moerassprinkhaan waarschijnlijk is verdwenen.

De Vogelwerkgroep concludeert dat in Smalbroeken effecten van verdroging onmiskenbaar zijn. Daarnaast kan recreatie negatieve effecten hebben gehad op de broedvogels. Van de beoogde soorten zijn Geelgors, Roodborsttapuit, Ijsvogel en Blauwborst wel waargenomen in de afgelopen vier jaren. In 2004 zijn er ook nog bijzondere soorten als Fluiter, Groene specht, Wielewaal, Kleine plevier, Houtsnip, Kwartel en Sprinkhaanzanger waargenomen. In de Logtse Baan worden geen vogels gemonitord. Hier trekt het grote oppervlak aan (ondiep) water veel vogels aan.

Samenvattend: voorlopige conclusies en punten voor vervolgonderzoek

Met deze eerste resultaten is het nog niet mogelijk om de geformuleerde onderzoeksvragen te beantwoorden; het onderzoek loopt nog en zal gaandeweg meer inzicht genereren. Een aantal voorzichtige conclusies kan echter al wel worden getrokken:

- De Logtse Baan functioneert goed als retentiebekken: het gebied loopt snel vol, en ook weer snel leeg als het Beerzepeil zakt. De Logtse Velden inunderen (zoals de bedoeling is) pas na de Logtse Baan, maar het water blijft zeer lange tijd (mei-juni) op het maaiveld staan. Deze inundatie tot ver in het groeiseizoen is waarschijnlijk nadelig voor de vegetatie en ook voor (terrestrische) fauna.

- Over het geheel genomen lijkt de waterkwaliteit vooral variabel wanneer de waterafvoer hoog is, namelijk in de winter en het voorjaar. Echter, hierop worden ook uitzonderingen gevormd, met name in het geval van zwevend stof en fosfaat.
- Met name nikkel komt in zeer hoge concentraties voor in de Beerze en in het grondwater. De aanwezigheid van nikkel heeft een natuurlijke oorzaak, namelijk opkwellend diep grondwater dat ijzer- en nikkelhoudend is.
- De locaties laten een grote verscheidenheid aan bodemvruchtbaarheid zien, welke waarschijnlijk vooral wordt bepaald door de variatie aan het percentage organische stof en klei.
- In de Logtse Baan vindt de meeste sedimentatie plaats, gevolgd door de Logtse Velden en dan de Smalbroeken (m.u.v. 1 locatie). In de Logtse Baan sedimenteert er meer dichterbij de beek. In de Logtse Velden en Smalbroeken wordt het tegenovergestelde gevonden, mogelijk doordat de meetlocaties met het meeste sediment op lagere plekken in het terrein liggen, en/of doordat het overstromingswater via andere oude stroombanen loopt en niet via de huidige beek.
- De hoeveelheid aangevoerde nutriënten en metalen neemt toe met de hoeveelheid sedimentatie. De hoogste waarden worden gevonden bij LV-3, LV-4 en SB-2.
- Ondanks de hoge sedimentatie in blauwgrasland SB-2, hebben de blauwgraslanden in Smalbroeken de laagste productiviteit en zijn fosfor-gelimiteerd. De hoog productieve graslanden zijn stikstof-gelimiteerd.
- In de Logtse Baan komen veel pionierssoorten voor die wijzen op natte voedselrijke omstandigheden en frequente inundatie. De deelgebieden Logtse Velden en het meandergrasland in Smalbroeken lijken qua vegetatie op elkaar. In deze deelgebieden komen nog enkele soorten voor die ook in het blauwgrasland worden aangetroffen maar soorten als Hennegrass, Liesgrass en Gewone wederik domineren sterk. Het blauwgrasland in Smalbroeken is redelijk goed ontwikkeld.

Met name de volgende punten dienen verder uitgewerkt te worden in het vervolgonderzoek:

