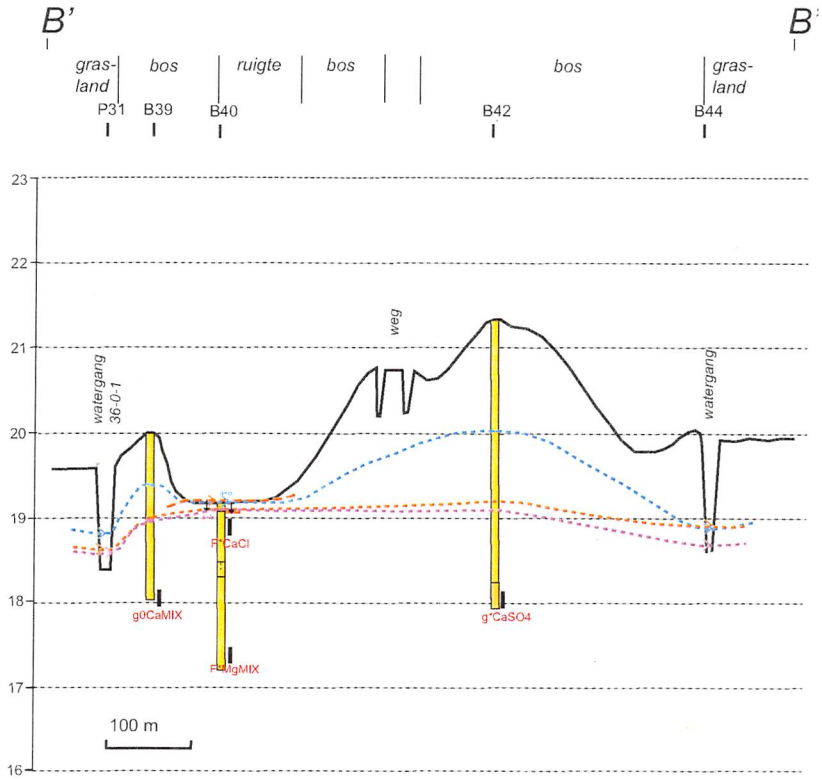
kiwa
Partner for progress

KWR 04.038
November 2004

OBN-vooronderzoek in Vetpot en Bergvennen

Resultaten en inrichtingsplan



Partner for progress

KWR 04.038
November 2004

OBN-vooronderzoek in Vetpot en Bergvennen

Systeembeschrijving en inrichtingsplan

© 2004 Kiwa N.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij electronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Opdrachtgever
Bosgroep Noord-Oost Nederland,
Stichting Twickel
Stichting het Overijssels Landschap

Projectnummer
304074.023

Kiwa N.V.
Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511
Fax 030 60 61 165
Internet www.kiwa.nl

Inhoud

	Inhoud	**1**
	Samenvatting	**3**
1	**Inleiding**	**7**
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doelstelling	10
2	**Hydro-ecologische systeemanalyse**	**15**
2.1	Geologie en bodem	15
2.2	Regionale bodemopbouw	15
2.2.1	Voorkomen van kalk	15
2.2.2	Bodemtypen	17
2.2.3	Fosfaatverzadiging	18
2.3	Regionale hydrologie	18
2.3.1	Geohydrologie	18
2.3.2	Kwel en inzijging	20
2.3.3	Grondwaterstanden in de regio	20
2.3.4	Oppervlaktewater	21
2.3.5	Historische ligging van vennen en natte gebieden	23
2.3.6	Ingrepen in de waterhuishouding	24
2.3.7	Veranderingen in grondwaterstanden	26
2.3.8	Resultaten van de Grontmij-studie	26
2.4	Hydrochemie diepe grondwater	26
3	**Lokale hydro-ecologische analyse**	**29**
3.1	Bodemkartering in de landbouwpercelen	29
3.1.1	Methode	29
3.1.2	Resultaten	30
3.2	Hydrologie en hydrochemie	31
3.2.1	Methode	31
3.2.2	Oppervlaktewaterpeilen	32
3.2.3	Waterstanden per deelgebied	32
3.2.4	Hydrochemie	34
3.3	Basen- en ijzerchemie van de bodem	38
3.4	Vegetatie	39
3.4.1	De Bergvennen	39
3.4.2	De Vetpot	40
4	**Het Brecklenkampsche Veld als referentie**	**45**
4.1	Vegetatie	45
4.2	Hydrologie	45

© Kiwa N.V.

4.3	Vergelijking tussen Vetpot en Brecklenkampsche Veld	46
5	**Synthese**	**47**
5.1	Hydrografie	47
5.2	Grondwatersystemen	47
6	**Conclusies**	**51**
6.1	Hydro-ecologisch onderzoek: voldoet de waterhuishouding?	51
6.2	Herinrichting: tot welke diepte afgraven?	54
6.3	Herstelmaatregelen in de reservaten	57
6.4	Vervolgbeheer: extra overgangsbeheer noodzakelijk?	57
6.5	Volgorde van de maatregelen	58
	Literatuur	**59**
1	**Bijlage: stamgegevens peilbuizen en peilschalen**	**61**
2	**Bijlage: tijdstijghoogtelijnen van peilbuizen in omgeving Vetpot en Bergvennen**	**63**
3	**Bijlage: data hydrochemie watermonsters**	**67**
4	**Bijlage: data bodemchemie**	**71**
5	**Bijlage: historische ligging van watergangen, vennen en natte laagten**	**73**
6	**Bijlage: tijdstijghoogtelijnen waterstanden in Vetpot en Bergvennen**	**77**
7	**Bijlage: bodemkartering**	**89**
8	**Bijlage: geohydrologische en hydrochemische doorsneden met Stuyfzandcodes**	**99**
9	**Bijlage: hydochemische doorsneden met ionwaarden**	**107**
10	**Bijlage: details van ontgravingsplan**	**121**
11	**Bijlage: Stuyfzand-typologie voor hydrochemische typering**	**123**

Samenvatting

De natuurreservaten Vetpot (eigendom Stichting Twickel) en Bergvennen (eigendom Overijssels Landschap) zijn aangewezen als Habitatrichtlijngebied. Deze twee natuurgebieden maakten deel uit van een groot heide- en venlandschap in Noordoost-Twente en het aangrenzende Duitsland. In het kader van de provinciale natuurgebiedsplannen Noordoost-Twente en eventuele Duitse Renaturierungsprojecten kan deze natuurlijke eenheid weer versterkt worden. De afgelopen decennia is de kwaliteit van de natuur in beide reservaten sterk achteruitgegaan als gevolg van verdroging, vermesting en verzuring. Dit onderzoek heeft als doel in beeld te brengen welke maatregelen noodzakelijk zijn in en buiten beide reservaten om te komen tot herstel van beide natuurreservaten. Omdat eerdere studies veel inzicht verschafte over de regionale hydrologie en de herstelmogelijkheden voor zwak gebufferde venvegetaties in de Bergvennen, richt deze studie zich op de lokale processen en knelpunten in de Vetpot en het aansluitende westelijke deel van de Bergvennen. Het onderzoek werd gefinancierd door het Overlevingsplan Bos en Natuur.

De onderstaande vragen worden door deze studie beantwoord (zie voor ligging van laagten en vennen figuur 1).

1. Kunnen onder de huidige hydrologische omstandigheden met de beoogde herstelmaatregelen de nagestreefde doelvegetatietypen worden gerealiseerd?

In de laagte Vetpot west kan geen enkel doelvegetatietypen worden ontwikkeld. In en bij het ven Vetpot midden en de laagte Vetpot oost kunnen alleen natte en droge heiden worden ontwikkeld en geen zwak gebufferde venvegetatie. In de Bergvennen zijn in een deel van de vennen reeds zwak gebufferde venbegroeiingen aanwezig als gevolg van eerdere OBN-maatregelen. In het Pluzenven en Kleine ven kunnen geen zwak gebufferde venbegroeiingen worden ontwikkeld. Voor alle deelgebieden geldt dat de subassociatie van Veenmos van de Dopheide-associatie marginaal kan worden ontwikkeld.

2. Zo nee, wat waren dan de hydrologische omstandigheden in de niet-aangetaste situatie en hoe functioneerde het toenmalige hydrologische systeem?

Voor de sterke ontwatering waren de laagste en hoogste grondwaterstand hoger. Grondwaterstanden zakten in de vennen vermoedelijk niet dieper weg dan 40-80 cm. De laagte Vetpot west inundeerde langdurig. In de laagte Vetpot west heerste zwak gebufferde omstandigheden en lokaal relatief basenrijke omstandigheden die samenhingen met de kwel van basenrijk grondwater uit een lokaal grondwatersysteem. In de dekzandruggen trad een sterkere en langduriger opbolling van de freatische stand op gedurende de winter en het vroege voorjaar dan momenteel het geval is. Deze opbolling zorgde samen met de periodieke inundatie in de laagte voor toestroming van lokaal grondwater naar de laagte. Op de overgang van vennen en laagtes naar de dekzandruggen trad vroeger ook lokale kwel op van basenarm grondwater.

3. Welke veranderingen in de waterhuishouding en in welke mate beperken deze de kansrijkdom van de beoogde herstelmaatregelen?

Lokale ontwatering door sloten en buisdrainage is de belangrijkste oorzaak van de verdroging. Deze ontwatering is voornamelijk tot stand gekomen tijdens de ruilverkaveling in de jaren '50 en '60. De watergang 36-0-1-1 en haar zijtak ten westen van de Vetpot hebben de meest negatieve invloed. Deze watergangen zijn diep en draineren daardoor sterk. Vooral de laagte Vetpot west wordt sterk ontwaterd. In de westelijke Bergvennen zal de watergang een sterk effect verlagend effect hebben op de zomergrondwaterstand van het Rietven. De drainage door de watergangen 36-0-1-1 en 33-0-0-33 voorkomt een langdurige opbolling van de grondwaterstand in de dekzandrug ter plaatse van het bos Vetpot noord. Hierdoor wordt er nauwelijks basenrijk grondwater opgeperst worden aan de noordzijde van de laagte Vetpot west. Vroeger trad kwel op van basenrijk grondwater aan de randen van de laagte. Naast de diepe watergangen zorgen ook een aantal kleinere ontwateringswerken (sloten, buisdrainage) net ten zuiden van de Vetpot voor verdroging van de Vetpot. In de laagte Vetpot west heeft toename van de verdamping als gevolg van bosvorming in belangrijke mate bijgedragen aan de verdroging. Deze bebossing was juist medeveroorzaakt door de eerder opgetreden verdroging.

De huidige ontwatering in de omgeving maakt de ontwikkeling van alle doelvegetatietypen in de laagte Vetpot west onmogelijk. Hier zijn de waterstanden te laag door verdroging en de pH is te laag door het ontbreken van basenrijke kwel. Het voormalige ven dat in deze laagte voorkwam staat nu permanent droog. De kwel is hier ook door de ontwatering verdwenen. De ontwatering frustreert ook de ontwikkeling van de Associatie van Vlottende bies in het ven Vetpot midden. Deze plantengemeenschap kan ook in de westelijke Bergvennen (o.a. Rietven) niet voorkomen wegens verlaging van de grondwaterstand (te lage zomerstanden). Herstel van natuur in landbouwpercelen wordt eveneens sterk beperkt door de ontwatering. Door de diepe drooglegging is de zone waarin grondwaterafhankelijke vegetatie kan worden ontwikkeld sterk beperkt. Groot knelpunt is dat de watergang 36-0-1-1 en haar zijtak aan de westkant van de Vetpot twee voormalige vennen doorsnijden.

Door aanleg van wallen tussen enerzijds de natuurreservaten en anderzijds de agrarische percelen zijn tevens vennen en natte laagten die vroeger met elkaar in verbinding stonden van elkaar geïsoleerd. Door deze isolatie wordt de verspreiding van soorten beperkt. Veel plantensoorten worden namelijk verspreid door stroming van water.

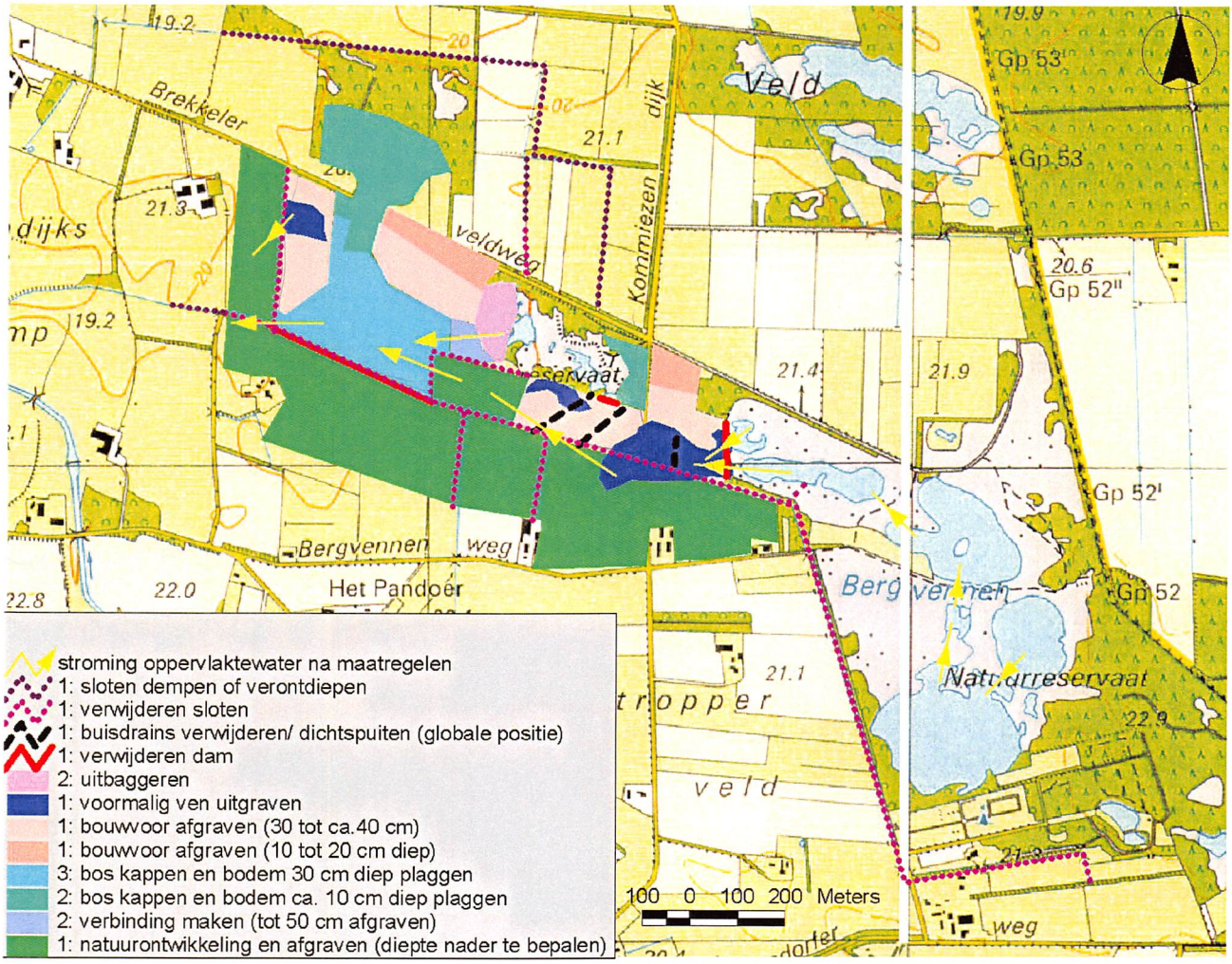
4. Welke maatregelen in de waterhuishouding zijn noodzakelijk om wel succesvol herstel te realiseren? en
5. Tot welke diepte moeten de voormalige landbouwgronden worden afgegraven en waar moeten kades worden verwijderd om (1) herstel mogelijk te maken van sturende hydrologische processen die de standplaatscondities van de beoogde plantengemeenschappen in de bestaande reservaten bepalen en (2) dispersie te stimuleren van soorten uit de zaadbank naar de bestaande reservaten.

De kaart geeft aan welke maatregelen in de waterhuishouding en welke graaf- en plagwerkzaamheden noodzakelijk zijn voor herstel van de huidige reservaten, van de verbinding tussen de reservaten en van de gedempte vennen. De nummers 1, 2 en 3 in de legenda van de kaart geven de volgorde waarin de maatregelen dienen te worden uitgevoerd. Allereerst zijn de hydrologische maatregelen en de herinrichting van omliggende agrarische percelen noodzakelijk. Pas als deze maatregelen zijn uitgevoerd hebben maatregelen binnen de Vetpot zin (plaggen, baggeren, bos kappen). Het plaggen van de laagte Vetpot west dient pas plaatsvinden als de grondwaterkwaliteit is hersteld.

6. Welke overgangsbeheer is noodzakelijk na uitvoering van de maatregelen en voordat tot uitvoering van regulier beheer kan worden overgegaan?

Op de voormalige landbouwgronden en in de laagte van de westelijke Vetpot dient na het afgraven en plaggen te worden gemaaid in juli en het maaisel te worden afgevoerd zodra een productieve vegetatie ontstaat. Doel van dit overgangsbeheer is verschraling zodat doelvegetatietypen van voedselarme omstandigheden kunnen ontstaan. Op het moment dat een laagproductieve begroeiing ontstaat, kan worden overgeschakeld op regulier beheer dat bestaat uit minder intensief maaibeheer. Voor de duur van het overgangsbeheer is geen exacte termijn voor te geven. De beheerder dient te rekenen op minstens 5-10 jaar op diep afgegraven landbouwgronden en geplagd natuurgebied en ca. 15-25 jaar op ondiep of niet afgegraven landbouwgrond. De exacte planning hangt af van de ontwikkeling van de vegetatie.

Kaart met voorstel maatregelen.



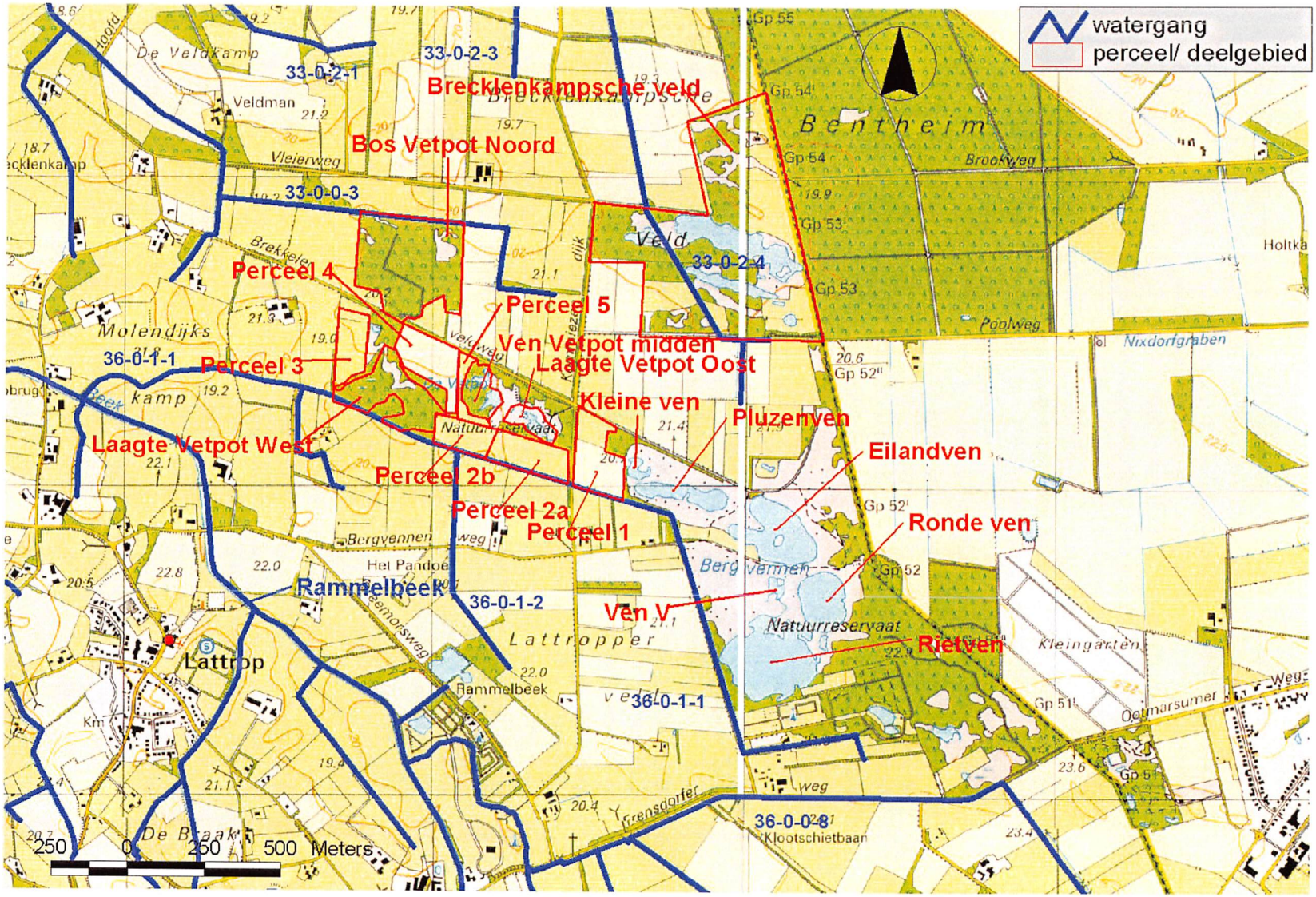
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Noord-Deurninger Veld, het Lattropsche Veen, het Lattropsche Veld, de Vetpot, het Brecklenkampsche Veld en de Bergvennen vormden samen met het Duitse Frensdorfer Broek en –vennencomplex een uitgestrekte, natuurlijke en grensoverschrijdende eenheid van het natte-heidelandschap op dekzand (zie figuur 1). Zowel aan Nederlandse als aan Duitse zijde zijn in de tweede helft van de twintigste eeuw belangrijke delen van deze eenheid ontgonnen. De Vetpot, de Bergvennen, het Brecklenkampsche Veld en het Forst Bentheim (deels het vroegere Frensdorfer Broek) zijn binnen deze natuurlijke eenheid de kernen van waaruit naast behoud ook herstel en ontwikkeling van het heidelandschap kan plaatsvinden (zie figuur 1). Op het terrein van beleid en regelgeving treden ontwikkelingen op die de bijzondere natuurwaarden en -potenties van het gebied onderkennen. In het kader van de provinciale natuurgebiedsplannen Noordoost-Twente en eventuele Duitse Renaturierungsprojecten kan deze natuurlijke eenheid weer versterkt worden. De Vetpot en Bergvennen zijn voorgedragen voor een aanwijzing als Habitatrichtlijngebied in het kader van de implementatie van de EU-Habitatrichtlijn. Dit stelt zowel de overheid en provincie als de natuur- en waterbeheerders voor de opgave om bijzondere habitattypen in stand te houden cq te verbeteren en herstellen. Het Waterschap Regge en Dinkel heeft beide natuurgebieden aanwezen als karakteristiek watergebied voor de regio. In het kader van de reconstructie wordt in het gebied extensivering nagestreefd. Op termijn zal een aaneengesloten grensoverschrijdend natuurgebied ontstaan met een scala aan bijzondere plantengemeenschappen uit het natte-heidelandschap. Naast een groot areaal natte heide (*Ericetum tetralicis*) bestond dit gebied uit droge heide (*Genisto anglicae-Callunetum*), vennen (diverse gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse; *Littorelletea*), kleine-zeggenmoerassen (gemeenschappen van het *Caricion nigrae*), Gagelstruwelen (struwelen van *Myrica gale*) en lokaal blauwgraslanden (*Cirsio-Molinietum*), rietmoerassen (gemeenschappen van het *Phragmition*), begroeiingen van het Dwergbiezen-verbond (*Nanocyperion*) en elzenbroeken (*Carici elongatae-Alnetum*). Binnen deze landschappelijke eenheid zijn er plannen voor (verder) herstel van de deelgebieden Bergvennen en Vetpot. Herstel van zwak gebufferde milieus kan ook weer kansen bieden voor terugkeer van de Medicinale bloedzuiger. Deze Habitatrichtlijnsoort kwam vroeger voor in de Vetpot.

De Bergvennen is in eigendom van Landschap Overijssel en de Vetpot van de Stichting Twickel. In beide gebieden zijn door de beheerders de laatste jaren maatregelen genomen in het kader van de regeling EGM/OBN. Deze maatregelen waren gericht op herstel van vennen en van (natte) heide. De resultaten van deze maatregelen zijn hoopgevend. In de Bergvennen is de Waterlobelia-Biesvaren-associatie over grote oppervlakten hersteld, terwijl langs de hogere venranden soortenrijke natte-heidebegroeiingen zijn geregenereerd. In de Oostelijke Vetpot hebben zich eveneens soortenrijke natte heiden hersteld. Het herstel van een opgeschoond ven is echter minder succesvol verlopen. In plaats van de oorspronkelijk aanwezige soortenrijke Oeverkruidgemeenschappen heeft zich een soortenarme rompgemeenschap gevestigd van Waterveenmos en Knolrus ontwikkeld, die duidt op te zure en/of ammoniakrijke omstandigheden.

Figuur 1 Topografie van het studiegebied met benaming van laagten, vennen en percelen (rood) en namen en codes van waterlopen (blauw).



Landschap Overijssel en Stichting Twickel willen het herstel van hun eigendommen voortvarend voortzetten. Omdat hun bezittingen hydro-ecologisch een geheel vormen, zijn zij van plan de komende jaren in gezamenlijkheid te werken aan verder herstel van natuurwaarden. Daartoe willen beide beheerders effectgerichte maatregelen nemen in hun eigendommen. Ze denken daarbij aan het plaggen van gronden waarop eerst houtopslag en struwelen zijn verwijderd, het uitbaggeren van vennen en het plaggen van andere geëutrofiëerde onderdelen. Tevens willen de beheerders de komende jaren diverse voormalige landbouwpercelen herinrichten tot natuurterrein, te beginnen bij het recent verworven perceel. Het gaat hier om landbouwgronden, waarin zich ontgonnen vennen en moerassige laagten bevinden die vroeger omgeven waren door natte heiden. Deze herinrichting staat ten dienste van het realiseren van de doelstellingen in de bestaande natuurterreinen. Het herinrichten van deze percelen zorgt er vermoedelijk voor dat de sturende processen, die de benodigde standplaatscondities van de beoogde plantengemeenschappen in de bestaande natuurterreinen bepalen, weer kunnen gaan functioneren. Het opnieuw activeren van deze processen is daarmee vermoedelijk een randvoorwaarde voor het herstel van de bestaande natuurgebieden.

De beheerders weten echter zonder voorafgaand onderzoek niet of de beoogde maatregelen zullen leiden tot de realisatie van de nagestreefde natuurdoelen ofwel tot terugkeer van de vroeger aanwezige – hierna te beschrijven – grond- en oppervlaktewaterafhankelijke plantengemeenschappen van matig voedselrijke en voedselarme omstandigheden. Ze vermoeden met name een sterk negatieve invloed van de ten westen en ten zuiden van de Bergvennen en de Vetpot gelegen waterschapsleiding (Jansen et al., 1997). Maar ook kleinere sloten die aantakken op deze leiding, een diepe watergang aan de noordzijde van de noordelijke Vetpot en buisdrains kunnen van invloed zijn op de waterhuishouding van de huidige natuurterreinen. Met ander woorden de beheerders zijn onzeker over de effectiviteit van de voorgenomen maatregelen onder de huidige waterhuishoudkundige omstandigheden en inrichting.

Deze onzekerheid komt voort uit:
1. de ervaringen na de uitvoering van maatregelen in de oostelijke Vetpot;
2. de noodzaak tot oppompen van grondwater om het zeer zwak gebufferde karakter van de vennen in de Bergvennen in stand te houden;
3. een eerder uitgevoerde quick-scanstudie in de westelijke Vetpot, waarin op basis van expertkennis wordt geconcludeerd dat de waterschapsleiding een drainerende werking heeft op de oostelijke en westelijke Vetpot (Jansen et al., 1997)
4. ervaringen in andere Twentse natuurterreinen waar na het nemen van herstelmaatregelen in combinatie met antiverdrogingsmaatregelen wél vergaand natuurherstel optrad (De Bruijn en Hofstra, 1997; Jansen, 2000; Aggenbach et al., 2004).

In en rond de Vetpot en Bergvennen is recentelijk een aantal studies uitgevoerd. De studie van de Grontmij (1993) betreft hydrologisch model berekeningen die zijn uitgevoerd op regionale schaal en een voorspelling van welke natuurdoeltypen realiseerbaar zijn in het landbouwgebied tussen Bergvennen en Brecklenkampsche Veld. Ten behoeve van het herstel van de Waterlobelia-Biesvaren-associatie is door de Universiteit van Nijmegen in de Bergvennen een uitgebreid hydrochemisch onderzoek uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor het Brecklenkampsche Veld, waar het herstel van diverse andere Oeverkruid-gemeenschappen werd nagestreefd (De Graaf, 2000). Door Kiwa werd een quick-scanstudie uitgevoerd in de westelijke Vetpot (Jansen et al., 1997). Deze studies hebben geleid tot (1) inzicht in het functioneren

van de waterhuishouding op regionale schaal en (2) inzicht in de grote herstelmogelijkheden van de Bergvennen en het Brecklenkampsche Veld. Inzicht in het functioneren van de waterhuishouding op lokale schaal – een randvoorwaarde voor succesvol herstel – van de Vetpot en het aangrenzende deel van de Bergvennen werd met deze studies echter nauwelijks verworven of was volledig gebaseerd op deskundigenkennis. Metingen aan grondwaterstand, grondwaterkwaliteit en chemische bodemsamenstelling werden in de laatstgenoemde gebieden en in de daarvoor relevante studies niet uitgevoerd. Voordat de beheerders grote investeringen willen doen in de laatstgenoemde gebieden, willen ze er zeker van zijn dat deze maatregelen onder de huidige lokale hydrologische omstandigheden ook daadwerkelijk effectief zullen zijn. Vandaar dat in OBN-kader dit hydro-ecologisch vooronderzoek op lokale schaal in het westelijke deel van de Bergvennen en de Vetpot is uitgevoerd.

1.2 Doelstelling

Dit vooronderzoek moet leiden tot het beantwoorden van de volgende zes vragen:

1. Kunnen onder de huidige hydrologische omstandigheden met de beoogde herstelmaatregelen de nagestreefde doeltypen worden gerealiseerd?
2. Zo nee, wat waren dan de hydrologische omstandigheden in de niet-aangetaste situatie en hoe functioneerde het toenmalige hydrologische systeem?
3. Welke veranderingen in de waterhuishouding en in welke mate beperken deze de kansrijkdom van de beoogde herstelmaatregelen?
4. Welke maatregelen in de waterhuishouding zijn noodzakelijk om wel succesvol herstel te realiseren?
5. Tot welke diepte moeten de voormalige landbouwgronden worden afgegraven en waar moeten kades worden verwijderd om (1) herstel mogelijk te maken van sturende hydrologische processen die de standplaatscondities van de beoogde plantengemeenschappen in de bestaande reservaten bepalen en (2) dispersie te stimuleren van soorten uit de zaadbank naar de bestaande reservaten.
6. Welke overgangsbeheer is noodzakelijk na uitvoering van de maatregelen en voordat tot uitvoering van regulier beheer kan worden?

Op basis van de uitkomsten van het vooronderzoek wordt besloten of en op welke wijze effectgerichte maatregelen worden uitgevoerd. De intentie is dat de kosten van het vooronderzoek een fractie van het uitvoeren van maatregelen bedragen.

Gelet op de hydrologische samenhang van de terreinen, waarbij de te herstellen terreinen (de Vetpot en het westelijke deel van de Bergvennen) gestuurd worden door de bovenstrooms gelegen terreinen, willen wij het benodigde onderzoek voor de beantwoording van deze vragen niet beperken tot deze terreinen zelf, maar ze plaatsen binnen de context van hun omgeving. Het onderzoeksgebied is daarom hetzelfde als dat van de Grontmij-studie (1993) en omvat naast de genoemde natuurgebieden een enkele kilometers brede zone daar omheen. De Grontmij-studie geeft weliswaar een beeld van de regionale hydrologie, maar niet van de lokale hydrologische omstandigheden van de te herstellen gebieden. De gevolgde aanpak was daarvoor te grofschalig. Deze lokale omstandigheden bepalen echter of uitvoering van de herstelmaatregelen zal leiden tot realisatie van de nagestreefde natuurdoelen. In het vooronderzoek worden de te herstellen terreinen gedetailleerd onderzocht (lokale aanpak via metingen). De data en inzichten zoals die verworven zijn in het lokale onderzoek worden vervolgens geplaatst binnen de regionale context, zoals die is

beschreven in de Grontmij-studie. Op basis daarvan kan de effectiviteit van de voorgenomen maatregelen worden bepaald.

Hydro-ecologisch onderzoek: voldoet de waterhuishouding?

Voordat de beheerders besluiten over te gaan tot uitvoering van maatregelen, gericht op verder herstel van de natuurwaarden in de Vetpot en de westelijke Bergvennen, willen ze een eenduidig antwoord hebben op de volgende vragen:

- *Vraag 1*: Kunnen onder de huidige hydrologische omstandigheden met de beoogde herstelmaatregelen de nagestreefde doeltypen worden gerealiseerd?
- *Vraag 2*: Zo nee, wat waren dan de hydrologische omstandigheden in de niet-aangetaste situatie en hoe functioneerde het toenmalige hydrologische systeem?
- *Vraag 3*: Welke veranderingen in de waterhuishouding en in welke mate beperken deze de kansrijkdom van de beoogde herstelmaatregelen?
- *Vraag 4*: Welke maatregelen in de waterhuishouding zijn noodzakelijk om wel succesvol herstel te realiseren?

Deze vragen kunnen alleen betrouwbaar worden beantwoord wanneer de waterhuishouding in meer detail (lokale schaal) en meer gekwantificeerd bekend is dan thans het geval is. Dit vereist nader onderzoek, waarin wordt gemeten in de te herstellen terreinen en hun naaste omgeving.

Herinrichting: tot welke diepte afgraven?

Zoals eerder gezegd staat het realiseren van de natuurdoelstellingen in de bestaande reservaten centraal en staan de herin te richten landbouwgronden ten dienste van dit doel. In veel gevallen is bij de ontginning van zwak golvende dekzandgebieden het oorspronkelijke reliëf geëgaliseerd. Dit heeft diverse consequenties (gehad) voor de realisatie van de doelstellingen in de aangrenzende natuurreservaten:

- De oppervlakkige afstroming van het mengsel van grond- en regenwater vanuit de bovenstrooms gelegen natuurreservaten wordt belemmerd, waardoor in het natuurgebied een veel langere stagnatie van regenwater optreedt dan van nature het geval was. Dit leidt tot verzuring van het natuurgebied. Omdat vooral aan de zuidzijde van de westelijke Vetpot kaden aanwezig zijn, hebben wij het sterke vermoeden dat dit probleem speelt in de het studiegebied;
- De instroming van voedselrijk oppervlaktewater in het natuurgebied in het verleden dat vanuit bovenstrooms gelegen landbouwgronden oppervlakkig afstroomt naar het reservaat, waardoor een sterke eutrofiëring optrad van natte delen in het reservaat. Dit speelde zowel in de Bergvennen als in de westelijke Vetpot;
- De oorspronkelijke zaadbank wordt niet blootgelegd wanneer op de landbouwgronden direct wordt overgegaan tot een verschralingsbeheer van maaien en afvoeren. Veel soorten van de nagestreefde doeltypen hebben een zeer beperkte zaadbank (Jansen, 2000). Het blootleggen van de zaadbank in de voormalige landbouwgronden levert daardoor een belangrijke bijdrage aan het herstel van de bestaande natuurreservaten doordat rode-lijstsoorten die alleen op de voormalige landbouwgronden terugkeren – en niet in het reservaat - zich vandaar uit kunnen verspreiden naar de reservaten. Dit verschijnsel is bijvoorbeeld goed bekend van het natuurgebied Stroothuizen, waar na uitgekiende ontgraving van een maïsakker diverse rode-lijstsoorten die nog aanwezig waren in de zaadbank onder de voormalige maïsakker zich daar als

eerste vestigden en zich van daaruit vervolgens verspreidden in het reservaat. Met andere woorden het opstellen van een uitgekiend ontgravingsplan voor de voormalige landbouwgronden draagt bij aan een toename van de biodiversiteit in de bestaande reservaten doordat de kans op het treffen van rode-lijstsoorten in de zaadbank toeneemt naarmate de zaadbank in de bodem over een groter oppervlak wordt blootgelegd. Belangrijk is daarbij ook dat de soorten zich goed kunnen verspreiden. Omdat verspreiding van zaden via het oppervlaktewater een belangrijk verspreidingsmechanisme is van veel bedreigde soorten, dient onderzocht te worden of de ontgraafde delen en reservaten via oppervlaktewaterstroming met elkaar kunnen worden verbonden. Deze verbindingen zijn juist door de egalisatie en aanleg van kades verdwenen.

Om de biodiversiteit van de bestaande reservaten te vergroten is daarom herinrichting van de voormalige landbouwgronden noodzakelijk die in eigendom zijn van de aanvragers. Daartoe is een nauwkeurig afgravingsplan noodzakelijk dat gebaseerd is op de vroegere geomorfologie. Van eerder uitgevoerde herstelprojecten op voormalige landbouwgronden in Noordoost-Twente is voorts bekend dat met een goed ontgravingsplan en na herstel van de waterhuishouding zich op zulke gronden bovendien waardevolle plantengemeenschappen kunnen herstellen. Het gaat bijvoorbeeld om natte heiden, kleine-zeggenmoerassen, blauwgraslanden en diverse plantengemeenschappen van vennen hersteld kunnen worden (De Boo, 1996; Eysink & De Bruijn, 1997; Eysink et al., 2000; Jansen, 2000; Aggenbach & Jansen, 2004).

Hoewel hydro-ecologisch onderzoek dus centraal staat in deze aanvraag, dient voor de voormalige landbouwgronden een nauwkeurig afgravingsplan te worden opgesteld ten behoeve van het herstel van de bestaande natuurgebieden. Het onderzoek ten behoeve van een afgravingsplan richt zich op het in beeld brengen van de ligging van de bovenzijde van de oorspronkelijke bodemprofielen, waarin een grote hoeveelheid zaden aanwezig is. Het blootleggen van deze zaadbank is, zoals boven al beknopt aangegeven, van groot belang voor het herstel van de vroeger aanwezige plantengemeenschappen in de bestaande reservaten.

De vijfde vraag die in het kader van het vooronderzoek zal worden beantwoord is dan ook:

- *Vraag 5*: Tot welke diepte moeten de voormalige landbouwgronden worden afgegraven en waar moeten kades worden verwijderd om (1) herstel mogelijk te maken van sturende hydrologische processen die de standplaatscondities van de beoogde plantengemeenschappen in de bestaande reservaten bepalen en (2) dispersie te stimuleren van soorten uit de zaadbank naar de bestaande reservaten.

Vervolgbeheer: extra overgangsbeheer noodzakelijk?

Na uitvoering van de voorgenomen maatregelen wordt in principe overgegaan tot regulier beheer. Uit ervaringen in vergelijkbare gebieden is echter bekend dat na het nemen van herstelmaatregelen een overgangsbeheer noodzakelijk is voordat kan worden overgegaan tot een regulier beheer. Bij natte schraallanden gaat het bijvoorbeeld om (1) eventuele extra maaibeurten om de nalevering van nutriënten uit voormalige landbouwgronden te bestrijden, (2) het verwijderen van elzenopslag op de geplagde, kale bodems en (3) het na verloop van tijd uitfrezen van in eerste instantie gehandhaafde boomstobben om efficiënter te kunnen maaien.

Het doel van deze stap is om op basis van de onderzoeksresultaten, de aanbevolen uit te voeren maatregelen en de te realiseren doeltypen een overzicht te geven van het noodzakelijke overgangsbeheer. Vervolgens zal worden aangegeven welke van de mogelijke follow-up-maatregelen mede vanuit OBN gefinancierd kunnen worden.

De in deze fase te beantwoorden zesde vraag luidt dan ook:

- *Vraag 6*: Welke overgangsbeheer is noodzakelijk na uitvoering van de maatregelen en voordat tot uitvoering van regulier beheer kan worden overgegaan?

2 Hydro-ecologische systeemanalyse

Figuur 1 geeft de ligging en benaming van laagten, vennen en specifieke percelen die van belang zijn voor deze studie. In dit rapport wordt voor deze locaties betreffende benaming gebruikt.

2.1 Geologie en bodem

De Vetpot en Bergvennen liggen in het dekzandlandschap van Noordoost-Twente (figuur 1). Dit landschap is een zwak glooiend gebied van dekzandruggen, slenken en geïsoleerde laagten. Beide natuurgebieden liggen tussen de Geele Beek/ Rammelbeek in het westen en Vecht in Duitsland. Het dekzandlandschap bevindt zich samen met de uitgestrekte beekdalgronden van de Dinkel en Vecht in een groot met quartaire afzettingen opgevuld glaciaal bekken dat ontstond in de ener laatste IJstijd (Saaliën). De diepte van dit bekken varieert: in het westen wicht het uit tegen de stuwwal van Ootmarsum, in het zuiden wicht het uit tegen de stuwwal van De Lutte en ten oosten van de Vetpot en Bergvennen ter plekke van Nordhorn, is het bekken het diepst (ca. -110 m NAP). Ter plekke van de Vetpot en Bergvennen varieert de diepte van het bekken van west naar oost gaan op -40 tot -70 m NAP (WMO, 1985).

Voor de geohydrologie zijn de quartaire afzettingen van groot belang omdat zich hierin de watervoerende pakketten bevinden. Deze afzettingen rusten op slecht doorlatende tertiaire afzettingen van vooral klei. De quartaire afzettingen zijn van onder naar boven opgebouwd uit kleileem, fluvio-glaciale zanden, fijne bekkenafzettingen, vroeg glaciale afzettingen uit het Weichseliën, dekzanden en ten slotte plaatselijk holecene afzettingen (beekafzettingen van klei, zand en veen). In de Vetpot en Bergvennen is geen klei aanwezig en het gevormde veen is hier eeuwen geleden uitgestoken. Een groot deel van de quartaire afzettingen bestaat uit zand. Hier in bevinden zich slecht doorlatende lagen van kleiig en lemig materiaal en ook veenlaagjes. Deze afzettingen zijn gevormd in het Brørup-interstadiaal en bestaan meestal uit twee slecht doorlatende lagen. De Brørup-laag is min of meer aaneengesloten, maar plaatselijk kunnen er gaten aanwezig zijn. Deze laag bevindt zich op ca. 0-5 m +NAP en dikte ter plekke van de Vetpot en Bergvennen bedraagt 3 tot 6 m (Grontmij, 1993).

2.2 Regionale bodemopbouw

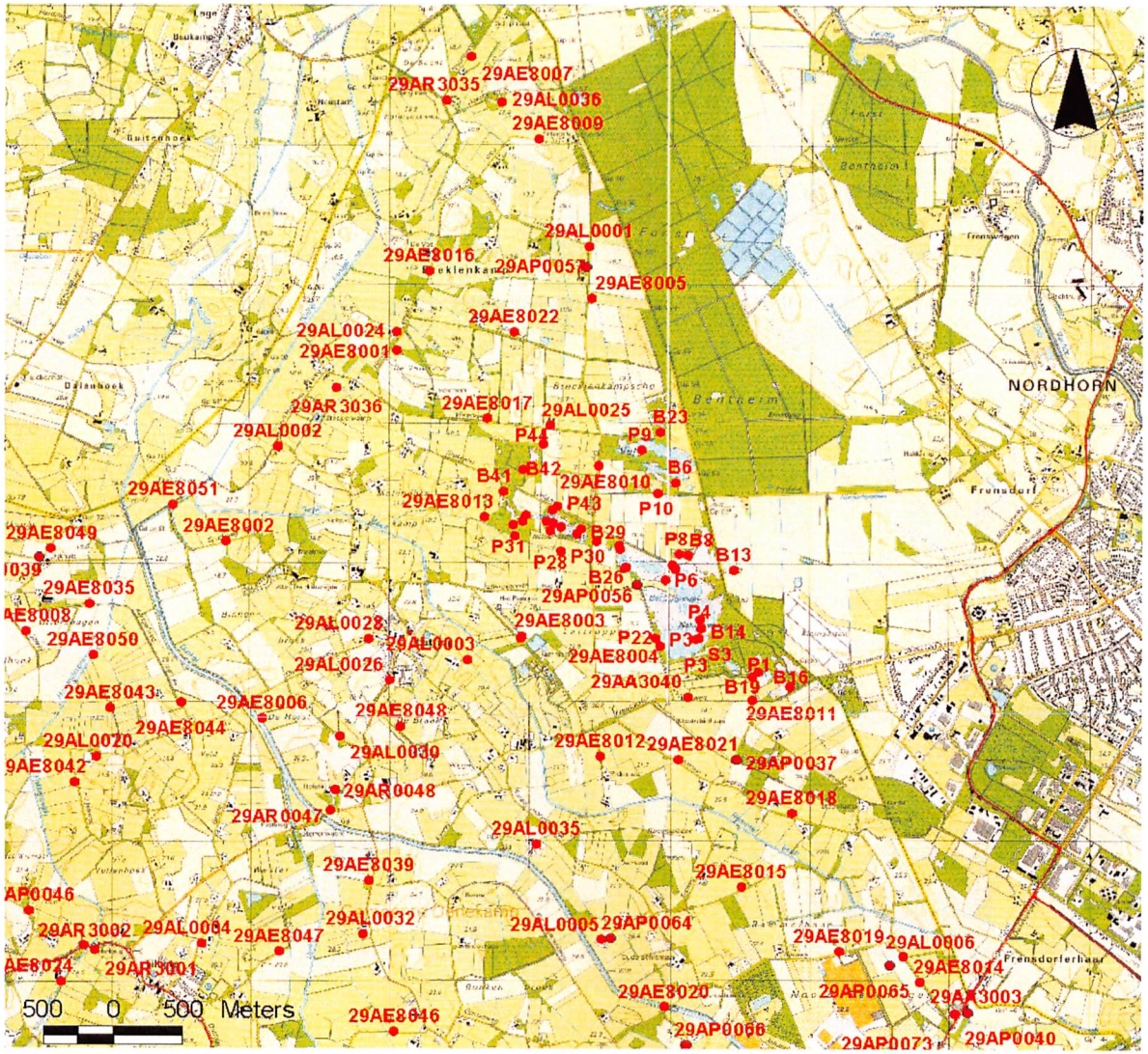
Deze paragraaf bespreekt het voorkomen van kalk, het voorkomen van bodemtypen in en in de omgeving van de Vetpot en Bergvennen en resultaten van eerdere uitgevoerd onderzoek naar de fosfaatverzadiging. Locaties van diepe boringen zijn weergegeven in figuur 2.

2.2.1 Voorkomen van kalk

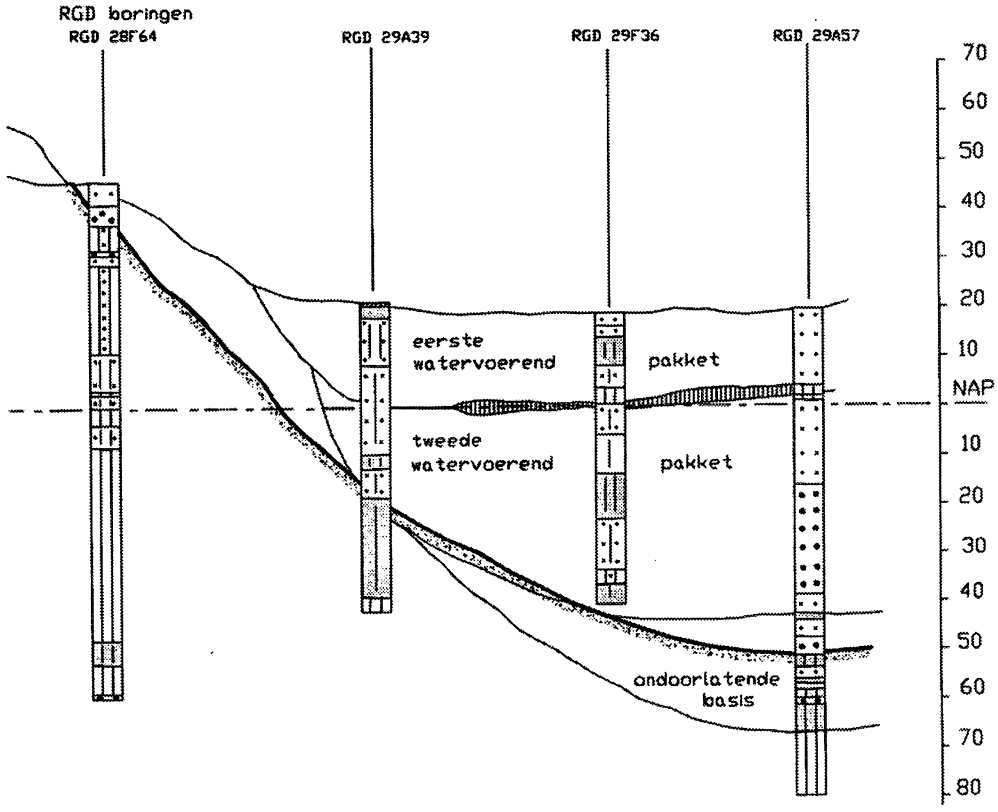
Kalk komt in de bovenste 4-5 meter van het bodemprofiel sporadisch voor in de omgeving van de Vetpot en Bergvennen. Dit blijkt uit raadpleging van het boorarchief van TNO. Dit archief bevat ondiepe boringen van de bovenste 4-5 m die in Noordoost-Twente in een vrij hoge dichtheid zijn uitgevoerd. Slechts in een boring

Figuur 2 Ligging van peilbuizen en diepe boorlocaties in de omgeving van de Vetpot en Bergvennen (gegevens DINO).De ondiepe boringen uit het archief van DINO zijn niet weergegeven vanwege de grote dichtheid.

- chemie grondwater
- locatie peilbuis/peilschaal



Figuur 3 Doorsnede met diepe boringen van west naar oost bij Brecklenkamp (uit Grontmij, 1993).



(404-263-4), 500 m ten zuiden van de westelijke Vetpot komt op 170-300 cm onder maaiveld kalk voor. Een analyse van dezelfde boorgegevens voor heel Twente door Runhaar et al. (2003) geeft aan dat het dichtstbijzijnde gebied met kalk in de bovenste 5 m zich ter plekke van het Bonkenbroek bevindt. Op de locaties waar voor dit onderzoek in de Bergvennen en Vetpot peilbuizen zijn gezet komt tot een diepte van 2-3 m geen kalk voor (getest met de zoutzuur-bruis-methode).

In de diepe boring B29A0056 (westelijk deel Bergvennen) wordt op 29-30 en 74-79 m onder maaiveld kalk aangetroffen en in boring 29A0040 (net ten zuiden van de Bergvennen) op 10,20-21,35 en 28,24-93,60 m -mv. In boring B29A0056 is alleen voor de genoemde lagen de aanwezigheid van kalk bepaald. Uit de beschouwing van de chemische samenstelling van grondwatermonsters van deze locatie (paragraaf 2.4) blijkt dat op een diepte van 11 m en eventueel ondieper kalk aanwezig moet zijn. Er kan daarom geconcludeerd worden dat ter plekke van de Vetpot, Bergvennen en directe omgeving kalk ontbreekt in de bovenste 4-5 meter, kalk zeker aanwezig is vanaf ca 11-13 m diepte en mogelijk ook kalk aanwezig is in de laag tussen 4-5 en 11-13 m. Dit impliceert dat grondwatersystemen met stroombanen ondieper dan 5 m geen kalk kunnen oplossen. Voor aanvoer van basenrijk grondwater zijn dus grondwatersystemen met diepere stroombanen noodzakelijk. Alleen in zulke stroombanen kan het grondwater kalk oplossen.

2.2.2 *Bodemtypen*

Door Grontmij (1993) is een bodemkaart vervaardigd op basis van bodemkaarten (blad 28O en 29 1:50.000), de bodemkartering van Boschloo (1982) en boringen van

het Staring Centrum (1984) (figuur 4). Hieronder worden de bevindingen samengevat.

Over een groot oppervlak zijn onder natte en vochtige omstandigheden veldpodzolen en onder droge omstandigheden haarpodzolen ontstaan. Deze gronden zijn ontwikkeld in leemarm tot zwak lemig fijn zand. Veldpodzolen (Hn21) komen voor in de lagere delen van het dekzandlandschap bij grondwatertrap V, V*, VI en VII voor zo ver deze buiten de beekdalen en laagste slenken liggen. Het voorkomen bij veldpodzolen met grondwatertrap VII duidt op verdroging, omdat veldpodzolen bij nattere omstandigheden ontstaan. Haarpodzolen (Hd21) komen voor langs de Duitse grens bij grondwatertrap VII. In de laagste delen is bij grondwatertrap III de associatie van venige beekdalgronden aanwezig. Het betreft gronden waarvan de samenstelling op korte afstand grote verschillen vertoont. Dit is het geval in de laagte Vetpot west die zich verder naar het westen voortzet. Hier bestaat deze eenheid uit veengronden met een ongerijpte veenlaag van meer dan 40 cm dikte, broekeerdgronden met een moerige laag dunner dan 40 cm en broekeerdgronden met een 20-30 cm dikke humushoudende toplaag.

2.2.3 *Fosfaatverzadiging*

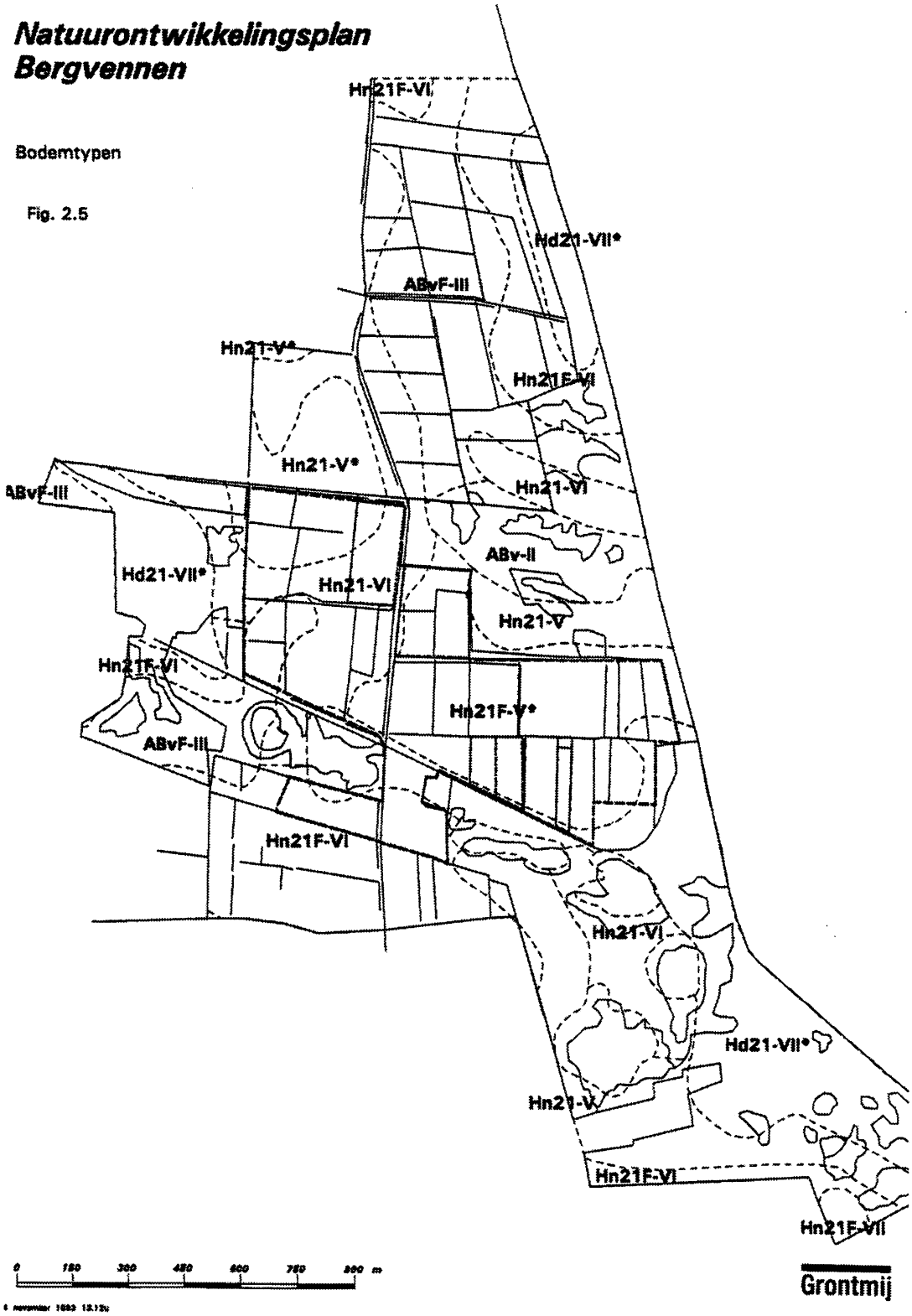
Grontmij (1993) heeft de fosfaatverzadiging in een vijftal landbouwpercelen in het natuurontwikkelinggebied ten noorden van de Bergvennen en Vetpot bepaald. Hieruit blijkt dat de bovengrond (0-30 cm -mv) een hoge fosfaatverzadiging heeft en de daaronder liggend laag (30-80 cm -mv) een lage. Er van uitgaande dat deze metingen representatief zijn voor de landbouwpercelen waarvoor ten behoeve van dit project een ontgravingsplan wordt opgesteld, betekent dat de bovenste ca. 30 cm moet worden afgegraven om een sterke fosfaatreductie te realiseren. De dikte van deze laag komt overeen met de gemiddelde dikte van de bouwvoor in een aantal agrarische gebruikte percelen (percelen 1, 2a, 3) die grenzen aan de Vetpot en Bergvennen (zie paragraaf 3.1).

2.3 Regionale hydrologie

2.3.1 *Geohydrologie*

In de quartaire afzettingen van het bekken van Nordhorn kunnen twee watervoerende pakketten worden onderscheiden. Deze watervoerende pakketten worden van elkaar gescheiden door de Brørup-laag. Boven deze laag bevindt zich het 1e watervoerende pakket met een dikte van ca. 20 m. Tussen de Brørup-laag en de tertiaire kleien bevindt zich het 2e watervoerende pakket. Voor de hydrologische modellering van Grontmij (1993) is voor het 1e watervoerende pakket een kD-waarde van 125-175 m^2/d vastgesteld en voor het 2e watervoerende pakket 500-1500 m^2/d (van west naar oost hoger wordend). Voor de weerstand voor de Brørup-laag wordt <200 tot 300 d opgegeven.

Figuur 4 Bodemtype en grondwatertrap in en rond de Bergvennen en Vetpot (uit Grontmij, 1993).



2.3.2 *Kwel en inzijging*

Grontmij (1993) heeft een regionale modelstudie uitgevoerd, waarbij het kwel- en infiltratiepatroon is bepaald. De kwel- en infiltratie-intensiteit zijn in deze studie bepaald door van de natuurlijke grondwateraanvulling de drainageafvoer af te trekken. Indien de drainageafvoer groter is dan de aanvulling, dan is er sprake van kwel. Met deze methode wordt vooral de kwel in het drainagesysteem bepaald en dus niet de kwel in de percelen tussen de drainagemiddelen. In gebieden waarvoor met betreffende methode kwel wordt bepaald kan in de percelen zelf infiltratie optreden. Uit de berekeningen blijkt dat de Bergvennen en het oostelijke deel van de Vetpot infiltratiegebied zijn. In de laagte Vetpot west en in de waterschapsleiding aan de zuidzijde van de Vetpot werd kwel berekend. Gebieden bij Lattrop en ten noorden van Vetpot, langs de Rammelbeek en het Omleidingskanaal en het Brecklenkampsche veld zijn kwelgebied. In het Duitse deel richting Nordhorn komen grote kwelgebieden voor

Berekeningen van stroombanen (Grontmij, 1993) blijkt dat de Bergvennen het infiltratiegebied zijn van het grondwater dat in het Brecklenkampsche veld op kwelt. Dit grondwater kwelt voornamelijk op in watergang 33-0-2-4.

2.3.3 *Grondwaterstanden in de regio*

Het regionale patroon van de stijghoogte helt naar beneden van het noordoosten naar het zuidwesten (Aerlmans, 1973; grondwaterstanddata uit Duitsland van nlkw-mep). Van de Bergvennen in het oosten naar de Vetpot in het westen daalt de stijghoogte eveneens (figuur 5). Dit patroon blijkt ook uit de waterstanden van de peilbuizen die onder worden besproken. De waterscheiding van het freatische water tussen Rammelbeek in het westen en de Vecht in het oosten bevindt zich in de Bergvennen of net ten oosten van de Bergvennen.

Van een aantal peilbuizen in de omgeving is het verloop van de stijghoogten uitgezet in grafieken (bijlage 2). In figuur 2 wordt de locatie van de peilbuizen weergegeven. Locatie 29AP0056 ligt op de grens van de Bergvennen en heeft meerdere filters in het quartaire pakket. De ondiepe filters (1, 2, 3, 4) tot -11 m NAP vertonen een seizoensmatige fluctuatie. De ondiepe filter 1 (12,65-14,65 m NAP) heeft een stand van ca 19,4-20,6 m NAP. De filters 2, 3 en 4 hebben achtereenvolgens een steeds lagere stijghoogte, zodat er wegzijging optreedt. De grondwaterstand in de diepere filters bevinden zich tussen de ca. 19,0 en 20,0 m NAP. De minst diepe filter (11-13 m NAP) vertoont een seizoensmatige fluctuatie, de diepere filters nauwelijks. De filter op -52,50 tot -54,50 laat twee abrupte dalingen van enkele meters zien, elk gevolgd door een zeer langzame stijging. Het betreft hier het effect van twee bemonsteringen. Omdat de filter in een slecht doorlatende laag staat kon de grondwaterstand zich slechts langzaam herstellen na bemonstering.. 29AP0057 ligt in het noorden en vertoont een seizoensmatige fluctuatie tussen de ca. 17,5 en 19,0 m NAP. Er lijkt geen trendmatige verandering op te treden. De diepere filters hebben een lagere stijghoogte dan de ondiepe filter, wat duidt op wegzijging. Peilbuis 29AP0037 ligt 1 km ten zuiden van de Bergvennen. De stijghoogte fluctueren seizoensmatig tussen 19,7 en 21,3 m NAP. De stijghoogte in de twee filters op -18,30 tot -19,30 en -61,30 tot -63,3 m NAP is gelijk zodat er hier geen kwel of inzijging optreedt. Ca. 2 km ten zuidwesten van de Bergvennen liggen 29AL0003 en

29AL0028; beide hebben ondiepe filters. De freatische stand bedraagt respectievelijk ca. 18,5-19,5 en 18,5-20 m NAP. 29AL0025 ligt 600 m ten noorden van de Vetpot en heeft een stand tussen 18,5 en 19,7 m NAP. Peilbuis 29AL0024 vlakbij het Dinkelkanaal heeft een lage freatische stand op 17,5 en 18,7 m NAP.