- Het is nog onvoldoende duidelijk in hoeverre Smalbroeken direct inundeert met Beerzewater. Waarschijnlijk bestaat het water op het maaiveld vooral uit regenwater en grondwater. Toch wordt op één locatie van de blauwgraslanden veel sedimentatie aangetroffen (SB-2). Waarvan is dit sediment afkomstig?
- Het zwevendstof is een zeer belangrijke parameter; hiermee kan de slibvrucht worden bepaald. Het zwevendstof geeft vooralsnog geen duidelijk beeld, maar er is een aanwijzing dat het gehalte sterk toeneemt ten tijde van hoogwater. Meer metingen moeten uitwijzen in hoeverre de aanvoer van zwevend stof verandert (met name) tijdens hoogwater, zowel temporeel (tijdens een piek) als ruimtelijk gezien (verschil tussen meetlocaties).
- De Heiloo lijkt weinig invloed te hebben op de waterkwaliteit van de Beerze. Echter, meer metingen (met name tijdens hoogwater) zijn nodig om dit te toetsen.
- Het is nog niet geheel duidelijk in hoeverre er een (sterke) relatie is tussen inundatieduur of -frequentie en de mate van sedimentatie (de lagere sedimentatie bij LV-7 lijkt dit tegen te spreken).
- Het is nog niet geheel duidelijk in hoeverre er een relatie is tussen de hoeveelheid sedimentatie en de nutriëntenbelasting in de bodem (zo is de P belasting in de bodem van het meandergrasland en Papenhoefs Veld in Smalbroeken hoog, maar er sedimenteert hier relatief weinig).

5. Referenties

- Athmer WHGJ, MH Jalink & EJ Schrama (1997) Winplaatsonderzoek Oirschot. Fase 2: Regionale systeemanalyse. Rapport KIWA, nr. KOA 97.073, Nieuwegein.
- Heinis F, CRJ Goderie & JG Baretta-Bekker (2004) Referentiewaarden algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen. Achtergronddocument in opdracht van RIZA. HWE/Adviesbureau Goderie/RIKZ.
- Jalink MH (1995) Globale hydro-ecologische analyse van natuurgebieden rond de winning Oirschot. Voorstudie voor de keuze van onderzoekslocaties voor het project Diepe Kwel. Rapport KIWA, nr. SWE 95.027, Nieuwegein.
- Jalink MH, EJ Schrama & WHGJ Athmer (1997) Winplaatsonderzoek Oirschot. Fase 3: Lokale systeem-analyse van het Beerzedal bij de Kampinase Heide. Rapport KIWA, nr. KOA 97.074, Nieuwegein.
- Olde Venterink HGM (2000) Nitrogen, phosphorus and potassium flows controlling plant productivity and species richness: eutrophication and nature management in fens and meadows. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Schrama EJ, F Lüers & MWA de Haan (2001) Optimalisatie hydrologisch meetnet Kampina. Evaluatie en herziening. Rapport KIWA, nr. KOA 01.043, Nieuwegein.
- Verbeek L (2005) Vegetatieontwikkeling in het beekdal van de Beerze. Overstroming en sedimentatie in een waterbergingsgebied. Rapport Wageningen UR, Erosie en Bodem- & Waterconservering, Wageningen.