De sproken reeksen laten geen trendmatige verlaging zien. Omdat ze pas gestart zijn in de jaren '70 en '80 maken ze niet de effecten van de sterke ontwatering door de ruilverkaveling in de jaren '50 en '60 zichtbaar.

Figuur 21 in bijlage 6 geeft de stijghoogte van een aantal ondiepe peilbuizen in de Vetpot en Bergvennen samen met de stijghoogte van 29AP0056_1. Hieruit blijkt dat de waterstanden in de Vetpot (peilbuizen B40_2, B37_2 en B33_2; zie voor positie figuur 8) lager zijn dan de stijghoogte van 29AP0056_1 en in het Pluzenven (B25_2) vrijwel gelijk en in het Rietven (B21_2) hoger.

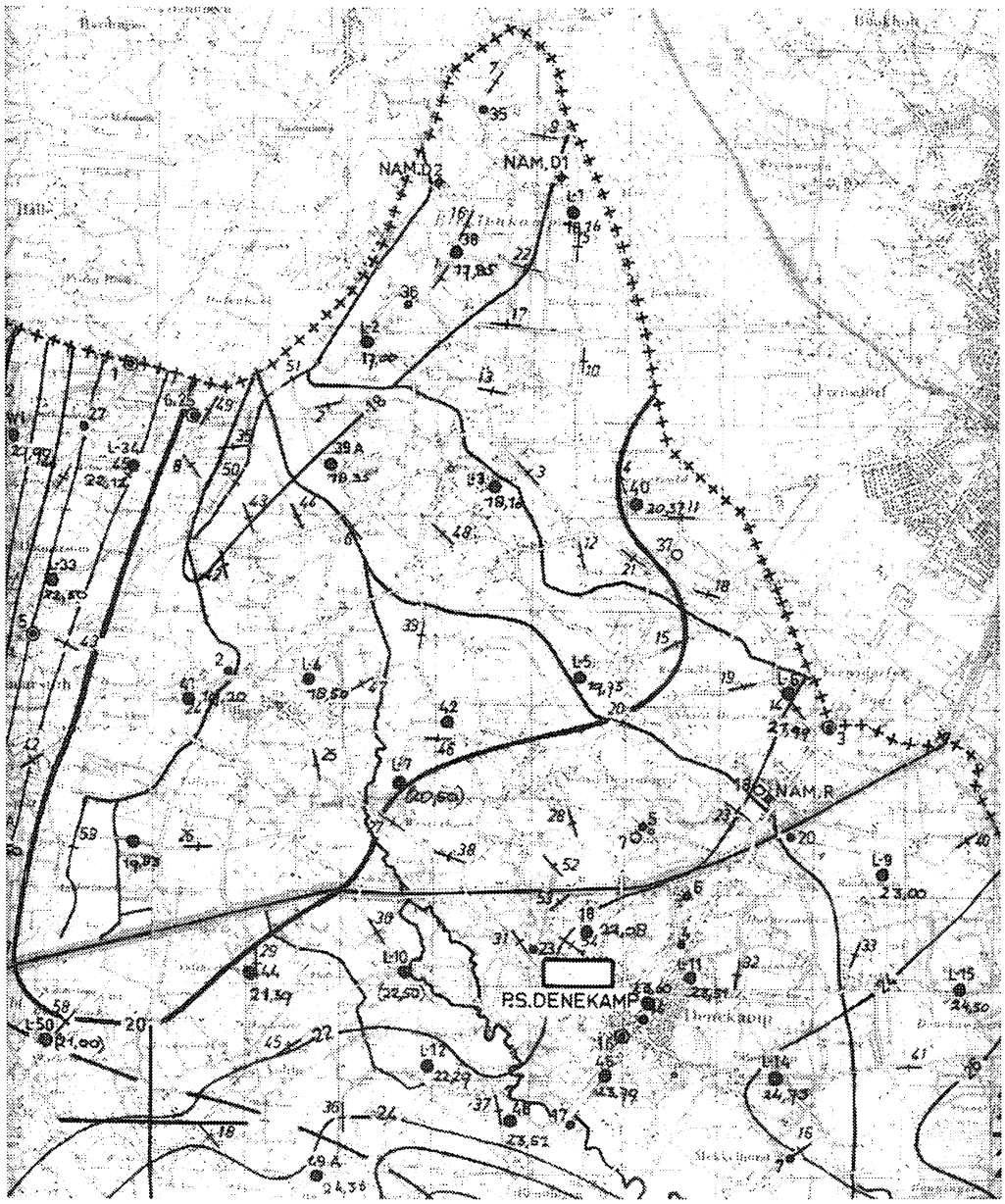
2.3.4 *Oppervlaktewater*

De Puntbeek/ Rammelbeek/ Omleidingskanaal/ Vechte
De Vetpot en Bergvennen liggen tussen de Rammelbeek/ Geele beek en de Vecht. Daarnaast worden de gebieden omgeven door drie diepe slootstelsels (figuur 7). Verder zijn grote waterlopen het Omleidingskanaal en de Beneden-Dinkel aanwezig. De Geele Beek had tot het jaar 2000 bij de eindstuw een peil van meestal 17,2 en uitschieters van 17,7 m NAP. Sinds de zomer van 2000 bedraagt het peil ca. 18,4 m +NAP. Het Dinkelkanaal heeft een peil dat varieert tussen 16,8 en 17,6 m NAP in 2000-2002. Een peilverhoging van 0,5 m in de Rammelbeek en het Omleidingskanaal zou leiden tot een zwakke stijging (0,02-0,05 m) van de GLG in het westelijke deel van de Vetpot (modellering Grontmij, 1993).

Lokale sloten
Drie slootstelsels liggen dichtbij de Vetpot en Bergvennen (figuur 7). Langs westrand van de Bergvennen en zuidrand van de Vetpot ligt de 36-0-1-1. Deze watert af op de Geele Beek. Aan de noordzijde van de Vetpot ligt de 33-0-0-3 en ten noorden van de Bergvennen ligt de 33-0-2-4. Beide watergangen wateren af op het Dinkelkanaal.

De kaarten in bijlage 5 geven de historische ligging weer van waterlopen. In 1848 waren grote sloten in de omgeving van de Vetpot en Bergvennen afwezig. In het zuidwesten had de Rammelbeek nog een kronkelend verloop. In 1902 was een sloot aanwezig ten noorden van de Bergvennen die in noordelijke richting door het Brecklenkampsche Veld afwaterde. Deze sloot had dezelfde ligging als de huidige 33-0-2-4. Aan de zuidkant van de laagte Vetpot west was een slootje aanwezig dat uitmondde in de laagte van de westelijke Vetpot. Deze laagte was weer verbonden met een slootje dat naar de Rammelbeek liep. De afwatering van de laagte aan de zuidkant van de Vetpot liep dus via de laagte Vetpot west naar de Rammelbeek. Op basis van een luchtfoto uit 1951 blijkt dat beide slootstelsels werden uitgebreid. Ten zuiden van de Vetpot liep een sloot tot aan de Bergvennen. Deze verbond een aantal laagtes en vennen. Uit de aanwezigheid van vers gegraven zandwallen blijkt dat dit stelsel toen net was gegraven. Ten zuiden van deze sloot lagen parallel twee nieuwe sloten die de laagte ten zuiden van de Vetpot ontwateren. De noordelijke sloot

Figuur 5 Isohypsen van quartaire pakket.



daarvan had een fijn vertakte zijtak, wat duidde op de aanwezigheid van een kwelgebiedje. Door aanleg van deze sloten kon in deze laagte geen oppervlaktewater meer richting de laagte Vetpot west stromen. Met de ruilverkaveling in de jaren '60 werd de sloot ten zuiden van de Vetpot uitgebreid naar het oosten door aanleg van de watergang 36-0-1-1. Deze diepe sloot ligt nu pal langs de Vetpot en Bergvennen. De laagte Vetpot west werd dan met een kade geïsoleerd van deze sloot. Met de ruilverkaveling komt er nog een slootstelsel bij ten noorden van de westelijke Vetpot (33-0-0-3). Ten westen en ten noorden van de Vetpot zijn later nog enkele slootjes aangelegd die afwateren op watergang 36-0-0-1. Het stelsel ten noorden van de Bergvennen heeft in 1951 een westelijke aftakking tot vlakbij de oostelijke Vetpot. Hier heeft deze sloot een fijne vertakking dat wijst op intensieve drainage van een kwelgebied.

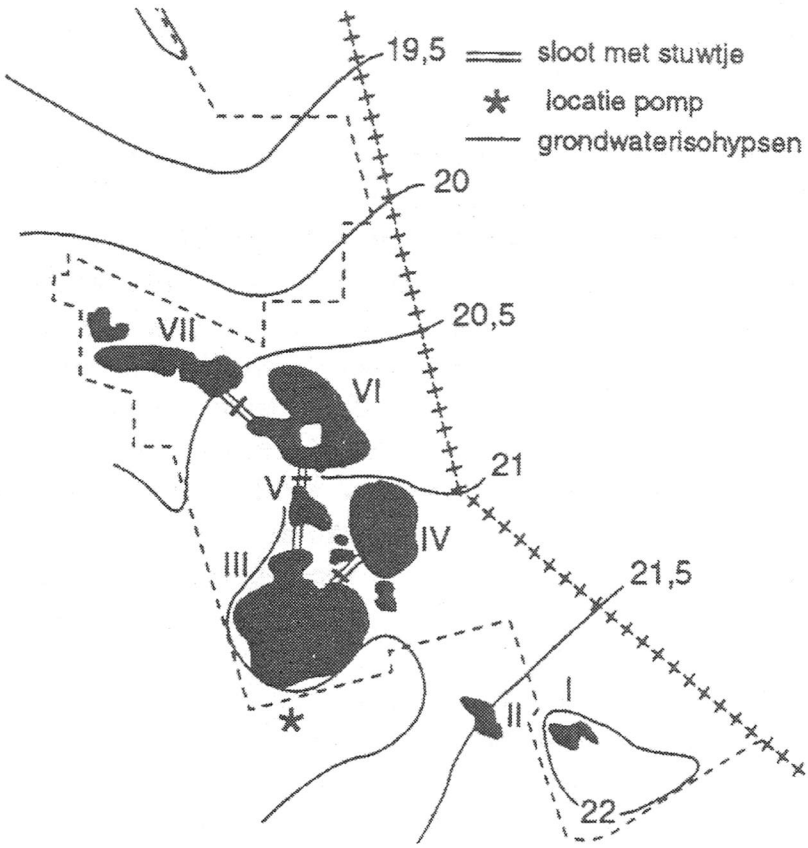
Afwatering van oppervlaktewater uit de Bergvennen en Vetpot
(ontleend aan Boschloo, 1982; Brouwer et al., 2000)
De Vetpot voert momenteel nauwelijks oppervlaktewater af. Alleen aan de zuidwestzijde van de laagte Vetpot west wordt in de winterperiode via een greppel een kleine hoeveelheid regenwater afgevoerd. Een groot deel van het neerslagoverschot van de Vetpot wordt ondergronds afgevoerd als gevolg van de diepe drainage in de omgeving. In de Bergvennen zijn de meeste vennen met elkaar verbonden via slootjes en duikers (figuur 6). Het water stroomt van het Rietven (III), via ven V en Eilandven (VI) naar het Pluzenven (VII). Dit laatste ven voert in de winter water af via een greppel naar watergang 36-0-1-1. Vroeger waren de vennen niet via sloten met elkaar verbonden. In het begin van de 20^{e} eeuw werden de verbindingssloten aangelegd. Daardoor stroomde door de vennen van zuid naar noord gebufferd water afkomstig uit landbouwgebied. Van de jaren '30 tot 1961 stroomde het water vanuit het zuiden via drie kleine vennen, het Rietven (III), Ronde ven (IV) naar het Eilandven (VI). Het Eilandven had weer een afvoer naar een sloot richting het noorden (de huidige 33-0-2-4). Menging met regenwater zorgde in de vennenreeks voor een gradiënt van zwak naar niet gebufferd op de stroomrichting. Halverwege de 20^{e} eeuw werd het landbouwwater nutriëntenrijker, zodat er ook een eutrofiëringsgradiënt ontstond. Om deze eutrofiëring tegen te gaan werd het landbouwwater via een nieuwe afwateringssloot (watergang 36-0-1-1) om het reservaat heen geleid en werden de verbindingsslootjes in 1961 afgesloten. Door deze ingrepen en ook door de toegenomen atmosferische depositie verzuurde de vennen snel. In 1994 werden herstelmaatregelen uitgevoerd met het doel de zwak gebufferde, voedselarme toestand van de eerste helft van de 20^{e} eeuw te herstellen. Daartoe werden de vennen weer verbonden met slootjes en duikers (figuur 6) en werd in het hoogste gelegen ven, het Rietven (III), periodiek opgepompt grondwater ingelaten. Dit grondwater is afkomstig van 30 m diepte en is basenrijk. Hierdoor is van het Rietven naar het Pluzenven een gradiënt van zwak gebufferd naar ongebufferd aanwezig.

2.3.5 *Historische ligging van vennen en natte gebieden*

Kaarten in bijlage 5 geven de historische ligging van vennen en natte gebieden

De topografische kaart van 1848 geeft een globale ligging van vennen en wateren. Deze kaart is wat betreft de positie van topografische elementen echter niet altijd betrouwbaar. In het meest westelijke deel van de Vetpot wordt een ven weergegeven in een deel dat nu weiland is (perceel 3). Tevens worden twee vennen weergegeven in het tussenliggende gebied van de Vetpot en Bergvennen (perceel 1, 2a en de percelen ten zuiden daarvan). De kaart van 1902 is nauwkeuriger en geeft een aantal van de huidige vennen (ven Vetpot midden, vennen in de Bergvennen) op dezelfde locatie weer. In de westelijke Vetpot wordt in de huidige verdroogde laagte met Berkenbos een natte laagte met twee vennen weergegeven. In de huidige verdroogde laagte Vetpot west kwam een natte laagte twee vennen voor. In het westelijke ven van deze twee vennen mondde vanuit het zuiden een slootje uit. Deze sloot ontwaterde een laagte ten zuiden van de Vetpot. Het westelijke ven had ook afwateringssloot naar de Rammelbeek. In perceel 3 kwam nog een andere natte laagte voor. Ten zuiden, westen en noorden van de Vetpot lagen diverse natte laagtes. De luchtfoto uit 1951 geeft in perceel 3 een ven en enkele kleine natte plekken weer. In het laagste deel van de laagte Vetpot west kwam een ven voor. Aan dat ven grensde een nat deel. In het tussenliggende gebied van de Vetpot en Bergvennen op de kruising van de huidige watergang 33-0-1-1 en de Kommiezendijk (zuidzijde perceel 1 en 2a) lag vermoedelijk een ven dat net was drooggelegd.

Figuur 6 Ligging van vennen en verbindingsloten en duikers in de Bergvennen. Het betreft de situatie sinds begin 1994 (uit Brouwer et al., 2000).

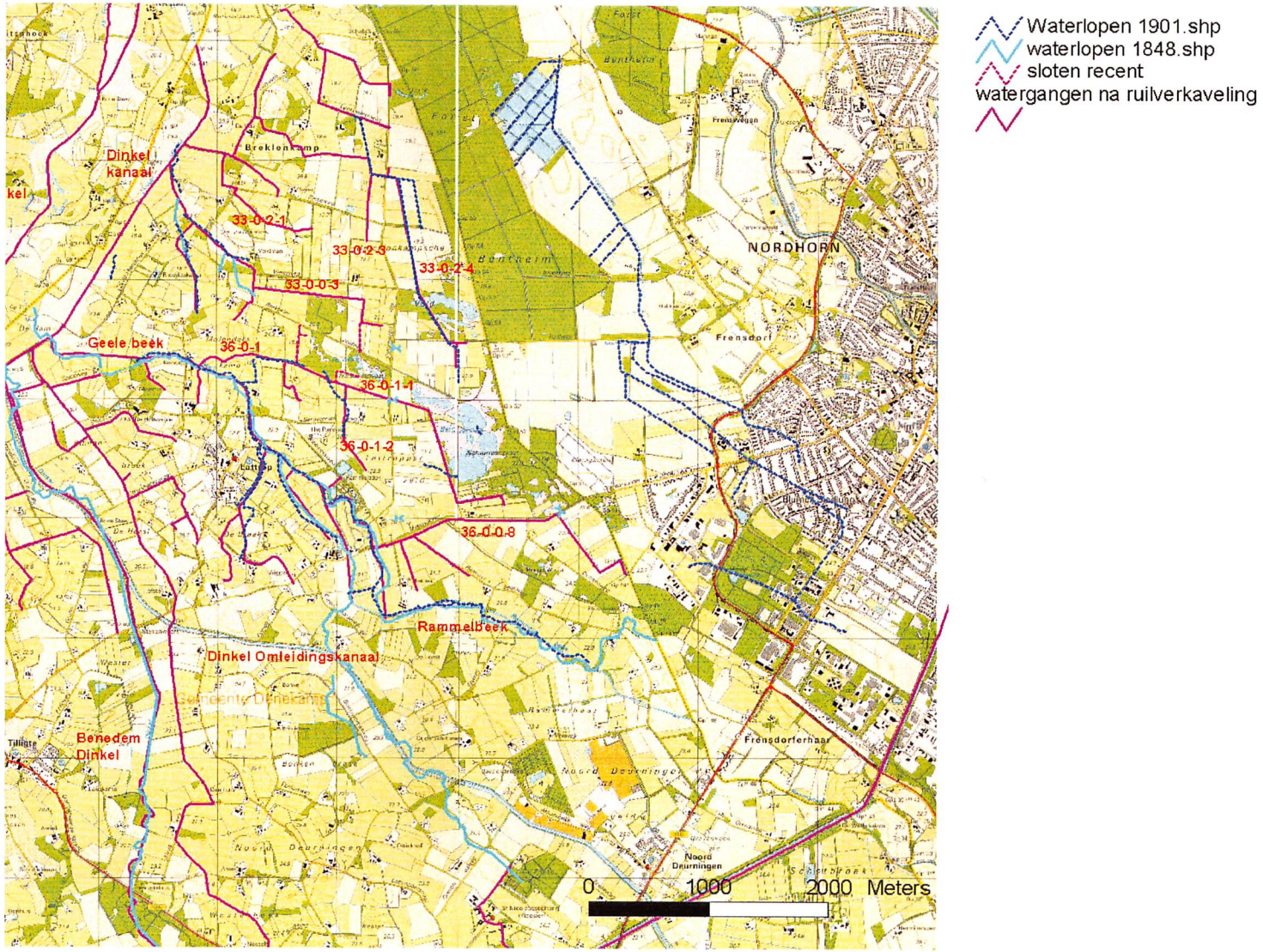


2.3.6 *Ingrepen in de waterhuishouding*

Dinkel
In 1934-1935 werd de Geele Beek afgekoppeld van de Dinkel door aanleg van het Dinkelkanaal met het doel overstroming van lage delen langs de Dinkel te voorkomen.

Watergangen
Aanleg, uitbreiding en verdieping van watergangen hebben geleid tot een sterke verlaging van de drainagebasis aan de west- en zuidzijde van de Bergvennen en aan de zuid-, west- en noordzijde van de Vetpot. Het verlagingseffect is het sterkst dichtbij de sloot. Hydrologische berekeningen van Jansen et al. (1997) wijzen uit dat de watergang 36-0-1-1 in de laagte van de westelijke Vetpot gezorgd heeft voor een verlaging van de grondwaterstand van 10 tot 25 cm in het voorjaar en 10 cm in de zomer. Het verlagingseffect van deze sloot is klein (minder dan 5 cm) bij een afstand groter dan 200 m.

Figuur 7 Historische ligging van waterlopen gebaseerd op de topografische kaarten van 1848, 1902, gegevens van het waterschap en veldgegevens.



Ruilverkaveling
In de jaren '50 en '60 werd de ruilverkaveling Beneden-Dinkel uitgevoerd. De Rammelbeek en Geele beek werden gekanaliseerd en gestuwd. Bestaande watergangen werden verdiept en er werden nieuwe watergangen gegraven (zie paragraaf 2.3.4). Dekzandruggen werden afgetopt en vennen en laagtes opgehoogd. Verder werd de detailontwatering verbeterd. De waterhuiskundige maatregelen moeten geleid hebben tot een sterke verlaging van de freatische grondwaterstand.

Grondwaterwinningen
De dichtstbijzijnde drinkwaterwinningen liggen in Denekamp, Rodermorst (bij Denekamp) en Manderveen. Deze winningen liggen te ver weg om een significant verlagingseffect (> 5 cm) op de grondwaterstand te hebben. In Nordhorn bevinden zich ook grondwateronttrekkingen. Maar informatie hierover werd niet verstrekt door het drinkwaterbedrijf.

2.3.7 *Veranderingen in grondwaterstanden*

De peilbuisreeksen die in bijlage 2 zijn opgenomen laten geen trendmatige dalingen zien. De dalingen als gevolg van de ruilverkavelingswerken zijn in deze reeksen niet zichtbaar omdat de grondwaterstanden pas vanaf 1975 en 1985 worden opgenomen.

2.3.8 *Resultaten van de Grontmij-studie*

Grontmij heeft in 1993 een studie uitgevoerd naar de hydrologische herstelmogelijkheden van het natuurontwikkelings- en reservaatsgebied rond de Bergvennen, Vetpot en Brecklenkampsche veld. Het studiegebied van deze studie omvatte enkele landbouwpercelen grenzend aan de Vetpot en Bergvennen (perceel 1, 2a, 3) en een groter gebied aan de noordzijde van de Vetpot en Bergvennen. Het betrof een regionale modellering van ingrepen in de waterhuishouding en de effecten daarvan op de potenties van doelvegetatietypen. De resultaten van deze studie worden hieronder samengevat.

Een peilverhoging van 50 cm in de Rammelbeek en het Omleidingskanaal (scenario I) heeft nauwelijks effect. Alleen de zuidwesthoek van de Vetpot profiteert dan van een zeer zwakke stijging van de GLG (2-5 cm). Verhoging van de drainagebasis in de omgeving van het studiegebied tot 70 cm onder maaiveld (scenario II) leidt vooral noordelijk van de Vetpot tot een zwakke stijging (5-10 cm). De combinatie van scenario I en II (scenario III) geeft vrijwel hetzelfde effect in het studiegebied als scenario II. De effecten van verhoging van de drainagebasis in het studiegebied tot 30 cm onder maaiveld (scenario IV) leidt vooral in het reservaatsgebied ten noorden van de Vetpot tot een stijging (5-30 cm) en een vermindering van de inzijging (0.5 mm/d). In de Vetpot stijgt de freatische stand met 2 tot 10 cm en neemt de infiltratie af met 0.13 mm/d en in de Bergvennen stijgt de freatische stand 0-10 cm en neemt de inzijging toe met 0.14 mm/d. Bij scenario IV wordt het peil verhoogd van de watergangen 36-0-1-1 en 33-0-0-3.

2.4 Hydrochemie diepe grondwater

Van een viertal diepe peilbuizen met filters in het quartaire pakket zijn gegevens voorhanden over de chemische samenstelling (data van WMO in DINO). Het betreft de peilbuizen 29AP0037, 29AP0039, 29AP0056 en 29AP0064 (zie figuur 2 voor de locaties en bijlage 3 voor de data). De filters van 29AP0056 (11-13, 20-22 en 32-34 m

onder maaiveld) zijn het meest relevant voor deze studie. Deze locatie bevindt zich net ten westen van de Bergvennen. Het grondwater is hier basenrijk (hoog gehalte Ca en HCO3), matig Fe-rijk en heeft een laag Cl-gehalte. Het betreft onvervuild grondwater. De molaire ratio van HCO3 en de totale hardheid bedraagt 2,0-2,4. Hieruit kan worden afgeleid dat het grondwater kalk heeft opgelost onder invloed van zwakke zuren (CO2) en dat reductie is opgetreden. Het grondwater in de andere peilbuizen is ook basenrijk, maar is Cl-rijker dan dat van 29AP0056.

Als wordt aangenomen dat de analyses van peilbuis 29AP0056 representatief zijn voor de hydrochemie van het quartaire pakket ter plekke van de Vetpot en Bergvennen kunnen een aantal gevolgtrekkingen worden gemaakt. Deze aanname is aannemelijk voor het diepere (> 10 onder maaiveld) grondwater. Boven de slecht doorlatende Brørup laag, dus in het 1^{e} watervoerende pakket, is basenrijk grondwater aanwezig is. Grondwater dat omhoog stroomt vanaf 11 m of dieper en opkwelt zal basenrijk zijn. Dus locale grondwatersystemen met stroombanen tot minstens 11 m diepte in het 1^{e} watervoerende pakket kunnen basenrijke kwel veroorzaken. Het grondwater bij locatie 29AP0056 infiltreert (zie paragraaf 2.3.3). Dat betekent dat het grondwater al ondieper dan 11 m onder maaiveld basenrijk kan zijn geworden door oplossing van kalk. Van deze locatie is echter onbekend of op deze diepte kalk voorkomt (zie paragraaf 2.2.1).

3 Lokale hydro-ecologische analyse

3.1 Bodemkartering in de landbouwpercelen

3.1.1 Methode

In 2003 en 2004 is de bodemopbouw in vijf percelen in landbouwkundig gebruik gekarteerd. Het perceel tussen de Vetpot en Bergvennen (perceel 1), het perceel ten zuiden van de laagte Vetpot oost (perceel 2a) en de percelen in de Vetpot (4 en 5) zijn in maart en april 2003 onderzocht. Het perceel ten westen van de westelijke Vetpot (perceel 3) is in maart 2004 bezocht. De eerste figuur in bijlage 7 geeft de positie van de boringen weer. Doel van de bodemkartering was het in kaart brengen van de oorspronkelijke natte laagte en vennen die in deze percelen zijn geëgaliseerd. Tevens werd onderzocht in hoeverre laagte en vennen via afvoer van water over het oorspronkelijke maaiveld met elkaar verbonden waren.

De boringen zijn uitgevoerd met een edelmanboor tot een diepte van 120 cm. Bij elke boring werd op basis van textuur en kleur het profiel beschreven. Vervolgens zijn van elke boring de volgende kenmerken bepaald:

- bodemtype
  G: eerdgrond
  G+: eerdgrond met opgebrachte grond
  G+?: eerdgrond met of zonder opgebrachte grond; (deel van) de bouwvoor kan uit opgebrachte grond bestaan en opgebrachte grond is niet te onderscheiden van eerdlaag
  DP: profiel met dikke laag geroerde grond zonder eerdlaag; vermoedelijk diep geploegde bodem of opgebrachte grond
  Hr: geploegde en eventueel afgegraven podzol, op de voormalige dekzandkoppen afgegraven
  Hr-:geploegde en afgegraven podzol
  H: podzol
- bovenkant eerdlaag indien aanwezig in cm onder maaiveld
- onderkant eerdlaag indien aanwezig in cm onder maaiveld
- bovenkant moerige of venige laag in cm onder maaiveld
- onderkant moerige of venige laag in cm onder maaiveld
- bovenkant leemlaag in cm onder maaiveld
- onderkant leemlaag in cm onder maaiveld
- onderkant van geroerde grond (herkenbaar aan een vlekkerig kleur patroon) in cm onder maaiveld
- dikte bouwvoor (geploegde, organisch stofrijke laag) in cm
- grondwaterstand in het boorgat in cm onder maaiveld.

Oude laagten en vennen kunnen worden opgespoord door de eerdlaag van het oude bodemprofiel op te sporen. Door ophoping van organisch materiaal vormde zich in de oude laagtes en vennen een bodem met een organisch-stofrijke toplaag. In vennen betreft dit gooreerdbodems en veenbodems (meestal veenmosveen) die aan de randen van het ven overgaan in veldpodzolen. In terreindelen waar vroeger basenrijke kwel optrad betreft het beekeerdbodems.

3.1.2 *Resultaten*

De resultaten worden op kaarten weergegeven in bijlage 7. Hierop zijn het bodemtype, de boven- en onderkant van de eerdlaag, de bovenkant van de moerige of venige laag, de dikte van de bouwvoor, de bovenkant van de lemige laag en de grondwaterstand weergegeven. Op deze kaarten wordt tevens de maaiveldhoogte weergegeven (AHN-gegevens, resolutie 5x5 m) en de ligging van de sloten, vennen en natte laagten in 1951 (geïnterpreteerd van een luchtfoto van de topografische dienst) en de recente watergangen en sloten.

Aan de zuidzijde van perceel 1 en 2a komt een aaneengesloten gebied voor met eerdbodems waar grond is opgebracht. Het betreft een voormalig ven dat zich voorbij de zuidzijde van deze percelen uitstrekte (groene omgrenzing). Dit ven is gedempt met een grondlaag van 40 tot 100 cm dikte. De onderkant van de eerdlaag zit 70 tot meer dan 120 cm onder maaiveld. Plaatselijk is de eerdlaag moerig en/of venig. De eerdbodems strekken zich uit tot aan het Pluzenven en Klein ven. Tijdens de kartering was duidelijk zichtbaar dat deze vennen aan de westzijde zijn afgedamd. Onder de kades was een eerdlaag aanwezig. Deze twee vennen stonden dus via een laagte in verbinding met het gedempte ven. Op de topografische kaart van 1902 (zie bijlage 5) is zichtbaar dat de vennen dichtbij elkaar lagen. In het oostelijke deel van perceel 1 is in één boring in een venige laag onder mineraal materiaal veenmosveen aangetroffen. In het noordelijke deel van perceel 1 komen voornamelijk geploegde en mogelijkerwijs afgegraven podzolen voor. Het meest noordelijke deel dat ligt tussen de oostelijke Vetpot en Bergvennen is zonder meer afgegraven. Dit is zichtbaar aan de rechte patronen in hoogteverschillen op de oostgrens van de Vetpot en westgrens van de Bergvennen. Waarschijnlijk is de grond die werd afgegraven gebruikt voor het dempen van het ven in perceel 1 en 2a.

Door perceel 2a loopt van zuidwest naar noordoost een dekzandriggel. Hier worden voornamelijk podzolen aangetroffen met een diep verstoord profiel en geploegde podzolen die mogelijkerwijs zijn afgegraven. Plaatselijk zijn hier eerdbodems met opgebrachte grond aanwezig. In het noordoostelijke deel van perceel 2a komen in een smalle zone eerdbodems deels met en deels zonder opgebrachte grond voor. De bovenkant van de eerdlaag zit op 0 tot 65 cm en de onderkant 50 tot 110 cm onder maaiveld. Op twee boorlocaties is de eerdlaag moerig en/of venig. Het terreindeel met deze eerdbodems sluit aan op de laagte die zich voortzet in westelijke richting door perceel 2b en aansluit op de laagte Vetpot west. In perceel 2a liggen ook buisdrains die afwateren op watergang 36-0-1-1 (zie figuur met boorlocaties van bijlage 7). In het westelijke deel van dit perceel is plaatselijk een leemlaag aangetroffen. In het perceel 2b (hier is niet geboord) trad vroeger ijzerrijke kwel op (mondelinge mededeling Zwiep senior). Dit stemt overeen met het patroon van ijzer verschijnselen (ijzerneerslag en filmlaag van ijzerbacteriën) in de sloten langs dit perceel. De kwel trad zeer vermoedelijk op in de natte laagte van dit perceel die op de luchtfoto van 1951 zichtbaar is (zie bijlage 5).