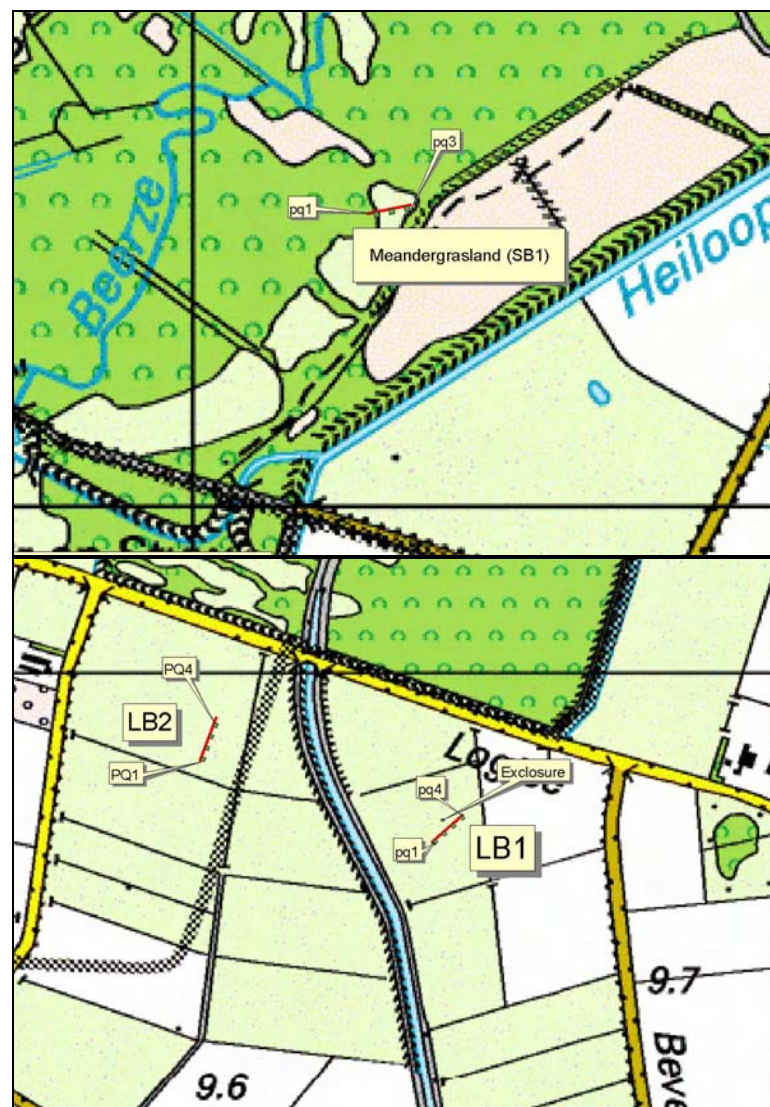
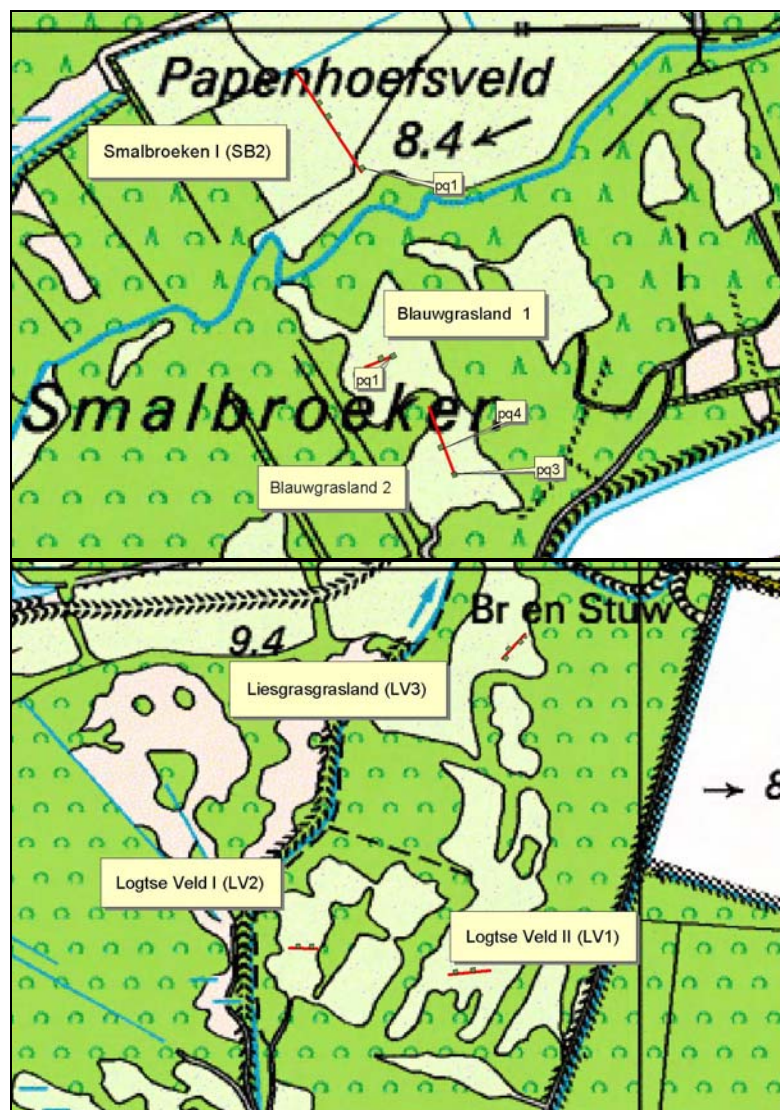
BIJLAGE 1: Codes en omschrijving meetlocaties

[illegible]