In perceel 3, dat ten westen van de westelijke Vetpot ligt, komt in het noordelijk deel een gedempte laagte met eerdbodems voor. De bovenkant van de eerdlaag bevindt zich op 30 tot 95 cm onder maaiveld en de onderkant 65 tot meer dan 120 cm onder maaiveld. Plaatselijk is de eerdlaag venig en/of moerig en op drie boorlocaties (aan de noordrand van het voormalige ven) werden goed geconserveerde resten van gras en mos aangetroffen. Het betreft hier de begroeiing van het voormalige ven. De locatie van de eerdbodems komt hier goed overeen met de begrenzing van het voormalige ven op de luchtfoto van 1951. Er is ook geboord in een raai in het aangrenzende,

westelijke perceel. Daar uit blijkt dat er nog meer kleine laagte aanwezig waren met eedbodems. Op luchtfoto van 1951 zijn in dit perceel kleine waterpartijen en natte laagten aanwezig. Het ven van perceel 3 zet zich ook voort in dit perceel. Een kleine natte laagte en een klein watertje dat in het zuidelijke deel van perceel 3 voorkwam is niet teruggevonden tijdens het bodemonderzoek. Ter plekke van het voormalige watertje is wel in een boring een geroerd profiel van 50 cm dikte aangetroffen. De hogere delen van perceel 3 hebben een geploegde en mogelijkerwijze afgegraven podzolbodem. Opvallend was dat in perceel 3 de diepere minerale laag van noord naar zuid meer rood van kleur wordt. Dit duidt op een hoger ijzergehalte van de bodem in het zuidelijk deel. Dit correleert met het patroon van roestkleuring in de sloten. De roestkleuring in de watergang 36-0-1-1 en de sloot ten westen van perceel 3 is beperkt tot het zuidwestelijke deel van de Vetpot. Het huidige watertje direct ten oosten van perceel 3 betreft een gegraven poel. Hier komen geen oude eerdbodems voor.

In het gebied net ten westen van het ven Vetpot midden is ook op enkele plekken geboord (perceel 4 en 5). Vanwege de rechte westgrens van dit ven werd vermoed dat het ven zich vroeger verder naar het westen uitstrekte. Tussen dit ven en de laagte Vetpot west is een eerdlaag aangetroffen (bovenkant 50-60 cm en onderkant 90 cm onder maaiveld. Het is onduidelijk of deze eerdlaag door natuurlijke sedimentatieprocessen is bedolven onder zand of dat hier vroeger graafwerk is gepleegd. Een boring had een geroerd profiel tot 45 cm diepte. In 1951 was er een slootje aanwezig tussen het ven en de laagte.

In alle intensief onderzochte percelen (1, 2a, en 3) is de bouwvoor meestal 25 tot 40 cm dik (gemiddeld 33 cm). Op plekken waar de eerdlaag ondiep zit, is de bouwvoor vaak moeilijk te onderscheiden van deze eerdlaag.

3.2 Hydrologie en hydrochemie

3.2.1 Methode

In en rond de Vetpot en Bergvennen zijn ten behoeve van deze studie grondwaterbuizen en peilschalen geplaatst voor het tweewekelijks meten van grond- en oppervlaktewaterstanden (zie figuur 8). Op natte locaties zijn twee peilbuizen geplaatst: een buis met een ondiepe filter (20-40 cm onder maaiveld) en een buis met een diepere filter (ca. 2 tot 3 m onder maaiveld). Van alle peilbuizen en –schalen zijn de NAP-hoogten ingemeten. In bijlage 1 staan de stamgegevens. Enkele peilbuizen zijn door vandalisme vroegtijdig verdwenen. De peilschalen in watergang 36-0-1-1 zijn in november 2003 door vernieling onbruikbaar geworden. Waterstanden zijn opgemeten vanaf 14 november 2002 tot en met 11 maart 2004. Op 17 en 25 maart 2003 zijn de meeste peilbuizen en vennen bemonsterd voor analyse op pH, EGV, macro-ionen en nutriënten. B50 die later is geplaatst voor bemonstering van grondwater onder de sloot 36-0-1-1 is 11 maart 2004 bemonsterd. In bijlage 6 staan de waterstanden in grafieken uitgewerkt. In bijlage 3 staan de hydrochemische data en in bijlage 8 zijn de hydrologische, chemische data samen met hoogteligging en bodemopbouw uitgewerkt in een zestal dwarsdoorsnede. Hierin is de chemische samenstelling van de watermonsters getypeerd met behulp van de Stuyfzand-typologie (zie bijlage 11 voor uitleg). Bijlage 9 bevat nog een keer de dwarsdoorsnede, maar dan met de gehalten van Ca, Cl, Fe, HCO3 en SO4.

3.2.2 *Oppervlaktewaterpeilen*

In watergang 36-0-1-1 is een duidelijk verval in waterstand aanwezig (bijlage 6-1). Tussen P31 en P28 betreft dat 80 cm, terwijl de stuw tussen P28 en P30 zorgt voor een verval van ca. 20 cm. Omdat het maaiveld van oost naar west minder sterk afloopt dan dit verval, kan geconcludeerd worden dat het westelijk deel van de Vetpot sterker wordt gedraineerd door watergang 36-0-1-1 dan het oostelijke deel. Tussen P30 en P22 is een verval van 60 cm aanwezig. In de periode van november 2002 tot en met juni 2003 is het peil vrij constant. Het peil wordt dan bepaald door de vrije afwatering en stuwhoogte bij P28/P30. Het peil van watergang 33-0-0-3 is vrijwel vergelijkbaar met dat van watergang 36-0-1-1 (bijlage 6-4+5). Vanaf juni tot en met november 2003 vallen de peilschalen droog. Het droogvallen treedt op als de grondwaterstanden in de reservaten onder de slootpeilen zakken (bijlage 6-4 t/m 8). De grondwaterstand zakt dan dus onder de drainagebasis van de sloten. Dat stemt goed overeen met het niveau van de slootbodem in 1983-1988. De grondwaterstanden zakken in de zomer onder het niveau van de slootbodem (diepte slootbodem is vermeld in bijlage 6-4 t/m 8).

In de winter is het oppervlaktepeil in de Vetpot hoger dan het waterpeil van de watergangen 33-0-0-3 en 36-0-1-1 en in de Bergvennen hoger dan de het waterpeil van watergang 36-0-1-1 (bijlage 6-4 t/m 8). De watergangen draineren dus in de winter de natuurreservaten. Daarbij zal voor de Vetpot watergang 36-0-1-1 het sterkst draineren, omdat deze dichterbij ligt dan watergang 33-0-0-3. Een zijtak van de 36-0-1-1 ligt langs de westgrens van de Vetpot (perceel 3). Deze diepe sloot zal de laagte Vetpot west ook sterk ontwateren.

In de Bergvennen hebben het Rietven en Ronde ven het hoogste peil, het Eilandven een relatief laag peil en het Pluzenven heeft hoge winterstanden en relatief lage zomerstanden (bijlage 6-20).

3.2.3 *Waterstanden per deelgebied*

Van ***west naar oost*** worden de freatische waterstand en oppervlaktewaterpeilen hoger, samenhangend met de oplopende hoogteligging (bijlage 8: raai A, bijlage 6-2+3). Het ven Vetpot midden heeft grondwaterstanden die ca. 25-30 cm hoger zijn dan die in de laagte Vetpot west. De natte heide in de laagte Vetpot oost heeft weer 20 tot 50 cm hogere standen dan het ven Vetpot midden. De vennen van de Bergvennen hebben weer een hoger peil. Het Pluzenven, Eilandven en Kleine ven hebben ongeveer een gelijk peil. Het Pluzenven ligt dichtbij de freatische waterscheiding van de Geele Beek/ Rammelbeek en Vecht. De hoogste standen treden vlakbij de grens (B13) op. Het Ronde ven en Rietven hebben een vrijwel gelijk peil dat hoger is dan het peil dan het Eilandven. Figuur 9 in bijlage 6 geeft de peilverschillen weer tussen het Rietven (B21), Pluzenven (B23) en het Kleine ven (B26).

In de ***westelijke Vetpot*** zijn de grondwaterstanden in de winter hoger dan die van de watergangen 33-0-0-3 en 36-0-1-1 (bijlage 8+9: raai B, bijlage 6-2+4). De freatische stand bolt kortstondig (ca. 2 maanden) op tussen de drie sloten (sloot aan westzijde van perceel 3, 36-0-1-1 en 33-0-0-3), waarbij de top in het bos Vetpot noord ligt (nabij B42). De laagte Vetpot west inundeert nauwelijks; zelfs niet in de bovengemiddelde natte winter van 2002/2003. Alleen in de zuidwesthoek treedt in een klein oppervlakte inundatie op. Dit water wordt via een kleine greppel afgevoerd

naar de watergang 36-0-1-1. In de zomer zakt de freatische stand 60 cm onder het bodemniveau van watergang 36-0-1-1. Bij B40 is geen duidelijke stijghoogteverschil aanwezig tussen beide filters (bijlage 6-19). In de winter stagneert hier dus regenwater. Bij B38 is in de winter van 2002/2003 geen stijghoogteverschil aanwezig en in de volgende winter wel (bijlage 6-18). De diepe filter heeft in de tweede winter een hogere stand dan de ondiepe filter, wat op periodieke kwel duidt.

Bij het ***ven Vetpot midden*** zijn de grondwaterstand in de diepe peilbuizen en het venpeil in de winter ook hoger dan de het peil van de watergangen (bijlage 8+9: raai C, bijlage 6-2+5). Dit gebiedsdeel wordt ook nog gedraineerd door een sloot die de langs de zuidgrens van het reservaat loopt. In de zomer zakt de freatische stand 30 cm onder het bodemniveau van watergang 36-0-1-1. In de winter van 2002/2003 (natte winter) zijn het venpeil en de grondwaterstand in de ondiepe filter hoger dan de stijghoogte in de diepe filter, terwijl in de winter van 2003/2004 (minder natte winter) geen verschillen aanwezig zijn. In de eerste winter infiltreerde het ven dus sterker dan in de tweede winter (bijlage 6-15+16+37).

In de ***laagte Vetpot oost*** zijn de freatische standen en het oppervlaktepeil van een tijdelijk vennetje in de winter hoger dan het peil van watergang 36-0-1-1. Naast deze watergang wordt dit gebiedsdeel gedraineerd door drainagebuizen in het zuidelijk gelegen agrarische perceel (zie figuur boorlocaties in bijlage 7). In de zomer zakt de freatische stand 20-30 cm onder het bodemniveau van watergang 36-0-1-1 benedenstrooms van de stuw tussen peilschaal P28 en P30 en 40-50 cm onder het bodemniveau van watergang 36-0-1-1 bovenstrooms van dezelfde stuw. In beide winters treedt in het laagste deel, waar in de winter regenwater stagneert op het maaiveld, inzijging op. Het oppervlaktewaterpeil is gedurende een groot deel van de winter en het voorjaar hoger dan de stijghoogte in de diepe filter van B33. Opvallend is dat bij de hoogste standen in beide winters dit stijghoogte verschil is verdwenen. In de dekzandrug ten noorden van de laagte (P32) is de freatische stand in de periode van november 2002 tot september 2003 iets hoger dan in de laagte. In de volgende winter treedt dat verschil slechts kortstondig op. Een groot deel van de tijd is er in de dekzandrug dus een lichte opbolling aanwezig. Ten tijde van inundatie in de laagte kan hierdoor zwakke kwel optreden van lokaal grondwater. Deze kwel treedt dan vlak boven de waterlijn in de laagte uit. De freatische stand in het oostelijk gelegen landbouwperceel (perceel 1; P29) is ook hoger dan de stand in de laagte. Vanuit deze richting kan dus ook lokaal grondwater toestromen.

In ***het westelijk deel van de Bergvennen*** (bijlage 8+9: raai E, bijlage 6-8) is de grondwaterstand in de winter hoger dan het waterpeil in de watergang 36-0-1-1. Vermoedelijk is zit het peil in de watergang op ca. 19,8 m NAP (geïnterpoleerd tussen peil van P22 en P30). In de zomer zakt de freatische stand 40 cm onder het bodemniveau van deze watergang. De venpeilen van het Pluzenven en het Kleine ven is in de winter meestal hoger dan de grondwaterstand in diepe filters (bijlage 6-12+11). Dat betekent dat er inzijging optreedt. De stand van peilbuis in de dekzandrug ten noorden van het Pluzenven en Kleine ven (B27) komt in winter wel kortstondig in de buurt van het venpeil. In die periode kan er lokaal grondwater toestromen vanuit deze dekzandrug naar deze vennen. Het venpeil van beide vennen ontloopt elkaar niet veel. Periodiek is het peil van het Pluzenven iets hoger of lager dan dat van het kleine ven. De grondwaterstand in de dekzandrug tussen het Pluzenven en Eilandven bolt op gedurende de winter kortstondig.

Ook in het ***zuidwestelijke deel van de Bergvennen*** is de waterstand gedurende winter in het natuurgebied hoger dan het waterpeil in watergang 36-0-1-1 (bijlage 8+9: raai

F, bijlage 6-8). In de zomer zakt de freatische stand 70 cm onder het bodemniveau van deze watergang. In de winter en het voorjaar is de oppervlaktewaterstand hoger dan de grondwaterstand in de diepe filter, zodat dan in het ven inzijging optreedt. In de periode mei-juli 2003, als de waterstanden zakken, zijn beide gelijk. Het Rietven heeft een iets hoger peil dan het Ronde ven. In de smalle dekzandrug tussen deze twee vennen bolt de freatische spiegel in de winter op. Vanuit deze dekzandrug stroomt dus in de winter jong grondwater naar beide vennen.

3.2.4 *Hydrochemie*

De Vetpot
(zie bijlage 8+9: raai A, B, C, D)
Het grond- en oppervlaktewater in de Vetpot is vrijwel overal basenarm (F* en g*-typen). Dit water bevat weinig Ca en HCO3. Vaak betreft het geïnfiltreerd regenwater van een NaCl of CaCl-type. In de laagte Vetpot west en het ven Vetpot midden zijn de Cl-concentraties van het grondwater relatief hoog (19-44 mg/l). Dat is veel hoger dan in de laagte Vetpot oost en de Bergvennen. Het oppervlaktewater van het ven Vetpot midden heeft juist een laag Cl-gehalte net als de overige vennen. Verhoogde Cl-concentraties kunnen worden veroorzaakt door vervuiling met meststoffen en door indamping. Omdat de Mg- en K-concentraties van betreffende locaties laag zijn, wordt vervuiling door toestroming van grondwater dat met meststoffen is vervuild uitgesloten. Het patroon van de Cl-concentratie wordt bepaald door verschillen in indamping. In de laagte en het ven komt een vegetatie voor die veel water verdampt: respectievelijk bos van Elzen/Berken en een dichte vegetatie van Riet/ Wilgen. Dit leidt tot een 'indikking' van het inzijgende regenwater. De Cl-concentratie neemt lineair toe met de verdampingsfactor, omdat Cl niet reageert met andere stoffen, nauwelijks wordt geadsorbeerd aan de bodem en nauwelijks wordt opgenomen door de vegetatie. In het oostelijk deel van de Vetpot (veel heide) en in de Bergvennen (veel heide en ven) is de indamping geringer omdat hier de vegetatie minder water verdampt. Omdat deze een aantal jaren geleden is geplagd is verdamping extra laag geweest afgelopen jaren. Aangezien regenwater een Cl-concentratie heeft van ca. 3 mg/l treedt in de laagte Vetpot west in het ven Vetpot midden een indamping op van 84 tot 93 % van de neerslag. Bij een gemiddeld jaarlijkse neerslag van 790 mm (station Denekamp; berekend over de periode 1960 t/m 2003) betekent dat er 55 tot 125 mm per jaar infiltreert. Deze waarden komen overeen met onderzoek van Van Beek (2004) naar de effecten van verdamping door bos op de Cl-concentratie.

Uit het Cl-patroon kan daarom worden afgeleid dat in de laagte Vetpot west:
- regenwater infiltreert;
- het grondwater niet wordt beïnvloed door toestroming van met meststoffen vervuild grondwater;
- veel verdamping optreedt, waardoor er slechts 55 tot 125 mm/j infiltreert.

In de laagte Vetpot west en het ven Vetpot midden is het ondiepe grondwater eveneens basenarm. Wel wijken de dominante ionen af (NaSO4- en MgCl-type). In het zuidwestelijke deel van de Vetpot (B40, B39, B38, B45) worden iets hogere Ca-, HCO3- en Fe-concentraties aangetroffen. Absoluut gezien zijn de Ca- en HCO3-concentraties echter laag. De relatief hoge Ca- en Fe-concentraties wijzen op invloed van basen- en ijzerrijk grondwater in dit gebiedsdeel. Momenteel zijgt echter regenwater in, zodat er geen sprake is van toestroming van zulk grondwater. De vraag is dan wat de oorzaak is van de relatief hoge Ca- en Fe-gehalten.

In het geïnfiltreerde regenwater komt Ca vrij van het kationenadsorbtiecomplex in de bodem door kationenuitwisseling. Hierdoor wordt het Ca-gehalte in het van oorsprong basenarme regenwater verhoogd. Fe komt vrij door het oplossen van ijzerverbindingen in het basenarme, relatief zure regenwater. De zeer hoge SO4-waarden van B38 kunnen verklaard worden door oxidatie van pyriet. Door de verdroging vanaf de jaren '50 komt nu lucht in contact met een pyriethoudende laag. Dit zal het geval zijn in de zomer en vroege herfst als de grondwaterstanden laag zijn. Bij de oxidatie van pyriet komt Fe, SO4 en zuur vrij. Het vrijkomen van het zuur verklaart juist de afwijkende lage HCO3-concentratie in de ondiepe filter van B38. Het pyriet zit vermoedelijk in de toplaag en wordt daar geoxideerd. Het vrijgekomen ijzer slaat in de vorm van hydroxiden neer. Dit komt overeen met de hoge Fe-oxelaat waarden in de laagte Vetpot west (zie paragraaf 3.3). Bij hoge grondwaterstanden in de winter en het voorjaar wordt de bodemwater verzadigd en daardoor anaëroob. Er treedt dan reductie op van de ijzerhydroxiden naar tweewaardig ijzer. De redoxpotentiaal wordt echter niet zo laag dat er ijzersulfides worden gevormd. Tweewaardig ijzer lost goed op in water en wordt met het inzijgende neerslagwater samen met de eerder vrijgekomen SO4 naar beneden getransporteerd. Bij de reductie van de ijzerhydroxiden wordt HCO3 gevormd. Hierdoor is het inzijgende grondwater enigszins gebufferd. Bij B40 en B39 zijn de SO4-waarden relatief hoog, wat er op duidt dat ook deze locaties, zij het in mindere mate, door oxidatieprocessen worden beïnvloedt.

De herkomst van pyriet kan als volgt worden verklaard. Pyriet is een mineraal dat altijd secondair in afzettingen ontstaat. Dat betekent dat dit mineraal niet wordt gevormd tijdens de sedimentatie maar pas naderhand. Pyriet wordt gevormd door reductieprocessen waarbij SO4 en Fe via een aantal stappen wordt omgezet in $FeS_2(s)$. Voor dit proces is organisch materiaal nodig dat als oxidator dient. Wanneer SO4-houdend water een bodemlaag bereikt met oxideerbaar organisch materiaal kan pyriet worden gevormd. In pleistocene landschappen treedt pyrietvorming vaak op in kwelgebieden met organische bodems (Jalink et al., 2001). Pyriet kan ook gevormd worden door infiltratie van SO4-rijk oppervlaktewater in organische bodems. Zeer vermoedelijk was voor de Vetpot de kwel van grondwater het proces dat zorgde voor pyrietvoming. Hoewel dit grondwater een laag SO4-gehalte had, voerde het gedurende lange tijd (duizenden jaren gedurende het Holoceen) sulfaat en ijzer aan naar de laagte Vetpot west. De instroom van oppervlaktewater die omstreeks de eeuwwisseling plaatsvond (zie paragraaf 2.3.4) had vermoedelijk wel een hoger SO4-gehalte, maar deze instroom vond veel minder lang plaats (maximaal ca. een eeuw). Bovendien vond deze instroom plaats in een situatie waarbij kwel optrad. Dit oppervlaktewater kon daardoor moeilijk infiltreren. De toestroming van grondwater was dus het belangrijkste proces voor de pyrietvorming.

Geconcludeerd kan worden dat de laagte Vetpot west een gebied was waar vroeger kwel van basen- en ijzerrijk grondwater optrad. De huidige chemische samenstelling is een resultaat van het inzijgende neerslagwater en een seizoensmatige afwisseling van oxidatie- en reductieprocessen.

In maart 2004 is bij watergang 36-0-1-1 op 200-250 cm onder de slootbodem (B50) matig hard grondwater (F1CaSO4) aangetroffen. Dit is het meest basische grondwater in de westelijke Vetpot. Dit water heeft een zeer hoog SO4-gehalte en hoge Cl-, Na-, K- en Mg-gehalten. Deze hoge waarden duiden op vervuiling met meststoffen. Het Fe-gehalte is ook hoog. Dit kan zijn veroorzaakt door oxidatie van ijzersulfides door het NO3- en SO4-rijke vervuilde water dat geïnfiltreerd is in het aangrenzende landbouwperceel (hierbij komt Fe en SO4 vrij) en/of door toestroming van Fe-rijk

grondwater. De watergang draineert hier onder ander grondwater dat in het aangrenzende zuidelijke perceel is geïnfiltreerd (intensief grasland). Deze toestroming zorgt voor de hoge SO4-, Cl-, Na-, K- en Mg-gehalten en mogelijk een hoog Fe-gehalte. Daarnaast kwelt in de sloot regenwater op dat in de westelijke Vetpot is geïnfiltreerd. Ten slotte kan ook nog dieper grondwater omhoog stromen, dat zorgt voor een relatief hoog Ca-gehalte. Ten tijde van de bemonstering draineerde de sloot. In de zomer valt de sloot droog en wordt dan infiltrerend. Het grondwater beweegt daarom gedurende het jaar op en neer. De drie typen grondwater die in de winter en het voorjaar in de sloot omhoog komen raken hierdoor met elkaar vermengd.

In het ven Vetpot midden worden juist zeer lage SO4-concentraties aangetroffen in het grondwater. De molaire ratio van HCO3 en totale hardheid is hoog (> 3,5) hetgeen duidt op het optreden van reductieprocessen. Verklaring voor deze reducerende omstandigheden is dat betreffend ven in tegenstelling tot de laagte Vetpot west een permanent tot langdurig geïnundeerde bodem heeft. Deze laagte inundeert nauwelijks en in de zomer raakt de bodem hier beter belucht. In de dikke organische laag in het ven en ook de aard van dit organisch materiaal (compact) kan hierdoor goed reductie optreden van SO4 dat door depositie wordt aangevoerd. Dit blijkt ook uit de sterke H_2S-geur van de grondwatermonsters. De SO4-concentraties van het venwater zijn ook laag. Zeer vermoedelijk wordt in het ven momenteel pyriet gevormd.

Het venwater van het ven in de oostelijke Vetpot heeft een HCO3-concentratie van 0,09-0,10 mmol/l en is dus nog net zeer zwak gebufferd. Het vennetje in het meest oostelijke deel van de Vetpot (bij B33) heeft een zeer laag HCO3-gehalte en is daarmee ongebufferd. De NO3/NH4-ratio is laag van beide vennen: respectievelijk 0,02-0,09 en 0,30. P-totaal bedraagt respectievelijk 0,04 en 0,06 mg P/l

Bergvennen
Het grondwater heeft lage Ca, Cl, SO4 en Fe-gehalten. Op de meeste plekken is het HCO3-gehalte ook laag, zodat er sprake is van basenarm grondwater dat ontstaat door infiltratie van regenwater. Het grondwater onder het Rietven vormt hierop een uitzondering: dit heeft een relatief hoog HCO3-gehalte. Het oppervlaktewater van dit ven heeft ook een relatief hoog HCO3-gehalte, in tegenstelling tot het ongebufferde Pluzenven en Kleine ven. Oorzaak van de relatief hoge HCO3-gehalten in en onder het Rietven is de kunstmatige toevoer van basenrijk grondwater naar dit ven. Opgepompt grondwater wordt hier periodiek ingelaten ten einde dit ven en de 'benedenstrooms' gelegen vennen zwak te bufferen. Het zwak gebufferde venwater infiltreert, waardoor het grondwater ook zwak gebufferd is.

De P-totaal-concentratie is laag in de vennen (0,03-0,06 mg P/l). De N-mineraal-concentratie is in het Rietven laag (0,15 mg N/l), in het Pluzenven relatief hoog (0,52-0,69 mg N/l) en in het Kleine ven matig hoog (0,23 mg N/l). De NO3/NH4-ratio is in het Rietven en het kleine ven laag (0,00-0,09) en in het Pluzenven relatief hoog (1,08-1,30). Gegevens van de K.U. Nijmegen (Brouwer et al., 2000) wijzen uit dat door periodieke inlaat van grondwater sinds 1996 na het opschonen de NH4-concentratie sterk is gedaald, de NO3/NH4-ratio is gestegen, de CO2-spanning is afgenomen en de basenverzadiging van het sediment hoog is (80 %). In het Pluzenven is de basenverzadiging van het sediment na opschoning laag en tussen 1996 en 1999 verder gedaald (30 naar 10 %).

Agrarisch perceel tussen de Vetpot en Bergvennen

Tussen de Vetpot en Bergvennen liggen een weiland en akker (perceel 1). Hier heeft het grondwater een relatief hoog Ca-, Mg-, K-, SO4- en NO3-gehalte. Het betreft hier geïnfiltreerd regenwater dat door bemesting is vervuild. Dit water is oxisch.

Oppervlaktewater in watergang 36-0-1-1
Het oppervlaktewater van watergang 36-0-1-1 heeft een relatief hoog Ca-, Mg-, K-, SO4 en NH4-gehalte. P28 heeft ook een hoog P-totaal-gehalte. Het water is duidelijk vervuild als gevolg van uitspoeling van meststoffen.

Figuur 8 Ligging van de peilbuizen, peilschalen en bodemmonsterlocaties.

3.3 Basen- en ijzerchemie van de bodem

Op 17 juli 2003 zijn op een aantal locaties in de Vetpot monsters genomen van de bovenste bodemlagen en geanalyseerd op parameters die een indruk van de basentoestand en het ijzergehalte geven. In bijlage 4 staan de analyse resultaten. Op de meeste locaties is de bodem op twee diepten bemonsterd. Bij de bemonsteringdiepte is rekening gehouden met de profielopbouw. De basenverzadiging is berekend als het quotiënt van de som van uitwisselbaar Ca, Mg, K, Na en de CEC. De CEC is de kationenuitwisselingscapaciteit.

Het organisch stofgehalte varieert van ca. 3 tot 19 %. Ze is relatief laag op de geplagde locatie B33 en de diepere bodemlaag van M50, B40 en B38. Een hoog organisch stofgehalte komt voor in de moerige en venige toplaag van M50, B40 en B38 en ook in de toplaag en diepere laag van B37. Deze laatste locatie betreft het westelijk deel van het ven Vetpot midden waar veenvorming optreedt. Het leemgehalte is hoog op de locaties M50, B40, B37 en B35.

De zuurgraad (pH_H_2O) varieert van 4,1 tot 5,8 en de basenverzadiging van 2 tot 54 %. Meestal zijn beide laag. Figuur 9 geeft de relatie weer tussen de pH(H_2O) en de basenverzadiging. Deze parameters zijn positief met elkaar gecorreleerd (r^2 = 0,63): dus hoe hoger de basenverzadiging is, hoe hoger de pH is. De hoogste waarden treden op bij B38, in een Elzenbroek (vooral in de diepere laag) en de diepere laag van B40 in de laagte Vetpot west (zie figuur 9). Bij B37 in het venige deel van het ven Vetpot midden treden intermediaire waarden voor de basenverzadiging op. In de laagte van de westelijke Vetpot hebben M50, de toplaag van B40 een lage pH en basenverzadiging. Beide parameters zijn ook laag in de oostelijke Vetpot bij B35 (opgeschoond ven) en B37 (geplagde heide). Er kan dus worden vastgesteld dat relatief basenrijke omstandigheden alleen in de laagte Vetpot west voorkomen. Absoluut gezien is de basenrijkdom hier wel hoog.

Een van de hypothesen van het onderzoek was dat basenminnende soorten die nu nog in de Vetpot voorkomen gebonden zijn aan het voorkomen van leem in de bodem. Deze leem zou dan nog een relatief hoge basenverzadiging hebben. Figuur 10 geeft de relatie aan tussen het leemgehalte en de basenverzadiging. Er blijkt geen duidelijk verband aanwezig te zijn. Dat betekent dat de basenhuishouding in de bovenste 40 cm van de bodem geen verband heeft met het leemgehalte. Dit sluit echter niet uit dat het voorkomen van soorten als Wilg en Zwarte Els gebonden is het voorkomen van leem. Vermoedelijk speelt de betere vochtvoorziening van leem daarbij een rol. Hierdoor hebben grondwaterafhankelijke soorten zich nog kunnen handhaven, ook al groeien ze niet meer bij de optimale grondwaterstand en zuurgraad.

Er is ook gekeken naar het ijzergehalte in de bodem. Het Fe-oxelaat-gehalte is een maat voor de hoeveelheid ijzer in de relatief makkelijk oplosbare vormen. Meestal betreft het allerlei hydroxiden van ijzer. De waarden variëren van 26 tot 274 mg/ 100 g d.s., wat absoluut gezien laag is. Relatief hoge waarden komen voor in de laagte Vetpot west (M50, B40, B38) en het venige deel van het ven Vetpot midden (B37). Dit betekent dat de bodem van de bodem van de zuidwestelijke Vetpot de bodem niet minder sterk is ontijzerd als de laagte Vetpot oost. Het ijzergehalte in de westelijke Vetpot kan alleen relatief hoog zijn doordat (1) er geen wegzijging van regenwater optrad, zodat er geen ijzer kon uitlogen en/of (2) er aanvoer van ijzer optrad dat in de toplaag van de bodem werd afgezet als gevolg van periodiek aërobe omstandigheden waarbij ijzerhydroxiden werden gevormd en periodiek anaërobe omstandigheden

waarbij pyriet werd gevormd. Opvallend is dat bij M50, B40 en B38 de toplaag een hogere waarde heeft dan de diepere laag. Deze stratificatie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de huidige oxidatie van pyriet (zie paragraaf 3.3) die vooral in de bovenste bodemlaag optreedt. Daarbij ontstaan ijzerhydroxiden. Er is geen correlatie aanwezig tussen de pH(H_2O) en het Fe-oxelaat gehalte (figuur 11).

Voor de relatief zure ven- (ven Vetpot midden) en heidelocaties (ven Vetpot midden) in de laagte Vetpot oost en zijn NH_4 en NO_3 bepaald. De ratio van NH_4 en NO_3 (op basis van mg N/100 g d.s.). is hoog (33-62) op de locaties B33 en B35. Zo'n hoge ratio is ongunstig voor het voorkomen van zwak gebufferde soorten van Oeverkruid-gemeenschappen en heides. Oeverkruid gemeenschappen hebben een ratio van ca. 1 nodig (Brouwer et al., 2000).

3.4 Vegetatie

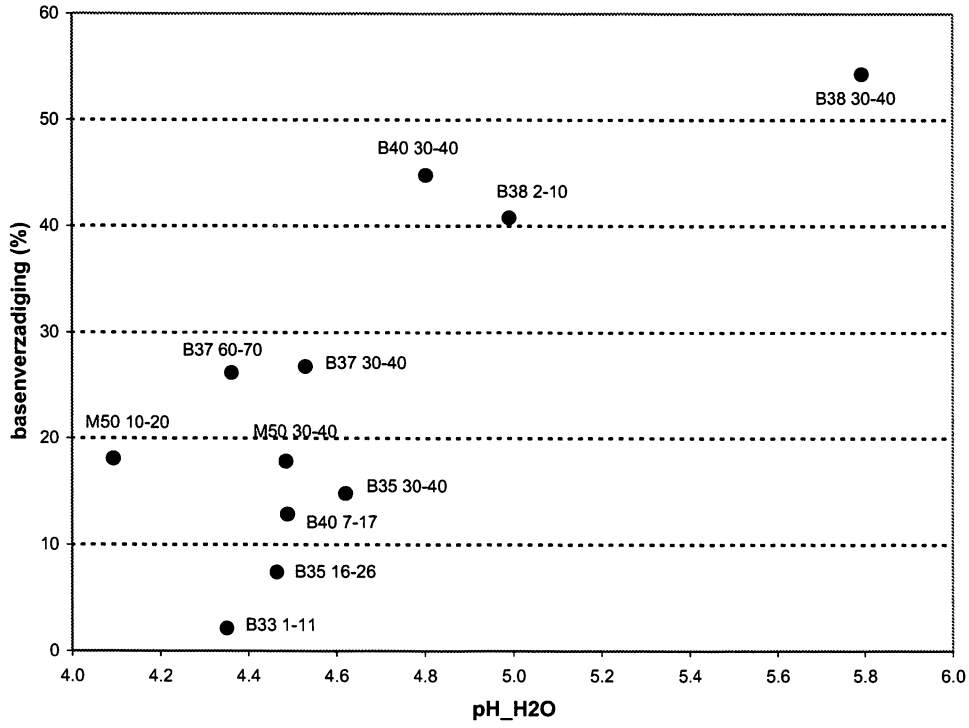
3.4.1 De Bergvennen

De Bergvennen bestaat uit laagten met ongebufferde tot zwak gebufferde wateren (vennen) en lage tot hoge dekzandruggen die begroeid zijn met droge en natte heide. In de natte heide komen onder andere Beenbreek, Klokjesgentiaan en Lavendelheide voor. In twee vennen heeft de Waterlobelia-associatie zich gehandhaafd, die naast het voorkomen van de naamgevende soort hier tevens gekenmerkt wordt door Oeverkruid, Veelstengelige waterbies, Vensikkelmos en Sphagnum denticulatum. Na uitvoering van herstelmaatregelen in het kader van het OBN in 1991 is de Waterlobelia-associatie in diverse vennen (o.a. Rietven en Ronde ven) teruggekeerd (Roelofs et al. 1996; Brouwer et al., 2000). Ook de Waterveenmos-associatie met Drijvende egelskop (Sphagno cuspidato-obesi sparganietosum angustifolii) heeft geprofiteerd van de uitgevoerde maatregelen. Deze maatregelen bestonden uit het schonen van de verzuurde vennen, het afplaggen van de oeverzones en het bufferen van de zuurgraad van het oppervlaktewater met basenrijk grondwater. Het grondwater wordt periodiek opgepompt in het reservaat en via een oud greppelpatroon gedistribueerd naar de meeste vennen (zie paragraaf 2.3.4 voor het stromingspatroon). Langs de randen van diverse vennen komt de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies (Lycopodio-Rhynchosporetum albo-fuscae) voor met Moeraswolfsklauw, Kleine zonnedauw, Bruine en Witte snavelbies en zeer veel Klokjesgentiaan. Lokaal komt langs één ven Gagelstruweel voor in een smalle gordel. Plaatselijk zijn de Associatie van Geoorde wilg (Salicetum auritae) en Associatie van Zompzegge en Moerasstruisgras (Carici curtae-Agrostietum caninae) aanwezig.

De vegetatie in de vennen heeft zich als volgt ontwikkeld (Bellemakers et al., 1993; Brouwer et al., 2000). Het grootste ven, het Rietven, werd tot 1950 geheel gedomineerd door Waterlobelia, Oeverkruid, Naaldwaterbies, Drijvende egelskop en Kleinste egelskop. Door de eutrofiëring van het instromende oppervlaktewater veranderde de vegetatie in een helofietenbegroeiing van Grote lisdodde, Pitrus, Riet en Wateraardbei. In 1959 werd het ven uitgebaggerd, waarbij door een snelle waterstijging resten van het slib bleven zitten. Ook werd de aanvoersloot afgekoppeld. Soorten van het Oeverkruidverbond, als Waterlobelia en Oeverkruid keerde slechts af en toe terug, meestal in een droge periode. Gedurende 1989-1992 breidde Oeverkruid zich sterk uit. Na het opschonen in 1994 kiemden Oeverkruid, Waterlobelia, Drijvende Egelskop en Ongelijkbladig fonteinkruid. In 1997 bestond de vegetatie voor een groot deel uit de Associatie van Veelstengelige waterbies.

Alhoewel de zwak gebufferde venflora zich goed herstelde en ook in 2001 vijf (zeer) zeldzame sieralgsoorten werden aangetroffen, ontbreken doelsoorten van aquatische macrofauna (Knol & Schmidt (2003). In het Pluzenven kwam tot 1973 Waterlobelia voor. Er is hier nooit melding gemaakt van Oeverkruid. Van de vroegere vegetatie is verder niets bekend. Een groot deel van het ven werd in 1991 bedekt met Waterveenmos en weinig Knolrus. Na het opschonen in 1994 vond geen vestiging plaats van Oeverkruid-klasse soorten. Er ontwikkelde zich een vegetatie van vooral Veenmos. Vanaf 1999 komen enkele exemplaren van Waterlobelia voor. In 2002 bevonden deze zich dichtbij het instroompunt (oostelijk deel). In de meeste vennen breidde Waterlobelia zich zo sterk uit (duizenden exemplaren) gedurende de laatste jaren dat de Bergvennen momenteel de grootste populatie van Nederland herbergt.

Figuur 9 De relatie tussen pH(H_2O) en de basenverzadiging in bodemmonsters.

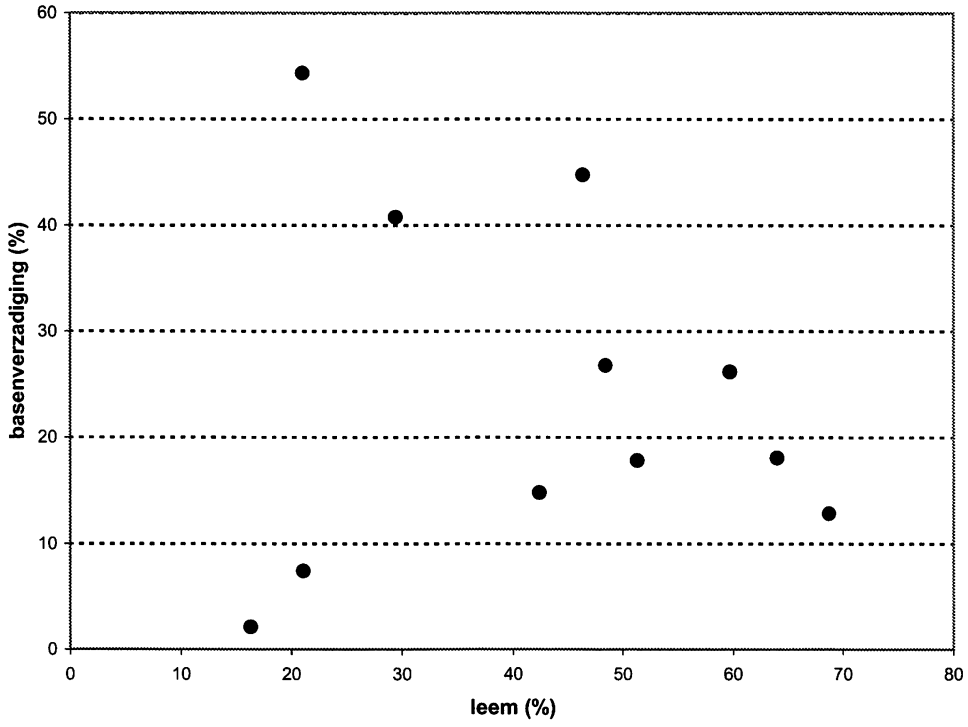


3.4.2 De Vetpot

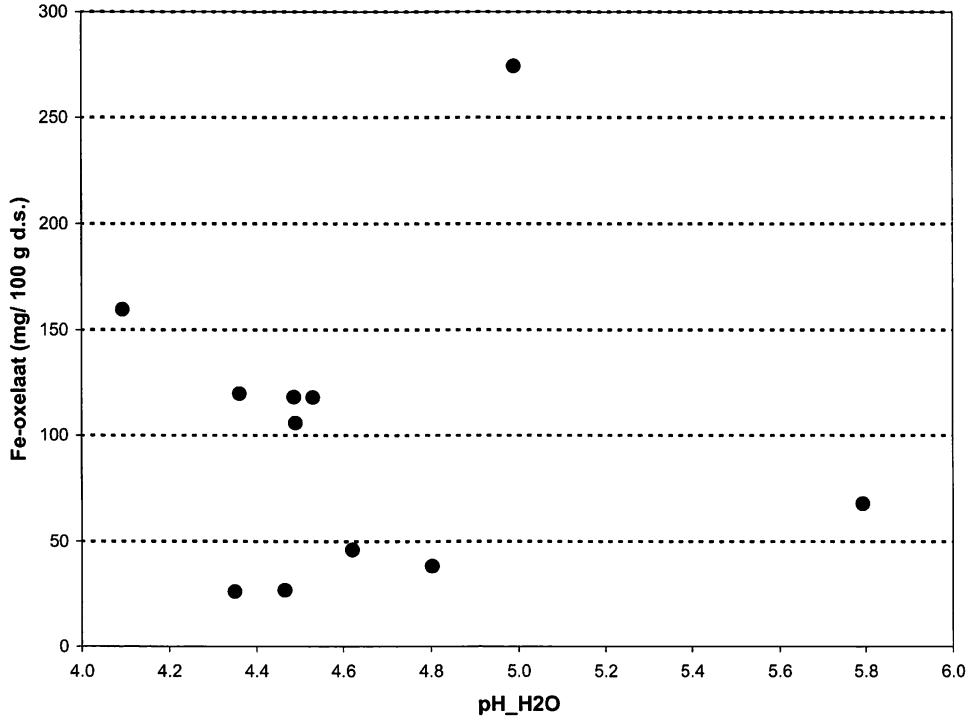
Het **bos Vetpot Noord** is een hooggelegen voormalig heideterrein dat thans vrijwel geheel begroeid is met naaldbossen. Deze bossen behoren vegetatiekundig tot de typische en vochtige Eiken-Berkenbossen (Querco-Betuletum). Er liggen nog enkele zeer kleine vlakjes met een soortenarme, vergraste natte heide.

Direct ten zuiden van het bos Vetpot noord ligt de **laagte Vetpot west**. Dit terrein is thans vrijwel geheel verstruweeld en verbost (Jansen et al., 1997). Op de aangrenzende hogere delen staan naaldbossen die tot de typische en vochtige Eiken-Berkenbossen behoren. De kern van het terrein bestaat uit een verdroogd ven, dat

Figuur 10 De relatie tussen het leemgehalte en de basenverzadiging in bodemmonsters.



Figuur 11 De relatie tussen pH(H_2O) en het Fe-oxelaat gehalte in bodemmonsters.



vrijwel geheel is dichtgegroeid met struwelen van Geoorde wilg en een jong Berkenbroek (Betuletum pubescentis). In de jaren '90 is een deel van het struweel gekapt. Het Berkenbroek groeit op de meest zure plaatsen; het wilgenstruweel van Geoorde wilg op zure tot matig zure standplaatsen. Het oostelijk deel van de laagte is dichtgegroeid met struweel van de Associatie van Grauwe wilg (Salicetum cinereae) met veel Elzenzegge. Deze vegetatie duidt op zwak zure omstandigheden. In het niet dichtgegroeide deel komen verarmde gemeenschappen van de kleine-zeggenmoerassen voor met onder andere Veenpluis, Veenmossen en Moerasstruisgras. Hier groeien ook veel Pijpestrootje en Hennegras. Deze laatste soort duidt er op dat de bodem voorheen minder zuur was.

Van de oorspronkelijke begroeiing bestaan enkele beschrijvingen in de vorm van excursieverslagen. Deze maken echter duidelijk dat dit gebied tot na de Tweede Wereldoorlog bijzonder rijk was en werd gekenmerkt door goed ontwikkelde gradiënten in basenverzadiging en trofie. Uit deze gegevens kan worden afgeleid dat rondom de laagte Vetpot west blauwgraslanden, de Associatie van Zompzegge en Moerasstruisgras en uitgestrekte rietmoerassen met Grote boterbloem, Holpijp aanwezig waren. Ook kwamen Adderwortel en Groenknolorchis voor. Het voorkomen van deze rietmoerassen was waarschijnlijk het gevolg van de toevoer van met nutriënten verrijkt oppervlaktewater via een slootje dat afkomstig was uit heideontginningen (zie paragraaf 2.3.4 en bijlage 5: situatie 1902). De blauwgraslanden werden gekenmerkt door Vetblad, Moeraswespenorchis en andere – niet nader benoemde – orchideeën, Dwergzegge en diverse – wederom niet nader benoemde – kleine zeggensoorten. De vegetatie van de toenmalige westelijke Vetpot bezat een hoge mate van overeenkomst met die van het huidige Brecklenkampsche Veld (zie hoofdstuk 4). In het ven van de oostelijke Vetpot waren aanwezig de Waterveenmos-associatie met Drijvende egelskop, de Waterlobelia-associatie, de Associatie van Vlottende Bies en de Associatie van Veelstengelige waterbies.

In 1958 (excursieverslag Glas juni/juli 1958) bestaat de vegetatie van de laagte voor 2/3 uit een begroeiing van Veelstengelige waterbies (veel), Drijvend fonteinkruid (veel), Gewone waterbies, Kleinste egelskop (spaarzaam), Vlottende bies (spaarzaam), Oeverkruid (spaarzaam), Snavelzegge (spaarzaam) en Drijvende waterweegbree (spaarzaam). Veenmossen ontbreken hier. De begroeiing duidt op mesotrofe, zwak gebufferde omstandigheden. In de oostpunt van de laagte groeien Kleinste egelskop (talrijk), Klein kroos, Mannagras, Grote waterweegbree, Holpijp, Waterzuring, Watertorkruid, Blaaszegge en Scherpe zegge die duiden op een hoge basenrijkdom en relatief voedselrijke omstandigheden. Op de drooggevallen oevers ontbreekt Drijvende waterweegbree. Behalve de eerder genoemde soorten komen hier ook voor: Zompvergeet-me-nietje, Knolrus, Egelboterbloem, Moerashertshooi, Veenpluis, Wateraardbei, Kruipend struisgras, Fioringras, Vlottende bies, Waternavel, Gewone wederik, Pitrus, Zompzegge, Moeraswalstro, Hoge cyperzegge, Melkeppe en Hennegras. Af en toe werden aangetroffen: Ondergedoken moerasscherm, Pilvaren (in de ZW-punt), Veenwortel, Rosse vossestaart, Pijptorkruid, Gele lis, Gewone zegge, Rietgras, Stijve moerasweegbree. Opgemerkt wordt dat de situatie op de oevers heterogeen was. De standplaatscondities bestonden vermoedelijk uit een afwisseling van matig zure tot zwak zure, mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden en er trad periodieke inundatie op. Richting de ZO-punt werd het droger en daar was een dichte Riet-begroeiing en broekbos met Zwarte els, Bitterzoet en Elzenzegge aanwezig. Door Diemont en Sissingh (1942) werd reeds in de jaren veertig melding gemaakt van Rietvelden in de westelijke Vetpot. Dit had te maken met eutrofiëring door aanvoer van eerder genoemd slootje dat in de zuidoost

hoek van de laagte uitmondde. De ligging van deze sloot verklaart waarom Glas de Riet-begroeiing in het ZO-deel aantrof.

Het door Brilleman (1953) aangetroffen Blauwgrasland in de westelijke Vetpot heeft basenrijke, mesotrofe omstandigheden nodig en gedurende de winter en het voorjaar waterstanden om en nabij het maaiveld en in de zomer grondwaterstanden die niet dieper dan 60-100 cm zakken. Uit de beschrijving van Glas (1958) kan worden opgemaakt dat dit vegetatietype niet in het laagste deel met Oeverkruid-gemeenschappen voorkwam. De laagste delen inundeerde te lang voor Blauwgrasland. De positie van het Blauwgrasland moet daarom halverwege de hoogtegradiënt hebben gezeten: in de zone die wel nat was maar niet of slechts kortstondig inundeerde.

Ten westen van de laagte Vetpot west ligt een nog landbouwkundig gebruikt perceel (**perceel 3**) met **een gedempt ven**. Dit perceel is in eigendom van de Stichting Twickel en thans verpacht. Ter plekke van dit ven ligt nu een sloot, waarin en waarlangs o.a. voorkomen Mannagras, Kattenstaart, Egelboterbloem, Waternavel, Moeraswalstro, Biezenknoppen en Echte koekoeksbloem. De combinatie van deze soorten geeft aan dat behalve voedselrijke omstandigheden als gevolg van het hedendaagse agrarische gebruik ook matig tot zwak zure omstandigheden heersen. Het water in de sloot is roestrood van kleur, wat duidt op de toestroming van ijzerrijk grondwater. De vroegere begroeiing van dit ven verdween als gevolg van de egalisatie in de jaren '50/'60.

In 1958 (excursieverslag Glas juni/juli 1958) was dit ven 100 m lang en 50 m breed en had het een diepte van 70 cm. Het water was helder en had een pH van 5,7. De bodem was vermoedelijk vertrapt door vee en had een 20 cm dikke, zwarte, humeuze toplaag van volledig verteerd organisch materiaal. Het ven werd voor drievierde omgeven door weiland en aan de noordzijde door een met vliegdennen begroeide heide. Het centrum van het ven had een dichte vegetatie van Drijvende waterweegbree en Kleinste egelkop. In het NO-deel domineerden Mannagras en Watertorkruid en kwamen veel Veenwortel, Geoord veenmos en Scherpe zegge voor. Op de oevers bepaalde Wateraardbei het aspect en kwamen Kruipend struisgras, Waternavel, Moerashertshooi, Vlottende bies en Gele lis en Gewone wederik voor. Het ven was zwak eutroof en zwak tot zeer zwak gebufferd. Rondom het ven stonden in een zone Wilde gagel, Grauwe wilg, Zwarte els en Kruipend struisgras. Er was ook nog een uitloper van het ven in noordwestelijke richting aanwezig met een vergelijkbare vegetatie.

Het **ven Vetpot midden**, tenslotte, betreft een verzuurd en geëutrofiëerd ven dat voor driekwart is omringd door een geaccidenteerde dekzandrug. In het ven komen als gevolg van eutrofiëring uitgestrekte, soortenarme rietlanden voor. De randen van het ven zijn begroeid met Gagelstruwelen en struwelen van Geoorde wilg, die hoger op de helling overgaan in een natte heide en vochtige Eiken-Berkenbossen. Het oostelijk deel van het ven is in da jaren '90 opgeschoond en de vegetatie bestaat hier uit een soortenarme begroeiing van Knolrus, Waterveenmos en Geoord veenmos.

Oorspronkelijk kwam in dit ven vermoedelijk de Associatie van Vlottende bies voor met soorten als Moerashertshooi, Vlottende bies, Ondergedoken moerasscherm, Waterpostelein, Schildereprijs en Zeegroene muur (Van Dijk & Meijer, 1946). In 1958 (excursieverslag Glas juni/juli 1958) was dit ven 40 cm diep en had het helder water. Aan de oostzijde was de bodem zandig, in het centrum was een 5 cm dikke laag van organisch materiaal aanwezig. Aan de west- en zuidzijde kwamen

hooilanden voor, die op het zuidwestelijk deel van het ven afwateren. De oostzijde werd begrenst door een Dopheide-begroeiing met op oudere plagplekken Moeraswolfsklauw en Beenbreek. De zuidelijke helft bestond uit een vegetatie van Riet die eutrofe omstandigheden indiceerde. In het deel van het ven waar de weilanden afwateren, stond veel Wateraardbei. De noordelijke helft bestond uit een submerse vegetatie van Vensikkelmos, Waterveenmos en Geoord veenmos wat duidde op relatief zure, mesotrofe omstandigheden. Aansluitend op de oevers werden Veelstengelige waterbies, Veenwortel en Gewone waterbies aangetroffen wat duidde op (zeer) zwak gebufferde, zwak eutrofe omstandigheden. Op de oostoever werden geen Waterlobelia en Oeverkruid gevonden. Aan de west- en zuidzijde was een moerasbosje aanwezig met Grauwe wilg, Geoorde wilg, Zachte berk, Ruwe berk, Sporkenhout, Gewone wederik, Zompzegge en Bitterzoet.

Dat na opschoning van het ven in de jaren '90 zijn de soorten van de zwak gebufferde associatie van Vlottende bies niet teruggekeerd. Vooral Knolrus en Waterveenmos keerden terug, terwijl een schone zandbodem was gecreëerd.

In de oostelijke Vetpot bestaan tegenwoordig de hoogste delen van de dekzandrug uit droge heide en droge Eiken-Berkenbossen. De laagte Vetpot oost heeft nog steeds aanzienlijke natuurwaarden, die nog zijn toegenomen nadat in 1993 een deel van de vergraste natte heide is geplagd. Thans zijn in de natte heide diverse bijzondere soorten aanwezig, zoals Beenbreek, Kleine zonnedauw, Bruine snavelbies, Witte snavelbies, Moeraswolfsklauw en Klokjesgentiaan. In het kader van het herstelbeheer is ook een deel van een vennetje opgeschoond dat in het laagste deel van de laagte ligt.

4 Het Brecklenkampsche Veld als referentie

4.1 Vegetatie

Ten noorden en stroomafwaarts van de Bergvennen ligt het Brecklenkampsche Veld, dat eveneens in eigendom en beheer is van Landschap Overijssel. Het is een zwak golvend dekzandgebied met enkele parallel lopende langgerekte laagten die gescheiden zijn door overwegend lage dekzandruggen. Dit gebied is zeer rijk aan Rode-Lijstsoorten en herbergt talloze bedreigde plantengemeenschappen van heiden, vochtige en natte schraallanden en zwak gebufferde wateren. De begroeiing van de hoge delen van de dekzandruggen bestaat uit droge en natte heiden of vochtige Eiken-Berkenbossen, terwijl op de flanken van deze ruggen - op de overgang van de laagten - van hoog naar laag achtereenvolgens voorkomen heischraalgrasland (Nardo-Gentianetum pneumonanthes), blauwgrasland en de Associatie van Zompzegge en Moerasstruisgras. In de langdurig geïnundeerde delen van de laagten komen de Associatie van Vlottende bies (Scirpetum fluitantis) en de Associatie van Veelstengelige waterbies (Eleocharitetum multicaulis) voor. Ook komt hier de Associatie van Waterviolier en Sterrekroos (Callitricho-Hottonietum) voor, die gekenmerkt is door zeer langdurige inundaties en de toevoer van matig basenrijk tot basenrijk grondwater (Schaminée et al., 1995). Plaatselijk zijn de laagten begroeid geraakt met wilgenstruwelen, zowel de Associatie van Geoorde wilg als de Associatie van Grauwe wilg (op relatief basenrijke plaatsen; Salicetum cinereae) en de thans als zodanig niet meer binnen Nederland erkende Associatie van Laurier- en Grauwe wilg (Salicetum pentandro-cinereae; op de meest basenrijke plaatsen). De oorsprongen van enkele van de laagten liggen net over de grens in Forst Bentheim, waarin onder andere de Associatie van Grauwe wilg aanwezig is met Waterviolier.

De afgelopen 15 jaar is in het Brecklenkampsche Veld op veel plaatsen geplagd met als doel herstel en vergroting van het areaal van de natte heide en de genoemde kruidachtige begroeiingen. Deze doelstelling is gerealiseerd, wat vermoedelijk samenhangt met de vooral aan de oostzijde van het gebied nog weinig verstoorde waterhuishouding. Door plaggen ontstonden bovendien pioniergemeenschappen van de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies en van de Draadgentiaan-associatie (Cicendietum filiformis). Vroeger voorkomende soorten als Moeraswespenorchis, Parnassia en Rozenkransje zijn echter niet teruggekeerd.

4.2 Hydrologie

Uit onderzoek van De Graaf (2000) blijkt dat de zone met Blauwgrasland in de winter en het voorjaar gevoed wordt met basenrijk grondwater en dat dit proces zorgt voor de handhaving van een hoge basenverzadiging. In de zomer zakt de grondwaterstand vrij diep onder maaiveld weg en daarmee stopt ook tijdelijk de oplading van het kationenadsorbtiecomplex met basen. In de hoger gelegen zone met natte heide treedt te kortstondige toevoer met grondwater op om de basenrijkdom op een hoog niveau te handhaven. Dit systeem en de bijbehorende vegetatiezonatie lijken op die van

Punthuizen (Jansen, 2001). Ook hier heeft het Blauwgrasland een positie halverwege de hoogtegradiënt. In de winter zorgt inundatie van de laagte en opbolling van de freatische grondwaterstand in de aangrenzende dekzandruggen voor een lokale grondwaterstroming van dekzandrug naar de rand van de laagte. Deze lokale stroming perst basenrijk grondwater omhoog in de zone die net niet of slechts kortstondig inundeert. In het Brecklenkampsche veld is het Blauwgrasland en ook het heischraalgrasland gebonden aan de zone net boven de delen die lang inunderen. De lage delen zijn minder basisch omdat hier het basenrijke grondwater mengt met veel basenarm regenwater en hier treedt langdurige inundatie op. Dit leidt tot zwak gebufferde omstandigheden, waarbij Oeverkruidgemeenschappen voorkomen.

4.3 Vergelijking tussen Vetpot en Brecklenkampsche Veld

Bij een vergelijking van de vroegere vegetatiegradiënt in de westelijke Vetpot en de huidige gradiënt in het Brecklenkampsche veld blijkt dat er overeenkomsten zijn. In beide gebieden was/ is sprake van een gradiënt met Oeverkruidgemeenschappen in de lage delen, Blauwgrasland, Kleine zeggengemeenschappen in de middenzone en heides in de hoge zone. Dit is een sterke aanwijzing dat in de westelijke Vetpot een lokaal grondwatersysteem zorgde voor kwel van basenrijk grondwater aan de randen van de laagte. Voor dit proces is het noodzakelijk dat in de winter en het voorjaar de laagte inundeert en in de aangrenzende hoogten de grondwaterspiegel opbolt.

5 Synthese

5.1 Hydrografie

Samenhangend met het reliëf was de oorspronkelijke afwatering in de situatie zonder sloten als volgt. De meeste vennen in de Bergvennen waren van oorsprong hydrologisch geïsoleerd. Deze hadden geen afvoer over maaiveld. Een uitzondering daarop vormde het Pluzenven en het nabijgelegen Kleine ven. Deze twee vennen hadden een afwatering over maaiveld in westelijke richting naar het voormalige ven op de kruising van de Kommiezendijk en de watergang 36-0-1-1 (perceel 1/2a). Dit laatste ven had vermoedelijk een afwatering naar het westen via de laagte ten zuiden van de Vetpot naar de Vetpot west. Het ven Vetpot midden had vermoedelijk ook een afwatering naar de laagte Vetpot west. De laagte Vetpot west en het gedempte ven in perceel 3 hadden in (zuid)westelijke richting een afvoer naar de Rammelbeek. Als gevolg van de positie van dekzandruggen aan de noordzijde van de Vetpot en Bergvennen was geen afwatering mogelijk naar het noorden.

Stroming van oppervlaktewater over maaiveld trad alleen op in de winter en het voorjaar als de grondwaterstanden hoog waren. Het oppervlaktewater in laagtes en vennen kon dan over de 'drempels' heen stromen. In de zomer en herfst trad waarschijnlijk geen of weinig afvoer van oppervlaktewater op.

Ingrepen in de waterhuishouding hebben het afwateringspatroon sterk gewijzigd. De vennen in de Bergvennen werden in het begin van de 20e eeuw met elkaar verbonden en ontvingen oppervlaktewater uit een landbouwgebied aan de zuidkant. Dat leidde tot alkalinisering en een steeds sterkere eutrofiëring van het Rietven, het Ronde ven, Ven V en het Eilandven. Het Pluzenven en Kleine ven werden met de ruilverkaveling in de jaren '50/'60 aan de westkant afgedamd. Het Pluzenven ging afwateren op de toen gegraven watergang 36-0-1-1 via een greppel. In het begin van de 20e eeuw ontving de laagte Vetpot west via een sloot water uit de laagte ten zuiden van de Vetpot. Dat leidde tot plaatselijke eutrofiering in de laagte Vetpot west. Tegelijk waterde deze laagte af naar de Rammelbeek. Begin jaren '50 is de aanvoersloot verdwenen en was het ven Vetpot midden via een slootje verbonden met de laagte Vetpot west. Door de ruilverkavelingswerken eind jaren '50 en '60 werd de Vetpot geïsoleerd. Kades langs de watergang 36-0-1-1 belemmeren nu de uitstroom van water vanuit de laagte Vetpot west. Door de diepe ontwatering verdween tevens de afwatering over maaiveld in de laagte ten zuiden van de Vetpot en in de laagte net ten westen van de Vetpot. Momenteel vindt er nagenoeg geen afvoer van water over maaiveld plaats. Vrijwel al het regenwater infiltreert.

5.2 Grondwatersystemen

Van west naar oost loopt het maaiveld en ook de grondwaterstand op. De Vetpot ligt lager en heeft lagere waterstanden dan de Bergvennen. Binnen de Vetpot is ook een duidelijke gradiënt in de freatische stand aanwezig. Deze loopt op van west naar oost. In de Bergvennen neemt de freatische stand toe van noord naar zuid gaand. Aan de noordzijde van de Bergvennen gaat de freatische stand sterk omlaag mede door drainage van watergang 33-0-2-4. Regenwater dat inzijgt in de Bergvennen zal dus ondergronds naar het noorden, westen en oosten stromen.

In en rond de laagte Vetpot west kwam in de jaren '40 en '50 van de vorige eeuw een gradiëntrijke situatie voor. De laagte inundeerde langdurig en was zwak gebufferd, overwegend mesotroof tot zwak eutroof. De middenzone was relatief basisch tot matig zuur, mesotroof tot zwak eutroof en inundeerde hooguit kort. Hoger op de gradiënt kwam grasland of heide voor. De relatief basenrijke omstandigheden in de middenzone werden veroorzaakt door toestroming van basenrijk grondwater. Dit onderzoek geeft daar de volgende aanwijzingen voor:

- Het voorkomen van grondwater met relatief hoge gehalten aan Ca en Fe in het zuidwestelijke deel van de Vetpot (paragraaf 3.2.4):
- De vermoedelijke aanwezigheid van pyriet in de toplaag van de laagte, die nu vrijkomt door oxidatie als gevolg van de opgetreden verdroging (paragraaf 3.2.4);
- Het optreden van relatief hoge Fe-gehalten in de bodem van de laagte (paragraaf 3.3), wat een relict is van de vroegere ijzerrijke kwel. De kwel voerde gereduceerd ijzer aan dat goed oplosbaar is in water. In de laagte werd het ijzer afgezet in de vorm van pyriet (paragraaf 3.2.4);
- de huidige roestverschijnselen in de sloten aan de zuid- en westzijde van westelijke Vetpot;
- het vroegere optreden van ijzerrijke kwel in perceel 2b dat net ten oosten van de laagte Vetpot west (paragraaf 3.1);
- het voorkomen van sterk rood gekleurd zand in het zuidwestelijk deel van de Vetpot in tegenstelling tot de overige delen. Dit duidt ook op een relatief hoog ijzergehalte in de westelijke Vetpot (paragraaf 3.1).