BIJLAGE 2: Bodembeschrijving meetlocaties

locatie	diepte (cm)	bodembeschrijving
LR-1	0 - 12	zand, aP, bruin
	12 - 40	zand, cP, geel/roestig, vrij schoon
	40 - 50	zand, idem, lemig
	50 - 75	zand, idem, veel organische stof, begroeiingsresten
	75 > 150	zand, cP, blond, middelfijn
LB-2	0 - 20	klei, humeus, iets zand
	20 - 30	klei/veen, zeer sterk humeus
	30 - 45	veen/zand aP geleidelijke overgang
	45 > 170	zand, grijs, bovenin iets doorgroeid
LB-3	0 - 15	zand, iets humeus
	15 - 16	zand, geel, enkel spoortje doorgroeiing
	16 > 100	zand blauwgrijs, vrij zacht, (U=100-120)
LV-1	0 - 16	klei/teeltaarde, sterk humeus
	16 - 45	klei, zwaar, bruin
	45 - 62	klei, idem, humeus tot sterk humeus
	62 > 170	zand, acP, fraai
LV-2	0 - 20	zode, klei, humeus, veel doorgroeiing
	20 - 70	zand, acP, lemig, mooi doorgroeid
	70 - 120	zand, cP, schoon
	120 > 170	zand, idem, vrij veel doorgroeiingsresten
LV-3	0 - 30	veen, onderin iets kleiig
	30 - 50	zand, sterk kleiig, bovenin wat humeus, aP
	50 - 170	zand, grijs, U=100, cP, vrij hard
	170 > 330	zand, grijs/blond, middelfijn, cP, vrij hard, enkele grindjes
LV-4	0 - 45	veen, bovenin zode en daarna ook sterk hum. klei
	45 - 60	zand, aP, mooi doorgroeid
	60 > 170	zand, cP, grijs
LV-5	0 - 25	klei, zeer sterk humeus, iets zandig
	25 - 70	zand, wat lemig, kleiig
	70 - 120	klei, zandig, mooi doorgroeid
	120 > 350	zand, soms iets lemig, vrij fijn, ook wat doorgroeiings materiaal
LV-6	0 - 30	veen/zand, sterk zandig, zode
	30 - 90	veen, soms wat kleiig
	90 - 125	zand, acP, iets doorgroeid
	125 > 170	zand, idem, iets doorgroeid, lemig, fijnzandig
LV-7	0 - 10	veen, sterk kleiig, sterk humeus
	10 - 22	klei, weinig
	22 - 90	zand, acP, enkele doorgroeiingsresten
	90 > 100	zand, cP, vrijwel schoon
SB-1	0 - 13	klei, humeus, bouwvoor
	13 - 25	zand, ijzer/roesthoudend, wat lemig
	25 - 35	zand, geel/grijs
	35 - 75	zand, grijs
	75 > 155	zand, blauw/grijs
SB-4	0 - 15	klei, humeus, gras zode
	15 - 30	zeer hard, roest/ijzer, veraard/versteend, donker bruin, zand?
	30 - 80	zand, bP, bruin, iets lemig
	80 - 310	zand, cP, middelfijn, lichtgeel overgaand in grijs, iets lemig
	310 > 370	zand, idem, iets meer lemig, vrij fijn, soms duidelijke lemige banden

BIJLAGE 3A: Ligging van de raaien (codes RWS-RIZA; zie Bijlage 1)



BIJLAGE 3B: Coördinaten van de raaien en pq's (vegetatie)

Naam raai: codes RWS-RIZA (zie Bijlage 1). De coördinaten geven het midden van de proefvlakken aan. De bodemonsters zijn per locatie gestoken, niet per pq.

NAAMRAAI	PQ_NUMMER	X_COORDINA	Y_COORDINA
Blauwgrsl. 1	pq1	147595	396696
Blauwgrsl. 1	pq2	147584	396694
Blauwgrsl. 2	pq3	147653	396586
Blauwgrsl. 2	pq4	147640	396611
Logtse Baan I	Excl	146591	394818
Logtse Baan I	pq1	146582	394791
Logtse Baan I	pq2	146593	394801
Logtse Baan I	pq3	146605	394811
Logtse Baan I	pq4	146616	394821
Logtse Baan II	pq1	146296	394893
Logtse Baan II	pq2	146301	394907
Logtse Baan II	pq3	146306	394921
Logtse Baan II	pq4	146311	394935
Logtse Veld I	pq1	146624	395565
Logtse Veld I	pq2	146608	395566
Logtse Veld II	pq3	146789	395537
Logtse Veld II	pq4	146808	395538
Liesgras-grasland	pq1	146846	395896
Liesgras-grasland	pq2	146849	395907
Liesgras-grasland	pq3	146863	395915
Liesgras-grasland	pq4	146868	395921
Meandergrasland	pq1	147172	396271
Meandergrasland	pq2	147186	396274
Meandergrasland	pq3	147201	396276
Smalbroeken 1	pq1	147567	396870
Smalbroeken 1	pq2 e	147544	396902
Smalbroeken 1	pq3	147535	396918
Smalbroeken 1	pq4	147527	396931