Het basenrijke en ijzerrijke grondwater stroomde toe vanuit een lokaal grondwatersysteem. Het intrekgebied van dit systeem bevond zich vermoedelijk in de oostelijke Vetpot en de dekzandrug ten noorden (bos Vetpot noord) en ten zuiden van de laagte Vetpot west. De stroombanen van dit grondwatersysteem moeten minstens 5 meter onder maaiveld liggen. Ondiepere stroombanen komen namelijk niet in contact met kalk. Diepere stroombanen kunnen wel in contact komen met kalk en zodoende kalk oplossen waardoor het grondwater basenrijk wordt. Er bevindt zich kalk op ca. 10 m diepte en dieper en mogelijk ook tussen de 5 en 10 m diepte. Zulke dieptes kunnen worden bereikt door lokale grondwatersystemen met een relatief klein intrekgebied indien een regionaal grondwatersysteem afwezig is (mondelinge mededeling C. Maas). In het gebied zullen de lokale grondwatersystemen diep in het watervoerende pakket reiken omdat een regionaal grondwatersysteem ontbreekt. Het basenrijke grondwater trad uit in natte periode als de laagte was geïnundeerd en dan vooral in de zone net boven de langdurig geïnundeerde delen. De sterke opbolling in de aangrenzende dekzandruggen zorgde voor de toestroming van het grondwater. Hier kwam het Blauwgrasland voor. In de laagte mengde basenrijk grondwater met regenwater waardoor hier zwak gebufferde omstandigheden heersten. Dit ging samen met het voorkomen van Oeverkruidgemeenschappen, waaronder de associatie van Vlottende bies. Instroom van eutroof landbouwwater via een slootje dat uitmondde in het zuidoostelijk deel van de laagte had in de jaren '40 en '50 voor eutrofiëring gezorgd. Plaatselijk kwamen daardoor Riet-begroeiingen en zwak eutrofe Oeverkruid-begroeiingen met Kleinste egelskop voor. De instroom van het landbouwwater zorgde ook voor een zwakke buffering van het water in de laagte omdat het landbouwwater mengde met regenwater.

Door ontwatering van de omgeving, die in de jaren '50 en '60 zijn beslag kreeg, vindt tegenwoordig geen toestroming meer plaats van basenrijk grondwater in de laagte Vetpot west. Het basenrijke grondwater kwelt nu op in watergang 36-0-1-1 en haar

zijsloot aan de westzijde van perceel 3. Tevens zorgt de noordelijke gelegen watergang 33-0-0-1 ook voor drainage. De ontwatering heeft er voor gezorgd dat de westelijke Vetpot nu geheel infiltratiegebied is geworden. Hierdoor infiltreert reeds gedurende ca. 45 jaar basenarm regenwater. Omdat de westelijke laagte door het graven van de watergang 36-0-1-1 ook werd afgescheiden met een wal, kon het regenwater goed stageneren. Momenteel is tot minstens 2-3 meter onder maaiveld van de laagte basenarm grondwater aanwezig. Als wordt uitgegaan van een inzijging van 55 tot 125 mm per jaar (bepaald op basis van Cl-concentraties in het grondwater; zie paragraaf 3.2.4) sinds de ontwatering rond 1960 en een bergingscoëfficiënt van 0,3 dan kan worden afgeleid dat het regenwater maximaal tot 7,7 tot 17,5 meter diepte is doorgedrongen. Omdat deze berekening uitgaat van een verticale neerwaartse beweging en het geïnfiltreerde regenwater in werkelijkheid richting de omliggende sloten wordt afgebogen, zal de infiltratiediepte in werkelijkheid minder groot zijn. De ordegrootte van de uitkomst geeft wel aan dat het regenwater gedurende de afgelopen ca. 45 jaar tot meters diep kan zijn doorgedrongen. Dit regenwater heeft het basenrijke grondwater verdrongen. Al deze veranderingen zorgde voor het stoppen van het proces dat de pH op een relatief hoog niveau handhaafde. Hierdoor ging verzuring ging optreden.

Het verzuringsproces werd echter nog aanmerkelijk versneld. Oxidatie van pyriet dat door de vroegere kwel in de toplaag is afgezet oxideerde als gevolg van de verdroging. Pyriet die aan de lucht wordt blootgesteld wordt snel geoxideerd. Dit oxidatieproces vormt zuur en draagt daardoor sterk bij aan de verzuring. De gevormde H-ionen verdringen vervolgens Ca van het kationenadsorbtiecomplex. De vrijgekomen Ca-ionen worden met het inzijgende regenwater afgevoerd. De bodem is momenteel sterk verzuurd. De pyrietoxidatie heeft dus gezorgd dat de bodem snel en sterk verzuurde. Overigens komen bij de oxidatie van pyriet aanzienlijke hoeveelheden nikkel, zink en kobalt vrij (Van Beek, 1999), die kunnen leiden tot toxische effecten op de evertebratenfauna. Deze zware metalen zijn gedurende vorming van het pyriet ingekapseld. Metalen die gedurende eeuwen zijn geaccumuleerd zijn afgelopen vier decennia vrijgekomen. Naast pyrietoxidatie droeg de toegenomen zuurdepositie ook bij aan de verzuring.

De ontwatering heeft tevens geleid tot een verlaging van de winter- en zomerstanden en een verkorting van de inundatieduur. Hierdoor en door de de toegenomen atmosferische depositie kon snel bebossing optreden met Berk en wordt de vegetatie overheerste door Pijpenstrootje en Hennegras. Door deze bosvorming nam de verdamping sterk toe. Dat leidde weer tot een verdere verlaging van de grondwaterstand, vooral in de zomer (enkele decimeters). Eutrofiëring door atmosferische depositie bevorderde de genoemde soorten. In delen met een leemrijke bodem kon zich een slecht ontwikkeld broekbos van Zwarte els en Wilg handhaven cq ontwikkelen. Door de goede vochtvoorziening van deze bodems handhaafde zich hier nog een aantal soorten die normaal gesproken onder relatief basische omstandigheden groeien. In de meer zandige delen van de laagte is de vochtvoorziening in de zomer slecht.

Het ven Vetpot midden vertoonde in de jaren '40 en '50 een gevarieerd beeld van enerzijds een zuidelijk, zwak gebufferd geëutrofiëerd deel als gevolg van instroming van vervuild oppervlaktewater en anderzijds een relatief zuur oostelijk deel met Veenmossen en Vensikkelmos. Waarschijnlijk betrof het dus een relatief zuur ven waarvan de alkaliniteit van nature op de grens van ongebufferd en zeer zwak gebufferd bevond. Door instroming van landbouwwater was de alkaliniteit lokaal toegenomen. Nadat de instroom van landbouwwater stopte had zich een organische

laag opgehoopt en is het ven vermoedelijk verzuurd. Momenteel bevindt de buffering zich op de overgang van ongebufferd en zeer zwak gebufferd.

De oostelijke Vetpot is een geaccidenteerd gebied waar vroeger en ook nu nog droge en natte heides voorkomen. Momenteel treedt hier voornamelijk inzijging van regenwater op en een periodieke, zwakke toestroming van basenarm, ongebufferd lokaal grondwater uit de aangrenzende dekzandrug. De ontwatering van de omgeving zal hier geleid hebben tot een verlaging van de zomer- en winterstanden en een verminderde opbolling in de dekzandruggen. Vroeger zal de toestroming van lokaal grondwater daarom groter zijn geweest. Ook zal in de fluctuatie van de grondwaterstand zijn toegenomen.

De vennen in de Bergvennen waren oorspronkelijk veenvormende moerassen zoals dat met veel vennen in Nederland geval was. Het betrof hier kleine hoogvenen die konden ontstaan onder invloed van een hoge, weinig fluctuerende freatische stand. De hoogveentjes zijn door vervening veranderd in vennen. Oorspronkelijk waren de vennen niet met elkaar verbonden. In het begin van de 20^{e} eeuw werden ze via slootjes verbonden met als doel de afwatering te verzorgen van het zuidelijk gelegen landbouwgebied. Er vond tevens afvoer plaats van het water naar het noorden. De doorvoer van landbouwwater zorgde voor een lichte alkalinisering en eutrofiëring. In de meeste vennen leidde dat aanvankelijk tot het ontstaan van waardevolle, zeer zwak tot zwak gebufferde Oeverkruidgemeenschappen. Halverwege de 20^{e} eeuw nam de eutrofiëring toe en ontstonden eutrafente begroeiingen met veel Riet en gingen de Oeverkruidgemeenschappen achteruit. In de jaren '60 werden daarom de verbindingsloten gedempt en werd het landbouwwater via een nieuwe sloot (36-0-1-1) langs de westrand van het reservaat afgevoerd. De aanleg van deze sloot heeft gezorgd voor een verlaging van de zomerstanden. Dat is vooral het geval in het westelijke deel van het reservaat (Rietven, Pluzenven). Deze ontwatering heeft ook geleid tot een toename van de fluctuaties van de grondwaterstand. De hydrologische isolatie van de vennen en een toename van de atmosferische depositie in de jaren '60-'80 leidden verzuring van de vennen. Begin jaren '90 werden maatregelen uitgevoerd met het doel zwak gebufferde Oeverkruidgemeenschappen te herstellen. Daartoe werd het opgehoopte slib en organisch materiaal uit de vennen gebaggerd en wordt sinds 1996 periodiek basenrijk grondwater in het Rietven gepompt. Deze maatregelen leidde in de meeste vennen tot succesvol herstel van de Oeverkruidgemeenschappen. Soorten als Oeverkruid en Waterlobelia zijn wel gevoelig voor droge jaren. Ze nemen dan af. Dit geeft aan dat de zomerstanden in droge jaren te diep weg zakken. Momenteel kan onderscheid worden gemaakt tussen zure vennen en zwak gebufferde vennen. In de zwak gebufferde vennen wordt de alkaliniteit in stand gehouden door periodiek basenrijk grondwater in te laten. In het Rietven vormt de periodieke inlaat van grondwater mogelijk een knelpunt voor de ontwikkeling van de macrofauna. De onregelmatige inlaat zorgt namelijk voor grote pH-schommelingen (Knol & Schmidt, 2003). Het Pluzenven en Kleine ven in het westelijke deel zijn ongebufferd. Het Pluzenven is ongebufferd omdat het aan het eind van de reeks vennen ligt en daardoor voornamelijk regenwater ontvangt. Het Kleine ven is ongebufferd omdat het hydrologisch geïsoleerd ligt.

Over het waterstandsregime kan nog een opmerking worden gemaakt die voor alle gebiedsdelen geldt. De seizoensmatige fluctuatie van de grondwaterstand is momenteel groot. In de lage delen van de Vetpot bedraagt deze in de meetperiode 120 tot 145 cm en in de westelijke vennen van de Bergvennen 135 tot 140 cm. Vroeger zal deze fluctuatie geringer zijn geweest. Door de ontwateringswerken in de jaren '50 en '60 is de fluctuatie toegenomen.

6 Conclusies

6.1 Hydro-ecologisch onderzoek: voldoet de waterhuishouding?

Vraag 1: Kunnen onder de huidige hydrologische omstandigheden met de beoogde herstelmaatregelen de nagestreefde doeltypen worden gerealiseerd?

Per deelgebied in de Vetpot en Bergvennen is getoetst of de belangrijkste doelvegetatietypen kunnen voorkomen op basis van de huidige standplaatscondities. Er getoetst aan de eisen voor waterstandsregime (laagste en hoogste grondwaterstand), zuurgraad/ alkaliniteit en voedselrijkdom. Voor de eisen van doelvegetatietypen is gebruik gemaakt van Aggenbach et al. (1998). Gegevens over het huidige waterstandsregime zijn afgeleid uit de waterstandmetingen van dit onderzoek. De toestand van zuurgraad en alkaliniteit is afgeleid uit de pH-metingen in de toplaag van de bodem in de Vetpot en de alkaliniteit van het oppervlaktewater in de vennen. De toestand van de voedselrijkdom is afgeleid uit de nutriëntmetingen in de vennen en de indicatie van de huidige vegetatie. Tabel 1 geeft de resultaten weer.

Natte en droge heide kunnen op de meeste plekken worden gerealiseerd, met uitzondering van perceel 4 (te eutroof). Voor de Veenmosrijke subassociatie van de Dopheide-associatie bevinden de huidige laagste grondwaterstanden zich wel in het lage deel van de eis voor deze parameter. De lage grondwaterstanden zijn dus bijna te laag. Deze gemeenschap kan daardoor alleen voorkomen in smalle zones langs vennen. In de Bergvennen wordt deze gemeenschap ook beperkt in haar voorkomen wegens de steile venoevers (smalle overgang van ven naar droog). In het westelijk deel van de Vetpot zijn ook de hoogste waterstanden bijna te laag voor de Veenmosrijke subassociatie. ***Blauwgrasland*** kan nu niet voorkomen in de westelijke Vetpot omdat de grondwaterstanden te diep wegzakken, de bodem te zuur is en de voedselrijkdom te hoog is. De ***Waterlobelia-associatie*** kan alleen voorkomen in het Rietven. In de westelijke Vetpot zijn de laagste grondwaterstand, de zuurgraad en/of de voedselrijkdom knelpunten. De ***associatie van Veelstengelige waterbies***, een van de minder kritische Oeverkruidgemeenschappen, kan binnen de Vetpot alleen voorkomen in het Rietven. Voor de andere deelgebieden gelden dezelfde knelpunten als bij de Waterlobelia-associatie. De ***associatie van Vlottende waterbies*** kan nergens voorkomen. De laagste grondwaterstand en/of de alkaliniteit is te laag. Deze gemeenschap ontbreekt momenteel in het gebied. Goed ontwikkelde vormen van de ***Associatie van Kruipend struisgras en Zwarte zegge*** kunnen in de laagte westelijke Vetpot west niet voorkomen. Vooral het waterstandregime is een knelpunt (te lage hoge en te lage standen). Aanvullend kan vermeld worden dat de NO3/NH4-ratio in het ven Vetpot midden te laag is voor de Waterlobelia-associatie en de Associatie van Veelstengelige waterbies.

Samenvattend: lage waterstanden zijn vaak te laag en in het westelijke deel van de Vetpot zijn ook hoge waterstanden te laag en is de standplaats te zuur en te eutroof. Deze knelpunten houden verband met de sterke ontwatering van de omgeving.

Tabel 1 Toetsing van de huidige standplaatscondities aan de eisen van doelvegetatietypen.

Doelvegetatietype	Bergvennen Rietven en omgeving	Pluzenven + Kleine ven en omgeving	Vetpot laagte Vetpot oost en omgeving	ven Vetpot midden en omgeving	laagte Vetpot west en omgeving
Blauwgrasland					H- L- pH- V-
Dopheide-ass.typische subass.	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+#/- pH+ V-
Dopheide-ass.veenmosrijke subass.	H+ L+# pH+ V+	H+ L+# pH+ V+	H+ L+# pH+ V+	H+ L+# pH+ V+	H+ L+#/- pH+ V-
Struikheide-ass.	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH+ V-
Waterlobelia-ass.	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH- V+	H+ L- pH- V+	H+ L+ pH+ V-	H- L- pH- V-
Ass. van Veelstengelige waterbies	H+ L+ pH+ V+	H+ L+ pH- V+	H+ L+ pH- V+	H+ L+ pH+ V-	H- L+/- pH+/- V-
Ass. van Vlottende bies (Ass. van Kruipend struisgras en Zwarte zegge)	H+ L- pH+ V+	H+ L+ pH- V+	H+ L- pH- V+	H- L- pH- V-	H- L- pH- V- H- L- pH+ V-/+

Legenda

standplaatsfactoren:
H = hoogste waterstand
L = laagste waterstand
pH = zuurgraad/ alkaliniteit
V = voedselrijkdom

= voldoet aan alle geevalueerde factoren
codes in rood = standplaatsfactor voldoet niet

toetsing standplaatsfactor:
+ = voldoet aan eis vegetatietype
- = voldoet niet aan eis vegetatietype
+/- = voldoet net wel of niet niet aan eis doeltype
= laagste waterstanden voldoen aan droge vormen van het doeltype

Voor de westelijke Vetpot is bepaald welke verhoging noodzakelijk is om hier de doeltypen wel te kunnen ontwikkelen. Daartoe dient de hoogste waterstand verhoogd te worden met minstens 10 cm en de laagste stand met minstens 50 cm.

Vraag 2: Zo nee, wat waren dan de hydrologische omstandigheden in de niet-aangetaste situatie en hoe functioneerde het toenmalige hydrologische systeem?

Voor de sterke ontwatering waren de laagste en hoogste grondwaterstand hoger. Grondwaterstanden zakten in de vennen vermoedelijk niet dieper weg dan 40-80 cm. De laagte Vetpot west inundeerde langdurig. In de laagte Vetpot west heerste zwak gebufferde omstandigheden en lokaal relatief basenrijke omstandigheden die samenhingen met de kwel van basenrijk grondwater uit een lokaal grondwatersysteem. In de dekzandruggen trad een sterkere en langduriger opbolling van de freatische stand op gedurende de winter en het vroege voorjaar dan momenteel het geval is. Deze opbolling zorgde voor het bestaan van lokale grondwatersystemen Hierdoor konden ook Dopheide-gemeenschappen hoog op de gradiënt voorkomen. Op de overgang van vennen en laagtes naar de dekzandruggen trad vroeger ook lokale kwel op van basenarm grondwater.

Vraag 3: Welke veranderingen in de waterhuishouding en in welke mate beperken deze de kansrijkdom van de beoogde herstelmaatregelen?

Uit de studie van Grontmij (1993) blijkt dat de lokale ontwatering door sloten en buisdrainage de belangrijkste oorzaak is van de verdroging is. Het sterkste effect heeft watergang 36-0-1-1 en haar zijtak ten westen van de Vetpot. Deze watergang is diep

en draineert daardoor sterk. Vooral de laagte Vetpot west wordt sterk ontwaterd. Het effect op de laagte Vetpot oost is minder groot door de ondiepere ligging en grotere afstand tussen de laagte en de watergang. In de westelijke Bergvennen zal de watergang een sterk effect hebben op het Rietven. De aanleg van watergang 33-0-0-33 zal een minder groot effect hebben gehad omdat deze verder weg ligt van de Vetpot dan de 36-0-1-1. Beide watergangen gezamenlijk zorgen er voor dat er nauwelijks een opbolling van de grondwaterstand in de dekzandrug ter plaatse van het bos Vetpot noord kan ontstaan. Hierdoor wordt er nauwelijks basenrijk grondwater opgeperst worden aan de noordzijde van de laagte Vetpot west.

Naast de diepe watergangen zorgen ook een aantal kleinere ontwateringswerken voor drainage de Vetpot. Het betreft een sloot aan de west en noordzijde van perceel 2b die uitmondt uit in watergang 36-0-1-1. Tevens bevinden zich twee drainagebuizen in het perceel 2a. In de westelijke Vetpot heeft toename van de verdamping als gevolg van bosvorming in belangrijke mate bijgedragen aan de verdroging. Deze bebossing was juist veroorzaakt door de eerder opgetreden verdroging (Jansen et al., 1997). Er trad dus een zelfversterkend effect op.

De huidige ontwatering in de omgeving maakt de ontwikkeling van de meeste doelvegetatietypen in de laagte Vetpot west onmogelijk. Hier zijn de waterstanden te laag door verdroging en de pH is te laag door het ontbreken van basenrijke kwel. De kwel is hier ook door de ontwatering verdwenen. Alleen de Dopheide-associatie kan marginaal worden ontwikkeld. De ontwatering frustreert de ontwikkeling van de Associatie van Vlottende bies in het ven Vetpot midden. Deze plantengemeenschap kan ook in de westelijke Bergvennen (o.a. Rietven) niet voorkomen wegens verlaging van de grondwaterstand (te lage zomerstanden). Herstel van natuur in landbouwpercelen wordt eveneens beperkt door de ontwatering. Door de diepe drooglegging is de zone waarin grondwaterafhankelijke vegetatie kan worden ontwikkeld sterk beperkt. Bijkomend probleem is dat de watergang 36-0-1-1 (in perceel 1/2a) en haar zijtak aan de westkant van de Vetpot (perceel 3) twee voormalige vennen doorsnijden (zie figuur 1 en situatie 1951 in bijlage 5). Zonder verwijdering van deze sloten is herstel van deze vennen onmogelijk. De huidige waterhuishouding legt de grote beperkingen voor natuurherstel op in de westelijke Vetpot en herstel van vennen in de landbouwpercelen.

Door aanleg van wallen tussen enerzijds de natuurreservaten en anderzijds de agrarische percelen zijn tevens vennen en natte laagten die vroeger met elkaar in verbinding stonden van elkaar geïsoleerd. Zo hadden het Pluzenven en Kleine ven een afvoer naar het gedempte ven in perceel 1/2a tussen de Bergvennen en Vetpot. Door deze isolatie wordt de verspreiding van soorten beperkt. Veel plantensoorten worden namelijk verspreid door stroming van water.

Vraag 4: Welke maatregelen in de waterhuishouding zijn noodzakelijk om wel succesvol herstel te realiseren?

Zie figuur 12 voor de locaties van de maatregelen en zie figuur 1 voor de ligging van de vennen, laagten en percelen.

Het ongedaan maken van de lokale ontwatering in de omgeving van de natuurgebieden en het kappen van bos in de westelijke Vetpot is de enige mogelijkheid is om de grondwaterstand significant te verhogen. De volgende maatregelen in de waterhuishouding zijn noodzakelijk:

- Dempen van het huidige tracé van watergang 36-0-1-1 van oorsprong tot ca. 200 m ten westen van de Vetpot, inclusief de zijtak ten westen van de Vetpot, inclusief de zijsloot aan de west- en noordzijde van perceel 2b en inclusief de zijsloten aan de zuidzijde van de watergang.
- Verwijderen of dichtspuiten van de buisdrains in perceel 2a.
- Het dempen of verontdiepen van watergang 33-0-0-3 en het dempen van haar zijsloten ten noorden van de Vetpot.
- De verbindingen van het Pluzenven en het Kleine ven met het voormalige ven in perceel 1/2a worden hersteld.
- Een zone van 200 m breedte aan de zuidkant van watergang 36-0-1-1 en het gehele perceel 2a en 2b worden heringericht en beheerd als natuur om de volgende redenen:
  1. Herstel van het gedempte ven in perceel 1/2a is het noodzakelijk om behalve het perceel tussen de Vetpot en Bergvennen ook een zone grond aan de zuidzijde van watergang 36-0-1-1 in te richten als natuur. De watergang loopt namelijk door het voormalige ven.
  2. Ter bescherming van de grondwaterkwaliteit in de laagte Vetpot west is het gewenst een zone grond ten zuiden van deze laagte niet meer te bemesten. Het betreft een dekzandrug. Met deze maatregel wordt het toekomstige intrekgebied (na verwijdering van de 36-0-1-1) aan de zuidzijde van deze laagte beschermt. Hoewel nu geen vervuild grondwater toestroomt naar de laagte, kan dat wel gebeuren als de watergang is verwijderd.
  3. Er is een afvoerroute nodig van oppervlaktewater van Pluzenven en Kleine ven via het te herstellen ven in perceel 1/2a naar de laagte Vetpot west. Ter hoogte van de oostelijke Vetpot loopt deze route door landbouwgebied net ten zuiden van watergang 36-0-1-1 door het perceel 2a en 2b. Daarmee wordt een verbinding gelegd tussen te herstellen voormalige vennen en laagten en de laagte Vetpot west.
- Voor herstel van het gedempte ven in perceel 3 is natuurontwikkeling noodzakelijk op een strook grond van 100 m breedte ten westen van perceel 3.

De Kommiezendijk loopt momenteel door het geëgaliseerde ven in perceel 1/2a. Dit bemoeilijkt het herstel van betreffend ven. Ook kan strooizout de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Voor herstel van de afvoer van oppervlaktewater zou kunnen worden volstaan met een brede duiker.

6.2 Herinrichting: tot welke diepte afgraven?

Vraag 5: Tot welke diepte moeten de voormalige landbouwgronden worden afgegraven en waar moeten kades worden verwijderd om (1) herstel mogelijk te maken van sturende hydrologische processen die de standplaatscondities van de beoogde plantengemeenschappen in de bestaande reservaten bepalen en (2) dispersie te stimuleren van soorten uit de zaadbank naar de bestaande reservaten.

Bij de herinrichting van landbouwpercelen ten behoeve van natuurherstel worden de volgende doelen beoogd:
1. Het blootleggen van het oorspronkelijke maaiveld van laagten en vennen die tijdens de ruilverkaveling zijn geëgaliseerd. Hierdoor kunnen doelsoorten kiemen uit de begraven zaadbank;
2. Het verwijderen van de voedselrijke bouwvoor zodat voedselarme condities kunnen ontstaan waarvan de doelvegetatietypen afhankelijk zijn.

3. Het verbinden van laagtes en vennen via stromend oppervlaktewater, zodat doelsoorten die zich uit de zandbank hervestigen in de afgegraven percelen zich kunnen verspreiden naar de reservaten en andere afgegraven percelen.

In figuur 12 worden de graafwerkzaamheden in grote lijn aangegeven. In bijlage 10 worden de details van de graafdiepten voor de percelen waar de bodemkartering is uitgevoerd op kaart weergegeven. De volgende criteria zijn aangehouden voor de graafdieptes:

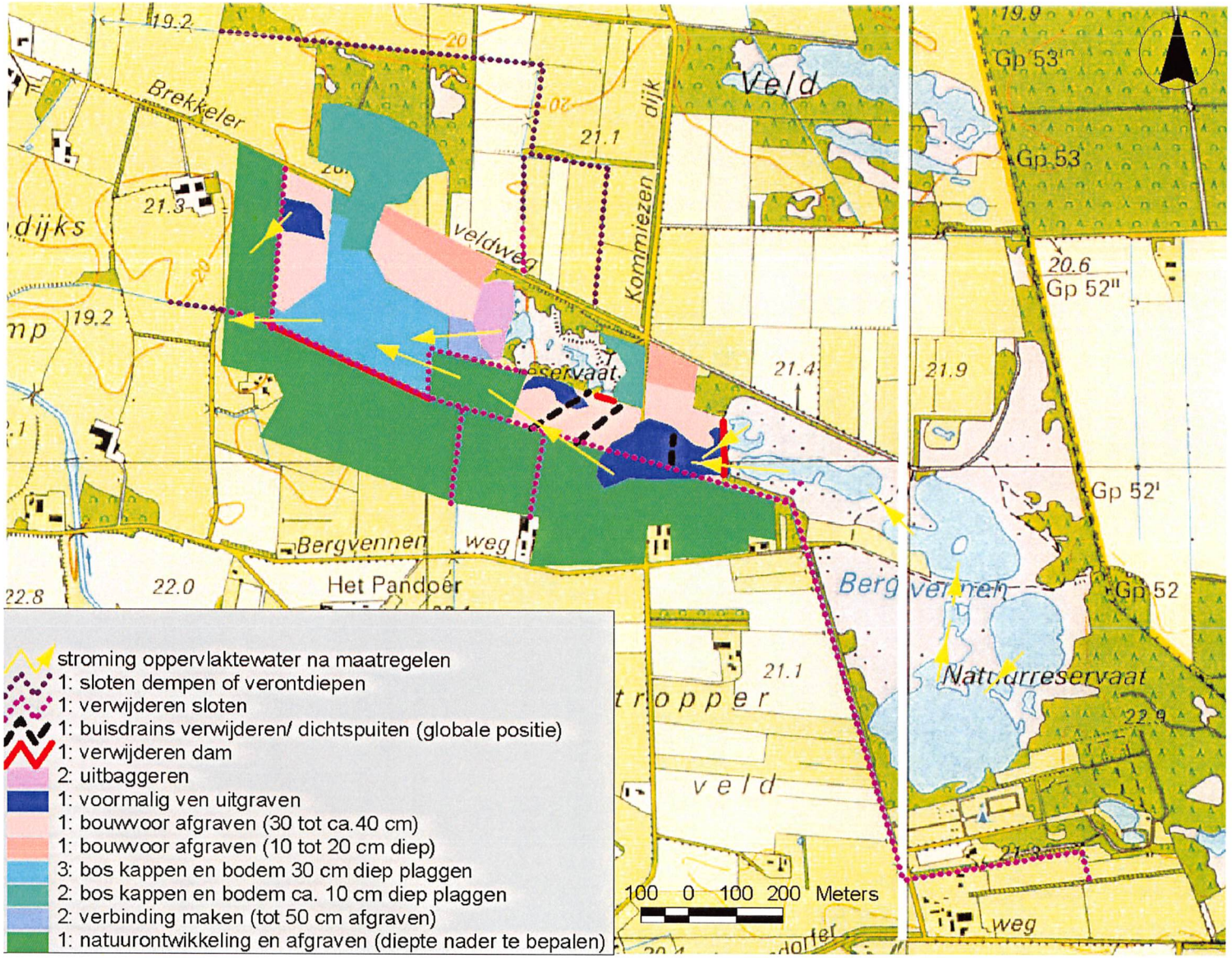
1. In de geëgaliseerde vennen en laagten wordt afgegraven tot het oude maaiveld. Dat is in principe tot de bovenkant van de begraven eerdlaag. Het geroerde deel van het profiel wordt hier ook zo veel mogelijk verwijderd.
2. In de hogere delen grenzend aan de voormalige laagten en vennen wordt de bouwvoor afgegraven tot een diepte van minstens 30 cm. Waar de bouwvoor dikker is dan 30 cm wordt ze afgegraven tot aan de lichter gekleurde bodemhorizont. De bouwvoor is meestal 25 tot 40 cm dik en is herkenbaar aan de zwarte of bruin-zwarte kleur als gevolg van het hoge organisch stofgehalte. Door deze laag te verwijderen wordt de meeste stikstof afgevoerd omdat stikstof vooral gebonden is aan het organisch materiaal. Zie voor de verwijdering van fosfaat de opmerking hieronder. 1.
3. In delen waar vroeger de top van de dekzandrug lag wordt 10 tot 20 cm diep afgegraven. Reden hiervoor is dat door de egalisatie de dekzandrug hier al sterk is verlaagd. Voor herstel van de opbolling van de freatische waterstand in de winter en de daarmee samenhangende lokale grondwatersystemen is het noodzakelijk om voldoende hoge dekzandruggen te handhaven. Bij te diepe afgraving bestaat het risico dat de grondwaterstand te zwak opbolt. Hoe hoger de opbolling, hoe sterker de stroming in het lokale grondwatersysteem. Dit geldt voor het noordelijk deel van het perceel 1 en het perceel ten zuiden van de laagte Vetpot west. Het is niet noodzakelijk om locaties met afgegraven dekzandruggen aan te vullen met zand. Dit wordt ook afgeraden omdat ophogingen van grond moeilijk te verschralen zijn.

Verder is het belangrijk dat de overgangen in afgraafdiepte tussen de drie genoemde zones geleidelijk te maken. Anders ontstaan er onnatuurlijke graafranden. Voor natuurherstel is het juist belangrijk om geleidelijke hoogtegradiënten te ontwikkelen zodat plantensoorten meer kans hebben om een geschikte plek te vinden.

Aan vullende aanbevelingen
Het meeste fosfaat zit vermoedelijk vooral in de bovenste 30 cm van het profiel. Deze aanname is gebaseerd op onderzoek in percelen in de buurt (Grontmij, 1993). Voordat de maatregelen worden uitgevoerd is het raadzaam om de verdeling van fosfaat in het bodemprofiel op de graaflocaties te bepalen. In geval dat het fosfaat dieper de bodem is ingedrongen kan overwogen worden in delen van zone 2 dieper af te graven.

Het bodemonderzoek in de agrarisch gebruikte percelen zich grotendeels heeft beperkt tot percelen in eigendom van Twickel (perceel 3, 4, en 5) en het perceel met een aanwijzing als reservaatsgebied (perceel 1 en 2a). Omdat voor herstel van natuurreservaten en de gedempte vennen ook andere percelen moeten worden afgegraven dient in perceel 2b en de percelen ten zuiden en ten westen van de Vetpot aanvullend bodemonderzoek plaats te vinden om hier het ontgravingsplan uit te werken.

Figuur 12 Kaart met de voorgestelde maatregelen in en rond de Vetpot en Bergvennen. De nummers 1, 2 en 3 in de legenda geven de volgorde aan van de maatregelen.



Naast afgraven van percelen worden er ook dammen en greppels verwijderd:

- De dammen aan de westzijde van het Pluzenven en het Kleine ven worden verwijderd.
- Om de afwatering van het Pluzenven naar het westen te laten plaatsvinden wordt de greppel die water van het Pluzenven naar watergang 36-0-1-1 afvoert gedempt.
- De dam aan de zuidzijde van de laagte Vetpot oost wordt verwijderd indien ook in perceel 2a natuurherstel kan plaatsvinden.
- De dam aan de zuidzijde van de laagte Vetpot west wordt verwijderd. De met de vrijgekomen grond kan watergang 36-0-1-1 ter plekke worden gedempt.
- Een deel tussen het ven Vetpot midden en de laagte in de laagte Vetpot west wordt afgegraven tot ca. 50 cm onder maaiveld zodat het ven bij hoge standen kan afwateren op de laagte.

6.3 Herstelmaatregelen in de reservaten

De volgende herstelmaatregelen binnen de huidige reservaten worden voorgesteld:

- Uitbaggeren van het organisch materiaal in het ven Vetpot midden. Hier is eerdere baggerwerkzaamheden veel organisch materiaal achtergebleven, vooral aan de westzijde. Hierdoor is het westelijke deel nog voedselrijk.
- In de laagte van de Vetpot west de boomopslag verwijderen en de verzuurde toplaag plaggen. De strooisellaag en (een deel van de A1-laag) worden verwijderd. Op plekken met een dikke A1-laag wordt maximaal 30 cm diep geplagd.
- In het zuidelijke deel van het bos Vetpot noord wordt bos gekapt en geplagd. Het belangrijkste doel hiervan is vergroting van de grondwateraanvulling, zodat de grondwaterstand hier in de winter en het voorjaar langer gaat opbollen. Deze opbolling zorgt voor een lokale grondwaterstroming naar de laagte Vetpot west. De maatregel leidt tevens tot hertel van heide.
- In de oostelijke Vetpot wordt een klein stuk bos gekapt met het doel de heide daar te verbinden met de te ontwikkelen heide in perceel 1.

Voor de Bergvennen worden geen grootschalige herstelmaatregelen voorgesteld. Reden hiervoor is dat de OBN-maatregelen in de jaren '90 geleid hebben tot een goed herstel van zwak gebufferde vegetatie in de vennen en natte heides in de ven randen.

6.4 Vervolgbeheer: extra overgangsbeheer noodzakelijk?

Vraag 6: Welke overgangsbeheer is noodzakelijk na uitvoering van de maatregelen en voordat tot uitvoering van regulier beheer kan worden overgegaan?

Overgangsbeheer is beheer dat nodig is om gebieden waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd de vegetatieontwikkeling in de richting van de doelvegetatietypen te laten verlopen.

Het volgende overgangsbeheer wordt voorgesteld. Op de voormalige landbouwgronden en in de laagte Vetpot west: maaien en afvoeren van maaisel in juli zodra een productieve vegetatie ontstaat. Vennen en natte laagtes worden zo veel mogelijk uitgemaaid. In natte jaren kan dat echter niet mogelijk zijn. De meest natte delen kunnen in droge jaren en/of september (lage waterstanden) worden gemaaid. Op de voormalige landbouwgronden wordt de maaifrequentie verminderd zodra laag productieve heideachtige begroeiingen ontstaan. Er wordt dan overgeschakeld naar

eens in de enkele jaren maaien of niet meer als heide ontstaat. In de laagte Vetpot west wordt bij het ontstaan van een laag productieve kruidenrijke begroeiing het maaitijdstip verschoven naar eind augustus/ begin september, zodat doelsoorten die laat in de zomer bloeien de kans krijgen om zaad te zetten.

Opslag van bomen en struiken in afgegraven en geplagde delen dient te worden tegengegaan.

Over de duur van het overgangsbeheer is geen exacte termijn voor te geven. De beheerder dient te rekenen op minstens 5-10 jaar op diep afgegraven landbouwgronden en geplagd natuurgebied en ca. 15-25 jaar op ondiep of niet afgegraven landbouwgrond. De exacte planning van het beheer afhangen van de vegetatie-ontwikkeling. Monitoring van de vegetatie is gewenst om hierop adequaat te kunnen inspelen met het beheer.

6.5 Volgorde van de maatregelen

In de legenda van de kaart met maatregelen (figuur 12) geeft de volgorde aan waarin de maatregelen dienen te worden uitgevoerd. Allereerst zijn de hydrologische maatregelen en de herinrichting van omliggende agrarische percelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn noodzakelijk voor herstel van de gewenste milieucondities in de huidige natuurreservaten en voor het ontwikkelen van de samenhang tussen de natuurreservaten en met het omringende landschap. Pas als deze maatregelen zijn uitgevoerd hebben maatregelen binnen de Vetpot zin (plaggen, baggeren, bos kappen).

De maatregel in de laagte van de laagte Vetpot west dient pas uit te worden gevoerd als de hydrologische herstelmaatregelen zijn uitgevoerd en de basenrijkdom is hersteld. Gezien de te verwachte, lange hersteltijd van de basenrijkdom van het grondwater dient een tijd na het uitvoeren van de hydrologische maatregelen en inrichting van de agrarische percelen te worden geplagd. Door de diepe verzuring van de bodem in de laagte zal het basenrijke grondwater namelijk enkele meters basenarm grondwater moeten vervangen. Het plaggen kan het beste plaatsvinden op moment dat het basenrijke grondwater de toplaag van de bodem heeft bereikt. Door op dat moment de organische toplaag te verwijderen is het basenrijke grondwater beter in staat de basenverzadiging van de bodem te verhogen. Verwijdering van organisch materiaal verlaagt namelijk de kationenadsorbtiecapacititeit van de bodem. Zodoende zijn dan minder basen nodig om een hoge basenverzadiging te realiseren. Basenminnende soorten die na het plaggen, treffen kiemen dan een geschikt milieu aan. Hoe lang herstel van de basenrijkdom duurt is onduidelijk. Er dient rekening te worden gehouden met een betrekkelijk lange periode van ca. 10 jaar of meer. Reden hiervoor is dat vooral de diepere stroombanen van het herstelde lokale grondwatersysteem in contact komen met kalkrijke sedimenten. Juist deze diepe stroombanen hebben een lage stroomsnelheid. Met monitoring van de grondwaterkwaliteit kan het moment van plaggen bepaald worden. Wachten met de herstelmaatregelen in de laagte heeft ook het voordeel dat het natuurherstel eerst in de voormalige landbouwgronden plaatsvindt. Deze gronden kunnen daardoor gaan dienen als bron voor hervestiging van doelsoorten in de laagte.

De baggerwerkzaamheden in het ven Vetpot midden kunnen het beste worden uitgevoerd na het nemen van de hydrologische maatregelen.

Literatuur

Aerlmans, (1973). Grondwaterkaart. IGT-TNO.

Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M. (1998). Serie Indicatoren: 5 Vennen, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen, VEWIN/ IKC Natuurbeheer/ Kiwa N.V./ Staatsbosbeheer, Driebergen.

Aggenbach, C.J.S., Jansen, A.J.M (2004). Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in beekdalen (Twente) en natte duinvalleien in het Renodunale District (Goeree-Overflakee). Rapport 2004/280-O, Kiwa Onderzoek en Advies/ Expertise Centrum LNV, Ede.

Beek, van, C.G.E.M. (1999): Herkomst van sporenelementen in grond- en oppervlaktewater, onvermoede bronnen en bekende processen, H2O 32 (9) 23-26.

Beek, van, C.G.E.M., M.H. Jalink en A.F.M. Meuleman (2001): De verzwaveling van grondwater in zandgronden, Landschap 18 (4) 263-272.

Beek, van, C.G.E.M. (2004): Nitraat monitoring 't Klooster, resultaten 2003 en evaluatie resultaten 2000 t/m 2003, Kiwa KWR 04.039

Bellemakers, M.J.S., Maessen, M., Cals M.J.R., Roelofs, J.G.M. (1993). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase, Vakgroep Oecologie/ Werkgroep Milieubiologie K.U. Nijmegen.

Boo, de, M. (1996). Luisteren naar het landschap: het herstel van een Twentse natte heide, VEWIN, Rijswijk.

Boschloo, T. (1982). Bodem en grondwater in de Bergvennen. Rapport Stichting het Overijssels Landschap. 21 pp.+bijlagen.

Brilleman (1953). De Bergvennen, Archief NWA Staatsbosbeheer, 4 pp..

Brouwer, E., Verheggen, G.M., Roelofs, J.G.M. (2000). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma derde en laatste fase, Afdeling Aquatische Oelogie & Milieubioliogie K.U. Nijmegen.

Bruijn, de, O., Hofstra, J. (1997). Kleinschalig herstelbeheer in het Boddenbroek op het landgoed Twickel, De Levende Natuur 98:7 p.289-295.

Diemont, Sissingh (1942). De Bergvennen en Vetpot.Excursieverslag, Archief Stichting Overijssels Landschap, 3 pp..

Dijk, van, J., Meijer, W. (1946). De Bergvennen. In: J. van Dijk en R. de Wit: Rijkdommen in het Twentse landschap. Een greep uit de botanische rijkdommen van Noordoost-Twente. Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie, p. 21-25.

Eysink, A.Th.W & de Bruijn, O. 1997. Kleinschalig herstelbeheer in de Lemselermaten. *Levende Natuur* 98: 258-265.

Eysink, A.Th.W., Westrik, J. & Jansen, A.J.M., 2000 (in druk). Natuurontwikkelingsprojecten in Noordoost-Twente. Staatsbosbeheer, Zwolle.

Glas, P. (1958). Excursierapport 3 vennen vlak ten oosten van de boerderij Smoes, w.o. Vetpot, In: Smits, N.A.C., Schaminée, J.H.J., Hennekens, S.M., Arts, G.H.P.: CD ROM SOL-archief Vennen in Nederland, Alterra, Wageningen.

Glas, P. (1958). Lattropse vennen, In: Smits, N.A.C., Schaminee, J.H.J., Hennekens, S.M., Arts, G.H.P.: CD ROM SOL-archief Vennen in Nederland, Alterra, Wageningen.

Graaf, de, M.C.C., Bobbink, R., Roelofs, J.G.M. (2000). Ecosystem functioning of two wet heath vegetations along a calcicole-calcifuge gradient, Dissertatie, p.19-43.

Grontmij (1993). Natuurontwikkelingsplan Bergvennen. Hydrologie en kansen voor natuur in een toekomstig natuurontwikkelingsgebied. Grontmij Advies & Diensten, Zeist.

Grontmij, 1993. Natuurontwikkelingsplan Bergvennen. Grontmij Advies & Techniek, Zeist/Zwolle. Jansen, A.J.M., van Hemel-Gommer, C.M. & Maas, C., 1997. Onderzoek naar de waterhuishoudkundige situatie van de westelijke Vetpot. Kiwa-rapport KOA 97.180, Kiwa N.V., Nieuwegein.

Jansen, A.J.M., 2000. Hydrology and restoration of wet heathland and fen meadow communities. Proefschrift, R.U. Groningen.

Jansen, A.J.M., Hemel-Gommer, van, G.M., Maas, C. (1997). Onderzoek naar de waterhuishoudingkundige situatie van de westelijke Vetpot. KOA 97.180 Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.

Knol B.W. & G.Schmidt (2003). Oppervlaktewater Kwaliteitsmeetnet 2000 t/m 2003 Waterschap Regge en Dinkel: rapportage per meetpunt. Waterschap Regge en Dinkel.

Roelofs, J.G.M., Bobbink, R., Brouwer, E. & De Graaf, M.C.C., 1996. Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in The Netherlands. Acta Botanica Neerlandica 45: 517-542.

Runhaar, J., Jansen, P.C., Timmermans, H., Sival, F.P., Knol, W.C. (2004). Historische waterhuishouding en grondgebruik in het waterschap Regge en Dinkel, Alterra-rapportc801.

Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J., Westhoff, V. (1995). De vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden, Opulus Press, Uppsala/ Leiden.

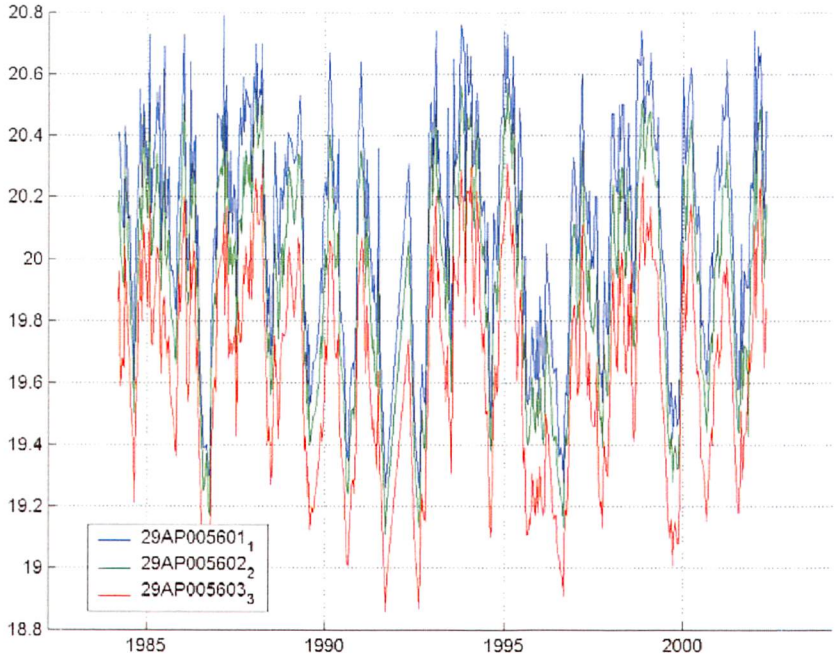
WMO (1985). Nieuw waterwingebied Denekamp ? Inventarisatieonderzoek, Afdeling onderzoek WMO, Zwolle.

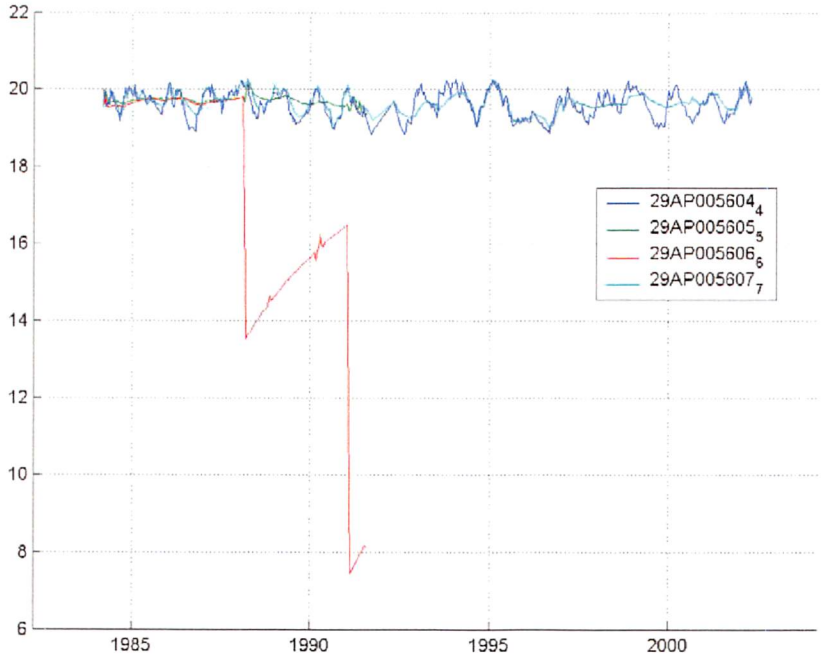
1 Bijlage: stamgegevens peilbuizen en peilschalen

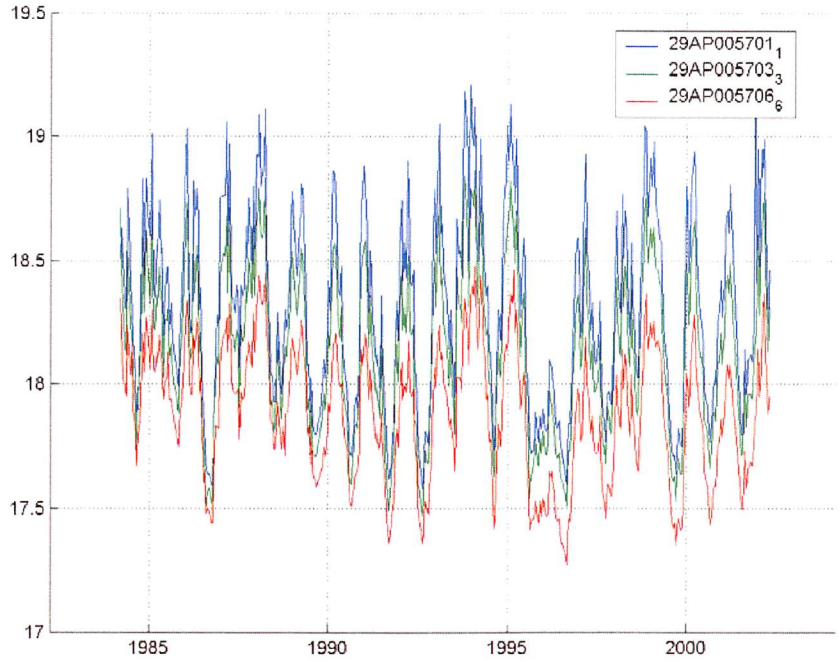
Locatie	Oppervlaktewaterstand meten ?	datum geplaatst	beschrijvingplek	x-coordinaat	y-coordinaat	maaiveld	referentie-hoogte (cm NAP)	bovenkant filter (cm tov maaiveld)	onderkant filter (cm tov maaiveld)	bovenkant peilbuis (cm tov maaiveld)
B21A		11/14/2002	Bergvennen: rand ven	263941	494454	2041	2126	20	40	75
B21B	ook peilpiket	11/14/2002	Bergvennen: rand ven	263941	494454	2034.7	2109.6	180	200	65
P22	peilpiket	11/14/2002	watergang 36-0-1-1	264907	494458	2010.5	2086			
B23A		10/11/2002	Bergvennen: rand Pluizenven	264945	495936	1975.7	2099.2	20	40	90 +mv
B23B	ook peilpiket	10/11/2002	Bergvennen: rand Pluizenven	264945	495936	1984.1	2074.1	173	193	90 +mv
B24		10/11/2002	Bergvennen: Dennenbos op dekzandrug	264686	494956	2128	2176.2	185	205	20 +mv
B25A		10/11/2002	Bergvennen: rand Pluizenven	264693	494967	1981	2072.7	20	40	75+ mv
B25B	ook peilpiket	10/11/2002	Bergvennen: rand Pluizenven	264693	494967	1984.2	2108.9	180	200	108 +mv
B26A		10/11/2002	Bervennen: vennetje ten oosten van Pluizenven	264653	495090	1981.4	2064.5	20	40	60 +mv
B26B	ook peilpiket	10/11/2002	Bervennen: vennetje ten oosten van Pluizenven	264653	495090			180	200	85 +mv
B27		10/11/2002	Bergvennen: droog Dennenbos op dekzandrug	264647	495123	2186.8	2255.3	285	305	25 +mv
P28	peilpiket	11/14/2002	watergang 36-0-1-1: benedenstrooms van stuwtje	264231	495079		1984			
B29		10/11/2002	tussen Vetpot en Bergvennen: tussen grasland en maisperceel	264483	495148	2106.8	2104.1	220	240	0
P30	peilpiket	11/14/2002	watergang 36-0-1-1: bovenstrooms van stuwtje	264231	495079		2004			
P31	peilpiket	11/14/2002	watergang 36-0-1-1	263900	495191	1858.1	1931.3			
B32		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: dekzandrug met heide/ jon bos van Berk en	264372	495241	2183.7	2210.2	330	350	20 +mv
B33A		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: vennetje in natte heide	264339	495206	1965.8	2035.4	20	40	65 +mv
B33B	ook peilpiket	10/7/2002	Oostelijke Vetpot: vennetje in natte heide	264339	495206	1965.9	2054.2	180	200	90 +mv
B34A		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: natte heide aan rand van veel opslag Den 1	264226	495258	1977.5	2027.7	20	40	38 +mv
B34B	ook peilpiket	10/7/2002	Oostelijke Vetpot: natte heide aan rand van veel opslag Den 1	264226	495258	1976.2	2016.2	185	205	40 +mv
B35A		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: ven	264175	495280	1929.1	2003.7	18	38	73 +mv
B35B	ook peilpiket	10/7/2002	Oostelijke Vetpot: ven	264175	495280	1930.8	2000.9	190	210	68 +mv
B36A		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: venrand	264168	495374	1937.6	1993.4	20	40	54 +mv
B36B	ook peilpiket	10/7/2002	Oostelijke Vetpot: venrand	264168	495374	1938.2	1999.6	170	190	60 +mv
B37A		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: ven op open plek met Riet tussen Wilgen	264126	495810	1935.5	1993.2	20	40	55 +mv
B37B	ook peilpiket	10/7/2002	Oostelijke Vetpot: ven op open plek met Riet tussen Wilgen	264126	495810	1934.7	2056.2	176	196	120 +mv
B38A		10/7/2002	Westelijke Vetpot: bos met Els en Berk	263954	495299	1927.1	1970.8	20	40	49 +mv
B38A		1/24/2003	Westelijke Vetpot: bos met Els en Berk ? op iets andere plek t	263954	495299	1927.1	1970.8	20	40	40 +mv
B38B	ook peilpiket	10/7/2002	Westelijke Vetpot: bos met Els en Berk	263954	495299	1929.6	1976.3	180	200	50 +mv
B38B	ook peilpiket	1/24/2003	Westelijke Vetpot: bos met Els en Berk ? op iets andere plek t	263954	495299	1929.6	1976.3	180	200	45 +mv
B39		10/11/2002	Westelijke Vetpot: Dennenbos op dekzandrug	263881	495267	2000	2058.1	189	209	56 +mv
B39		1/24/2003	Westelijke Vetpot: Dennenbos op dekzandrug	263881	495267	2000	2058.1	190	210	60 +mv
B40A		10/7/2002	Westelijke Vetpot: verdroogd ven, gekapte plek 3m van rand E	263973	495343	1919.9	1971.2	20	40	50 +mv
B40A		1/24/2003	Westelijke Vetpot: verdroogd ven, gekapte plek 3m van rand E	263973	495343	1919.9	1971.2	20	40	45 +mv
B40B	ook peilpiket	10/7/2002	Westelijke Vetpot: verdroogd ven, gekapte plek 3m van rand E	263973	495343	1919.4	1964.8	170	190	50 +mv
B40B	ook peilpiket	1/24/2003	Westelijke Vetpot: verdroogd ven, gekapte plek 3m van rand E	263973	495343	1919.4	1964.8	180	200	40 +mv
B41A		10/11/2002	Westelijke Vetpot: vennetje in weiland	263811	495506			20	40	48 +mv
B41B	ook peilpiket	10/11/2002	Westelijke Vetpot: vennetje in weiland	263811	495506			170	190	53 +mv
B42		10/11/2002	Bergvennen: Dennenbos op dekzandrug	264925	495665	2132.5	2153.7	320	340	20 +mv
P43	peilpiket	11/14/2002	sloot	264203	495402	1929.9	2003.7			
P44	peilpiket	11/14/2002	watergang 33-0-03	264104	495851		1939.5			
B45		10/7/2002	Oostelijke Vetpot: wilgen/berken bos vlakbij rand met weiland	264150	495228	1961.3		180	200	15 +mv

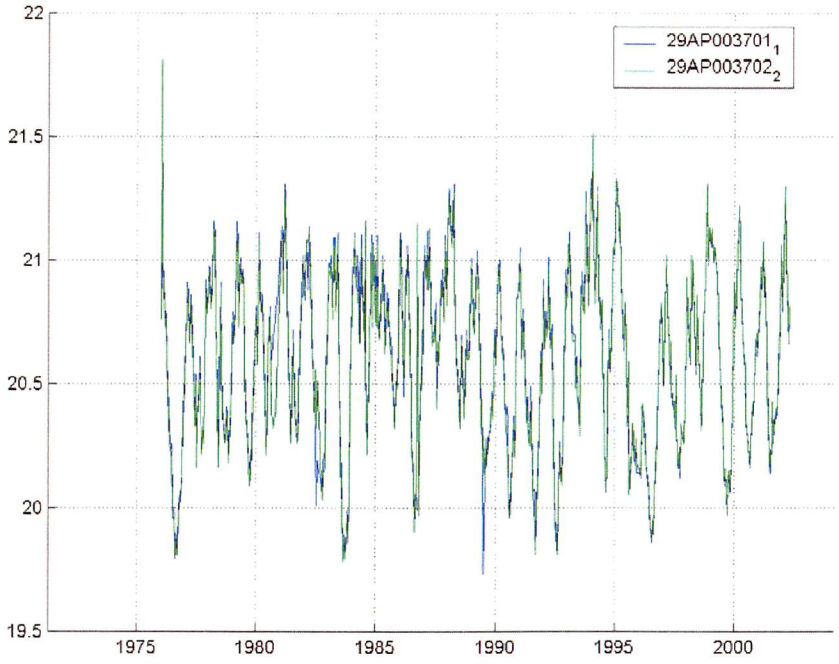
2 Bijlage: tijdstijghoogtelijnen van peilbuizen in omgeving Vetpot en Bergvennen

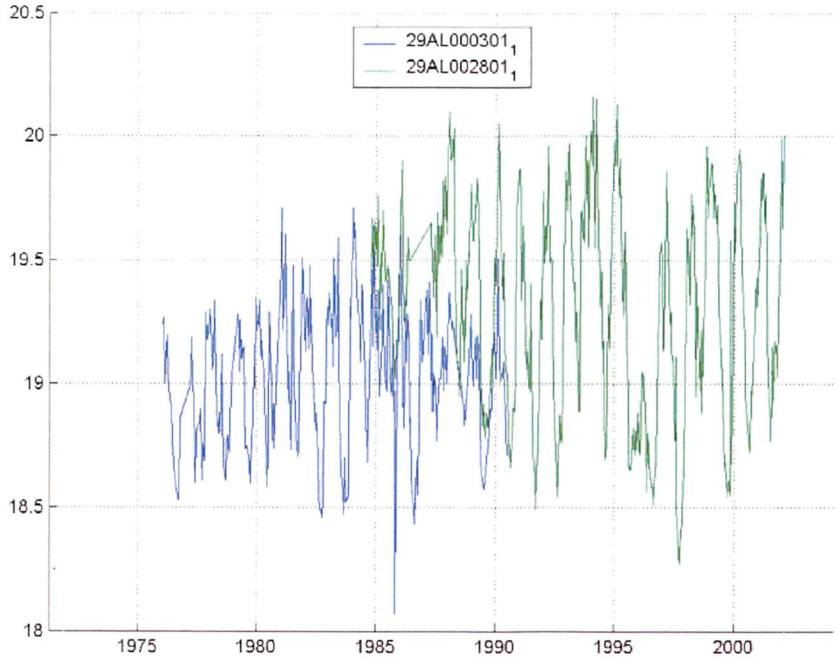
Op de x-as staat de tijd (in jaren) en op de y-as de NAP-hoogte van de grondwaterstand (in m).

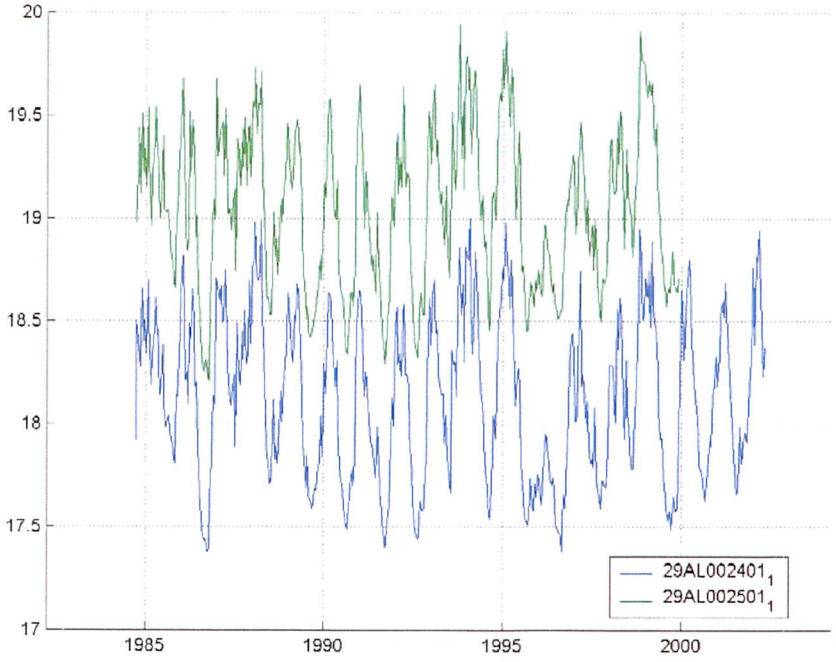

20.8
20.6
20.4
20.2
20
19.8
19.6
19.4
19.2
19
18.8
1985
1990
1995
2000
29AP005601 1
29AP005602 2
29AP005603 3


22
20
18
16
14
12
10
8
6
1985
1990
1995
2000
29AP005604 4
29AP005605 5
29AP005606 6
29AP005607 7


19.5
19
18.5
18
17.5
17
1985
1990
1995
2000
29AP005701 1
29AP005703 3
29AP005706 6


22
21.5
21
20.5
20
19.5
1975
1980
1985
1990
1995
2000
29AP003701 1
29AP003702 2


20.5
20
19.5
19
18.5
18
1975
1980
1985
1990
1995
2000
29AL000301 1
29AL002801 1


20
19.5
19
18.5
18
17.5
17
1985
1990
1995
2000
29AL002401 1
29AL002501 1

3 Bijlage: data hydrochemie watermonsters

Locatie	Maaiveld-hoogte	Bovenkant filter	Onderkant filter	Water-voerend-pakket	X	Y	Datum	Grond- (G) of oppervlakte-water (O)	Lab	EGV	pH	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	NH4-N	SO4	Cl
								detectielimit Giesen & Geurts		0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.05	0.10	0.25
	m NAP	m tov mv	m tov mv		m	m				mS/m		mg/l								
B1_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	7.2	6.4	4.59	0.87	0.86	4.24	0.51		0.11	0.10	8.40
B1A							25.03.03	G	Giesen & Geurts	9.4	5.9	4.49	1.07	2.74	6.82	0.16		0.18	0.28	16.80
B1B							25.03.03	G	Giesen & Geurts	9.3	5.9	3.24	0.53	1.03	11.26	0.29		0.39	0.94	9.80
B22_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	24.7	5.5	16.80	4.53	4.83	14.34	1.77		0.30	38.68	39.40
B23 opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	6.2	4.7	1.85	0.35	0.86	3.57	0.00		0.25	0.12	10.80
B23B							25.03.03	G	Giesen & Geurts	8.9	4.5	1.84	1.05	1.46	7.31	1.69		0.26	12.40	14.50
B24B							25.03.03	G	Giesen & Geurts	6.5	4.5	0.62	0.44	1.03	4.51	1.51		0.60	3.24	12.80
B25_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	5.3	4.7	1.74	0.25	0.70	3.24	0.00		0.24	0.03	9.60
B25A							25.03.03	G	Giesen & Geurts	5.6	4.8	1.63	0.23	0.72	3.29	0.11		0.44	0.22	10.10
B25B							25.03.03	G	Giesen & Geurts	5.3	5.0	1.02	0.27	0.76	3.30	0.30		0.64	1.96	7.30
B26_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	4.4	4.2	0.58	0.19	1.05	2.94	0.00		0.23	0.14	8.80
B27							25.03.03	G	Giesen & Geurts	14.0	4.3	4.56	1.33	1.73	9.61	0.00		0.11	6.60	12.50
B28_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	52.2	6.5	46.85	3.91	3.00	42.40	2.81		0.84	32.70	88.40
B29							17.03.03	G	Giesen & Geurts	30.6	5.3	22.58	6.30	20.34	4.02	0.14		0.37	19.28	17.10
B31_opp							17.03.03	O	Giesen & Geurts	30.2	6.2	24.89	5.84	5.59	10.85	1.49		0.65	45.86	34.05
B32							17.03.03	G	Giesen & Geurts	14.4	4.2	8.33	0.70	1.55	6.88	0.00		0.11	8.40	17.90
B33_opp							17.03.03	O	Giesen & Geurts	5.1	4.9	0.81	0.15	1.38	3.10	0.00		0.10	0.05	8.00
B33A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	16.0	4.8	1.08	0.15	1.17	3.57	5.33		0.56	0.44	10.20
B33B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	8.4	4.3	2.11	0.18	1.01	4.65	0.20		0.10	3.80	11.90
B34A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	5.1	4.5	1.50	0.16	0.71	2.20	2.16		0.83	1.58	10.60
B34B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	16.3	5.3	1.83	0.91	0.95	5.42	2.16		0.21	4.60	7.80
B35_opp							17.03.03	O	Giesen & Geurts	5.0	5.0	0.60	0.28	2.63	3.29	0.22		0.11	0.58	7.20
B35A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	9.8	4.8	2.55	0.30	3.05	4.76	2.83		2.80	0.08	26.40
B35B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	8.0	5.5	4.22	1.75	0.58	4.80	3.87		0.19	0.30	29.20
B36A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	6.5	5.0	1.12	0.44	2.61	5.45	2.07		0.34	0.08	16.60
B36B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	5.4	5.3	0.94	0.51	1.31	4.63	2.05		0.65	0.30	12.00
B37_opp							25.03.03	O	Giesen & Geurts	5.7	4.8	1.16	0.55	3.12	4.48	0.19		0.16	0.60	9.50
B37A							25.03.03	G	Giesen & Geurts	13.4	4.6	3.22	2.02	2.20	5.30	7.52		6.62	4.50	38.60
B37B							25.03.03	G	Giesen & Geurts	18.6	5.3	1.85	1.72	0.87	8.69	6.29		0.85	1.36	16.95
B38A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	41.0	4.4	4.30	5.64	1.37	17.59	27.46		1.95	105.38	39.90
B38B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	48.4	5.5	7.96	9.53	1.43	21.51	27.54		2.80	122.10	32.80
B39							17.03.03	G	Giesen & Geurts	25.6	6.0	9.77	2.10	0.97	6.44	12.63		0.45	21.00	18.80
B40A							17.03.03	G	Giesen & Geurts	22.8	5.2	7.52	3.16	1.03	8.92	10.42		0.66	26.80	35.40
B40B							17.03.03	G	Giesen & Geurts	28.6	5.6	7.58	4.67	1.17	14.99	12.49		3.60	52.46	43.95
B41_opp							17.03.03	O	Giesen & Geurts	6.4	5.9	1.82	0.81	3.42	3.49	0.00		0.11	0.48	10.20
B42							17.03.03	G	Giesen & Geurts	9.8	4.4	4.22	0.28	0.91	3.94	0.26		0.24	13.90	6.60
B45							25.03.03	G	Giesen & Geurts	15.0	5.5	13.50	1.79	3.33	9.41	4.49		0.65	0.94	33.85
B50							11.03.04	G	Giesen & Geurts	77.7	5.7	62.28	16.00	9.59	43.88	18.23			181.84	57.50
B50_opp							11.03.04	O	Giesen & Geurts											45.40
29AP0037_01	22.7	41.00	42.00	Dr26k	265480	493590	01/06/1965	G	WMO	40.2						4.10	0.18			6.20
29AP0037_02	22.7	84.00	86.00	2+3	265480	493590	01/06/1965	G	WMO	42.0						2.00	0.05			35.20
29AP0039_01	20.65	25.00	26.00	1BC+2+3	260490	495030	06/02/1967	G	WMO	15.6						24.00	0.10	0.32		37.00
29AP0039_02	20.65	34.00	36.00	2+3	260490	495030	06/02/1967	G	WMO	23.6						16.00	0.09	0.12		15.00
29AP0056_02	21	11.00	13.00	Tw16lv	264770	494840	16/09/1981	G	WMO	34.0	7.0	71.20	2.92		9.00	7.40	0.36	1.80	0.00	16.00
29AP0056_03	21	20.00	22.00	1BC	264770	494840	16/09/1981	G	WMO	37.0	7.5	65.80	3.89		18.00	3.20	1.70	1.60		15.00
29AP0056_04	21	32.00	34.00	Dr26k	264770	494840	16/09/1981	G	WMO	32.0	7.1	60.20	4.38		9.40	6.10	0.39	2.00		10.00
29AP0064_01	21.1	3.00	5.00	1A	264580	492310	27/08/1985	G	WMO	74.0	7.3	85.50	7.20		85.00	3.85	0.19	6.40	16.00	92.00
29AP0064_01	21.1	3.00	5.00	1A	264580	492310	02/09/1985	G	WMO	63.0	7.2	52.00	5.11		79.00	2.25	1.25	5.20	10.00	49.00
29AP0064_03	21.1	13.00	15.00	Tw16lv	264580	492310	27/08/1985	G	WMO	74.0	7.3	85.50	7.20		85.00	3.85	0.19	6.40	16.00	92.00
29AP0064_04	21.1	24.00	26.00	Tw16lv	264580	492310	27/08/1985	G	WMO	78.0	7.3	91.00	6.60		82.00	5.60	0.30	13.00	6.00	96.00
29AP0064_05	21.1	33.00	35.00	Dr26k	264580	492310	27/08/1985	G	WMO	81.0	7.3	42.50	5.90		110.00	0.02	0.12	4.50	9.00	120.00

	0.01	0.003	0.01		0.02	0.3									aandeel watertype											
Locatie	HCO3	PO4-P	NO3-N	H2S	P-totaal	DOC	K	A	K+A	dKA	ECc	ECm	dEC	IR	grond	regen	zee	pH sat	Verzadiging index	Stuyfzand watertype	NO3-N/ NH4-N	HCO3/TH	Mg/TH	SO4	NO3	NO3+SO4	Na/Cl
	mmol/l	mg/l		geur	mg/l		mmol+-/l			%	mS/m		%		%							mol/mol	mol/mol	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
B1_opp	0.26	0.000	0.01	-	0.06	9.9	0.5	0.5	1.0	4.0	6.9	7.2	4.9	49.1	3.5	96.4	0.03	9.72	-3.3	g*CaHCO3.	0.09	1.73	0.24	0.00	0.00	0.00	0.78
B1A	0.25	0.017	0.01	1	-	-	0.7	0.7	1.4	-2.1	9.6	9.4	-2.1	32.1	3.3	96.6	0.07	9.75	-3.9	g*NaCl .	0.06	1.60	0.28	0.01	0.00	0.01	0.63
B1B	0.53	0.037	0.01	1	-	-	0.8	0.8	1.6	-4.1	9.7	9.3	-4.2	36.9	2.3	97.6	0.03	9.57	-3.7	g0NaHCO3.	0.03	5.19	0.21	0.02	0.00	0.02	1.77
B22_opp	0.29	0.000	0.39	-	0.08	20.5	2.1	2.2	4.3	-3.7	25.8	24.7	-4.5	43.0	13.6	86.2	0.19	9.17	-3.7	F*CaCl .	1.30	0.49	0.31	0.81	0.03	0.83	0.56
B23 opp	0.05	0.000	0.27	-	0.06	6.9	0.3	0.4	0.7	-5.6	6.4	6.2	-3.6	23.2	1.1	98.9	0.04	10.81	-6.1	g*NaCl .	1.08	0.80	0.24	0.00	0.02	0.02	0.51
B23B	0.04	0.051	0.01	-	-	-	0.7	0.7	1.4	-2.6	9.3	8.9	-5.6	18.3	1.0	98.9	0.06	10.93	-6.4	g*NaCl .	0.04	0.42	0.48	0.26	0.00	0.26	0.78
B24B	0.02	0.024	0.02	3	-	-	0.4	0.5	0.9	-1.3	6.5	6.5	0.3	7.9	0.0	100.0	0.05	11.69	-7.2	g*NaCl .	0.03	0.69	0.54	0.07	0.00	0.07	0.54
B25_opp	0.05	0.000	0.26	-	0.03	6.7	0.3	0.3	0.6	-5.7	5.4	5.3	-1.1	24.3	1.0	98.9	0.03	10.84	-6.1	g*NaCl .	1.08	0.93	0.19	0.00	0.02	0.02	0.52
B25A	0.04	0.005	0.07	-	-	-	0.3	0.3	0.7	-3.5	5.9	5.6	-5.7	22.2	0.9	99.0	0.04	10.96	-6.2	g*NaCl .	0.16	0.87	0.19	0.00	0.01	0.01	0.50
B25B	0.10	0.021	0.01	2	-	-	0.3	0.3	0.7	-6.1	5.5	5.3	-4.7	19.9	0.4	99.5	0.02	10.77	-5.8	g*NaCl .	0.02	2.70	0.30	0.04	0.00	0.04	0.70
B26_opp	0.04	0.000	0.00	-	0.04	17.6	0.3	0.3	0.6	-3.0	4.7	4.4	-6.6	10.4	0.0	99.9	0.03	11.41	-7.2	g*NaCl .	0.00	1.90	0.35	0.00	0.00	0.00	0.52
B27	0.03	0.013	6.60	-	-	-	0.9	1.0	1.8	-7.1	14.5	14.0	-3.5	39.2	3.4	96.5	0.05	10.67	-6.4	g*NaCl .	60.00	0.16	0.32	0.14	0.47	0.61	1.19
B28_opp	1.33	0.000	0.00	-	0.27	32.7	4.8	4.5	9.3	3.1	50.1	52.2	3.9	48.4	38.9	60.6	0.43	8.11	-1.6	F1CaCl	0.00	1.00	0.12	0.68	0.00	0.68	0.74
B29	0.13	0.008	19.52	-	-	-	2.4	2.4	4.8	-0.5	31.4	30.6	-2.7	70.0	19.1	80.8	0.07	9.38	-4.1	g*CaMix	52.76	0.15	0.32	0.40	1.39	1.80	0.36
B31_opp	0.09	0.000	3.38	-	0.10	21.6	2.5	2.2	4.7	4.6	28.9	30.2	4.2	56.4	20.8	79.1	0.15	9.51	-3.4	F*CaMix .	5.19	0.10	0.28	0.95	0.24	1.20	0.49
B32	0.00	0.011	2.33	-	-	-	0.9	0.8	1.7	2.3	14.2	14.4	1.1	45.1	6.6	93.3	0.08	?	?	g*CaCl .	21.14	0.00	0.12	0.17	0.17	0.34	0.59
B33_opp	0.03	0.000	0.03	-	0.06	16.0	0.2	0.3	0.5	-3.0	5.0	5.1	1.5	15.1	0.2	99.7	0.03	11.39	-6.5	g*NaCl .	0.30	1.11	0.24	0.00	0.00	0.00	0.60
B33A	0.25	0.007	0.02	1	-	-	0.6	0.5	1.1	3.7	16.1	16.0	-0.6	15.7	0.4	99.5	0.04	10.35	-5.5	g*NaCl .	0.04	7.58	0.19	0.01	0.00	0.01	0.54
B33B	0.00	0.016	0.07	-	-	-	0.4	0.4	0.8	-0.3	8.1	8.4	3.1	23.9	1.3	98.6	0.05	?	?	g*NaCl .	0.70	0.00	0.12	0.08	0.01	0.08	0.60
B34A	0.05	0.012	0.01	-	-	-	0.4	0.4	0.8	3.3	5.3	5.1	-4.9	20.1	0.8	99.2	0.04	10.90	-6.4	g*CaCl .	0.01	1.14	0.15	0.03	0.00	0.03	0.32
B34B	0.30	0.023	0.02	4	-	-	0.6	0.6	1.2	-4.9	16.8	16.3	-3.3	29.3	1.1	98.8	0.02	10.05	-4.8	g*NaMix .	0.10	3.62	0.45	0.10	0.00	0.10	1.07
B35_opp	0.09	0.000	0.01	-	0.04	21.7	0.3	0.3	0.6	-2.6	5.3	5.0	-6.2	12.8	0.1	99.9	0.02	11.04	-6.1	g*NaCl .	0.09	3.53	0.44	0.01	0.00	0.01	0.71
B35A	0.13	0.040	0.01	4	-	-	0.8	0.9	1.7	-4.4	9.5	9.8	2.7	14.6	1.4	98.5	0.12	10.28	-5.5	g*NaCl .	0.00	1.67	0.16	0.00	0.00	0.00	0.28
B35B	0.05	0.066	0.00	-	-	-	0.8	0.9	1.7	-5.0	7.9	8.0	1.2	20.4	2.8	97.0	0.14	10.48	-5.0	g*CaCl .	0.00	0.29	0.41	0.01	0.00	0.01	0.25
B36A	0.08	0.007	0.00	3	-	-	0.5	0.5	1.1	-0.3	6.3	6.5	2.2	10.7	0.4	99.6	0.07	10.83	-5.9	g*NaCl .	0.00	1.64	0.39	0.00	0.00	0.00	0.51
B36B	0.20	0.074	0.01	3	-	-	0.5	0.6	1.0	-6.5	5.6	5.4	-4.3	12.1	0.3	99.7	0.05	10.51	-5.2	g*NaCl .	0.02	4.53	0.47	0.01	0.00	0.01	0.60
B37_opp	0.10	0.000	0.00	-	0.04	28.5	0.4	0.4	0.8	4.6	6.0	5.7	-5.4	17.8	0.5	99.4	0.03	10.72	-5.9	g*NaCl .	0.00	1.89	0.44	0.01	0.00	0.01	0.73
B37A	0.30	0.091	0.01	5	0.18	170.5	1.5	1.5	3.0	0.7	13.1	13.4	2.6	12.9	1.8	98.1	0.19	9.83	-5.2	F*MgCl	0.00	1.83	0.51	0.09	0.00	0.09	0.21
B37B	0.55	0.104	0.01	4	-	-	1.0	1.1	2.1	-1.5	19.1	18.6	-2.7	16.2	1.0	98.9	0.07	9.80	-4.5	g0NaHCO3	0.01	4.73	0.61	0.03	0.00	0.03	0.79
B38A	0.04	0.025	0.01	-	-	-	3.1	3.4	6.5	-3.5	41.6	41.0	-1.6	16.0	2.7	97.1	0.19	10.64	-6.3	F*NaSO4	0.01	0.12	0.68	2.19	0.00	2.19	0.68
B38B	0.63	0.168	0.01	2	-	-	3.8	4.1	7.9	-3.5	49.5	48.4	-2.2	30.0	6.0	93.8	0.15	9.19	-3.7	F0MgSO4 +	0.00	1.07	0.66	2.54	0.00	2.54	1.01
B39	0.80	0.061	0.00	-	-	-	1.7	1.8	3.5	-2.9	26.0	25.6	-1.6	47.9	7.9	92.1	0.08	8.94	-2.9	g0CaMix	0.00	2.43	0.26	0.44	0.00	0.44	0.53
B40A	0.20	0.019	0.01	-	-	-	1.7	1.8	3.4	-2.8	23.7	22.8	-3.8	27.3	5.6	94.2	0.17	9.66	-4.4	F*CaCl	0.02	0.63	0.41	0.56	0.00	0.56	0.39
B40B	0.25	0.044	0.00	2	-	-	2.4	2.6	5.0	-4.3	31.0	28.6	-8.5	23.4	5.5	94.3	0.21	9.58	-3.9	F*MgMix	0.00	0.66	0.50	1.09	0.00	1.09	0.53
B41_opp	0.16	0.000	0.01	-	0.08	21.6	0.4	0.5	0.9	-6.0	6.7	6.4	-4.4	24.0	1.1	98.9	0.04	10.32	-4.5	g*NaCl .	0.09	2.02	0.42	0.01	0.00	0.01	0.53
B42	0.00	0.024	0.83	-	-	-	0.5	0.5	1.0	-3.6	9.2	9.8	5.8	53.1	3.3	96.7	0.02	?	?	g*CaSO4 .	3.44	0.00	0.10	0.29	0.06	0.35	0.92
B45	0.63	0.081	0.01	2	-	-	1.6	1.6	3.2	-0.1	15.2	15.0	-1.1	41.4	10.8	89.0	0.16	8.90	-3.4	F0CaCl .	0.02	1.52	0.18	0.02	0.00	0.02	0.43
B50	1.60						7.6	7	15	3.8	80	78	-2.6	66	53	46.7	0.26	7.95	-2.23	F1CaSO4 +		0.72	0.30	3.79			1.18
B50_opp																											
29AP0037_01	4.96																										
29AP0037_02	3.96																										
29AP0039_01	0.66																										
29AP0039_02	2.00																										
29AP0056_02	3.89																					2.05	0.06				0.87
29AP0056_03	4.26																					2.37	0.09				1.85
29AP0056_04	3.64																					2.16	0.11				1.45
29AP0064_01	6.07		0.6																		0.09	2.50	0.12	0.33	0.04	0.38	1.43
29AP0064_01	6.13		2.5																		0.48	4.07	0.14	0.21	0.18	0.39	2.49
29AP0064_03	6.07		0.6																		0.09	2.50	0.12	0.33	0.04	0.38	1.43
29AP0064_04	6.33		0.5																		0.04	2.49	0.11	0.12	0.04	0.16	1.32
29AP0064_05	5.89		1.1																		0.24	4.52	0.19	0.19	0.08	0.27	1.41

4 Bijlage: data bodemchemie

f = fijn zand
v = veen
z = zand
l = leem

Gebied	LocatieNr	Diepteklass	Jaar	grond-soort	horizon	X	Y	A-cijfer	orgstof	lutum laser <8um	leem laser <74um	CEC	H-uitBc	Ca-uitBc	K-uitBc	Mg-uitBc	Na-uitBc
		cm -mv				m	m	%	% d.s.	% d.s.	% d.s.	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g
Vetpot	M50	10-20	17/jul/03	l/v	OAm			129.98	14.63	2.13	63.94	45.91	47.34	6.95	0.33	0.81	0.20
Vetpot	M50	30-40	17/jul/03	l/v	OAm			35.99	5.92	1.47	51.30	34.88	29.07	5.30	0.26	0.57	0.09
Vetpot	B40	7-17	17/jul/03	f/v	OAm	263973	495343	131.33	9.79	2.03	68.70	44.56	38.00	4.99	0.11	0.56	0.06
Vetpot	B40	30-40	17/jul/03	f	Ah	263973	495343	44.70	2.70	1.01	46.35	10.61	18.62	3.81	0.35	0.35	0.24
Vetpot	B38	2-10	17/jul/03	f	F+Ah	263954	495299	91.22	14.54	0.92	29.44	43.41	35.15	16.80	0.13	0.61	0.17
Vetpot	B38	30-40	17/jul/03	f	Ah	263954	495299	60.98	3.41	0.66	21.03	15.51	10.30	8.01	0.03	0.32	0.07
Vetpot	B37	30-40	17/jul/03	v	Om	264126	495810	161.13	17.29	1.11	48.42	35.76	50.46	8.36	0.04	1.03	0.14
Vetpot	B37	60-70	17/jul/03	l/v	OAm	264126	495810	87.17	16.71	1.52	59.72	33.00	50.83	7.15	0.07	1.18	0.24
Vetpot	B35	16-26	17/jul/03	f/v	OAm	264175	495280	41.08	2.85	0.70	21.08	14.32	13.49	0.84	0.07	0.14	0.02
Vetpot	B35	30-40	17/jul/03	f/v	OAm	264175	495280	96.07	18.99	0.86	42.40	29.45	39.49	3.64	0.07	0.57	0.08
Vetpot	B33	1-11	17/jul/03	f	Ah	264339	495206	61.06	5.44	0.74	16.30	25.66	23.43	0.40	0.06	0.07	0.01

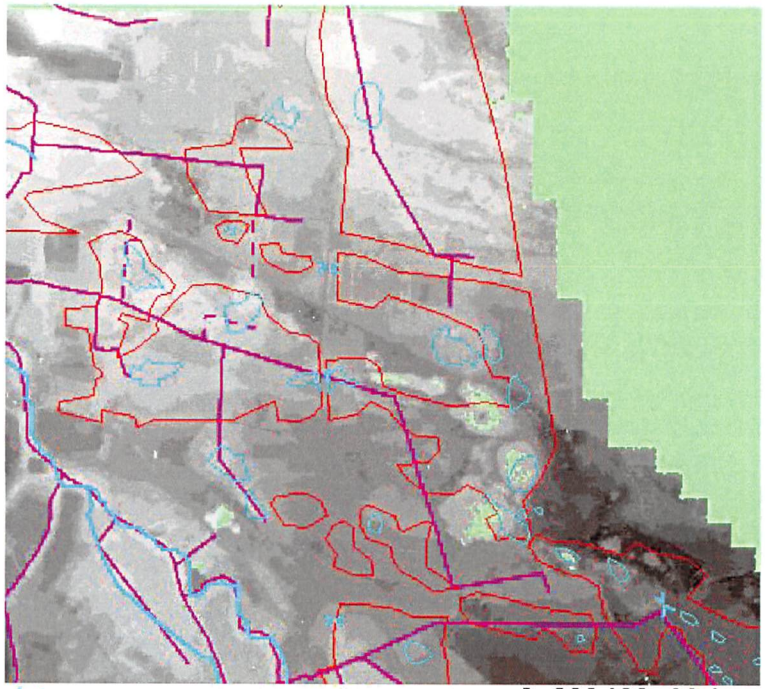
Basenverzadiging berekend als Ca+Mg+K+Na/CEC [meq/100 gr d.w.]

berekend als ratio H-bezetting en Ca-bezetting: maat voor humuficatie: <1 goede humificatie vorming van stabiele humus en klei-humusvormen in lemige gronden, 1-10 gedeeltelijke humificatie, > 10 langzame omzetting door schimmels en micriorganisme

Gebied	LocatieNr	Diepteklass	N-NH4	N-NO3	pH-H2O	pH-KCl	Fe-Oxalaat	basen-verzadiging	H/Ca	N-NH4/ N-NO3
		cm -mv	mg N/100g	mg N/100g			mg/100 g	%		
Vetpot	M50	10-20			4.09	3.52	159.51	18.07	6.81	
Vetpot	M50	30-40			4.49	3.75	118.18	17.83	5.49	
Vetpot	B40	7-17			4.49	3.78	105.90	12.85	7.61	
Vetpot	B40	30-40			4.80	3.91	38.30	44.77	4.89	
Vetpot	B38	2-10			4.99	4.37	274.30	40.79	2.09	
Vetpot	B38	30-40			5.79	4.94	68.01	54.32	1.29	
Vetpot	B37	30-40			4.53	3.51	118.01	26.77	6.04	
Vetpot	B37	60-70			4.36	3.60	119.78	26.17	7.11	
Vetpot	B35	16-26	2.50	0.04	4.47	3.74	26.83	7.43	16.06	62.50
Vetpot	B35	30-40	0.75	0.01	4.62	3.79	45.93	14.81	10.84	75.00
Vetpot	B33	1-11	0.32	0.01	4.35	3.53	26.22	2.12	58.20	33.00

5 Bijlage: historische ligging van watergangen, vennen en natte laagten

1848



waterlopen 1848.shp
vennen 1848
Natte laagtes 1848.shp
sloten recent
watergangen na ruilverkaveling

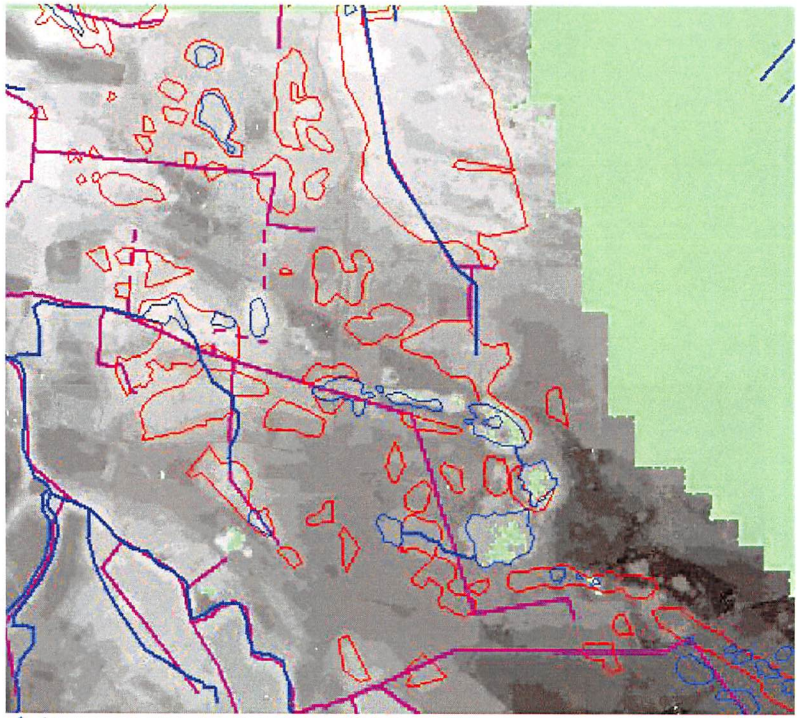
Hoogten ca 2000
- 17.5 - 18
- 18 - 18.5
- 18.5 - 19
- 19 - 19.5
- 19.5 - 20
- 20 - 20.5
- 20.5 - 21
- 21 - 21.5
- 21.5 - 22
- 22 - 22.5
- 22.5 - 23
- 23 - 23.5
- 23.5 - 24
- 24 - 24.5
- 24.5 - 25
- No Data

0 200400 Meters

waterlopen 1848.shp
vennen 1848
Natte laagtes 1848.shp
sloten recent
watergangen na ruilverkaveling

0 200400 Meters

1902



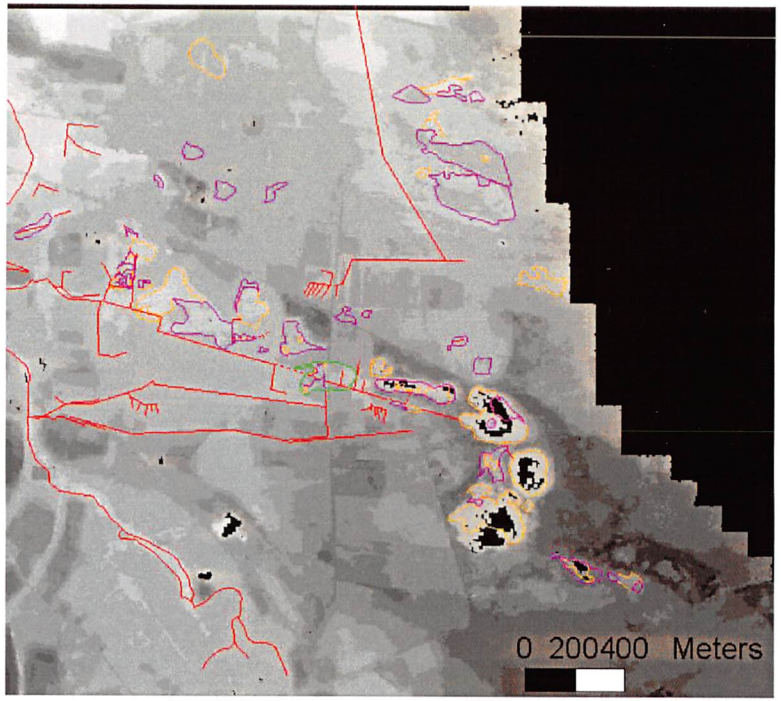
Waterlopen 1901.shp
vennen 1901
natte laagtes 1901
sloten recent
watergangen na ruilverkaveling
Hoogten ca 2000
17.5 - 18
18 - 18.5
18.5 - 19
19 - 19.5
19.5 - 20
20 - 20.5
20.5 - 21
21 - 21.5
21.5 - 22
22 - 22.5
22.5 - 23
23 - 23.5
23.5 - 24
24 - 24.5
24.5 - 25
No Data

0 200400 Meters

Waterlopen 1901.shp
vennen 1901
natte laagtes 1901
sloten recent
watergangen na ruilverkaveling

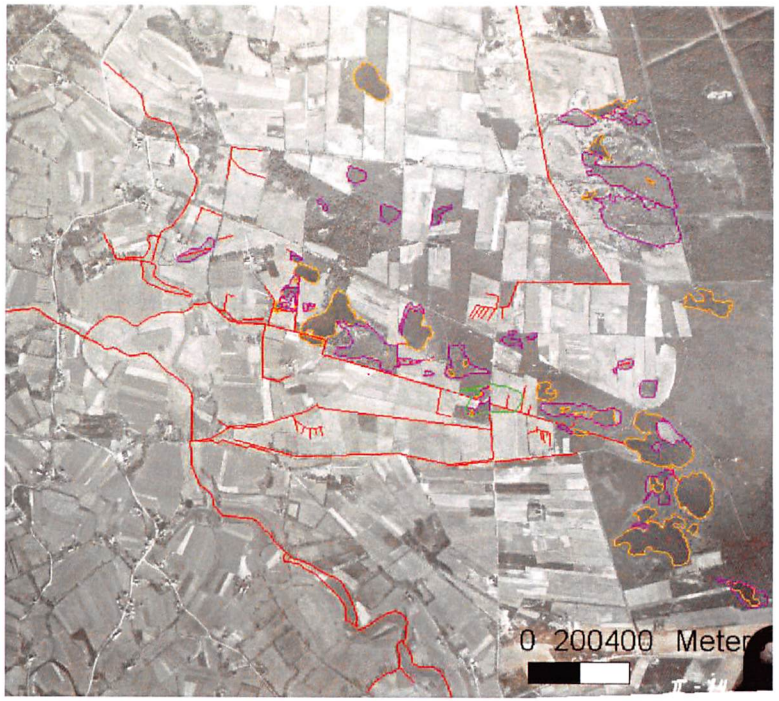
0 200400 Meters

1951



mogelijke positie voormalig ven Vennen eventueel 1951.shp
mogelijk greppel of sloot Sloten of paden 1951.shp
natte plek Natte plekken 1951.shp
sloot Sloten 1951.shp
ven (op foto donker) Vennen 1951.shp

Ahn_n
- 17 - 17.5
- 17.5 - 18
- 18 - 18.5
- 18.5 - 19
- 19 - 19.5
- 19.5 - 20
- 20 - 20.5
- 20.5 - 21
- 21 - 21.5
- 21.5 - 22
- 22 - 22.5
- 22.5 - 23
- 23 - 23.5
- 23.5 - 24
- 24 - 24.5
- 24 - 25
- No Data

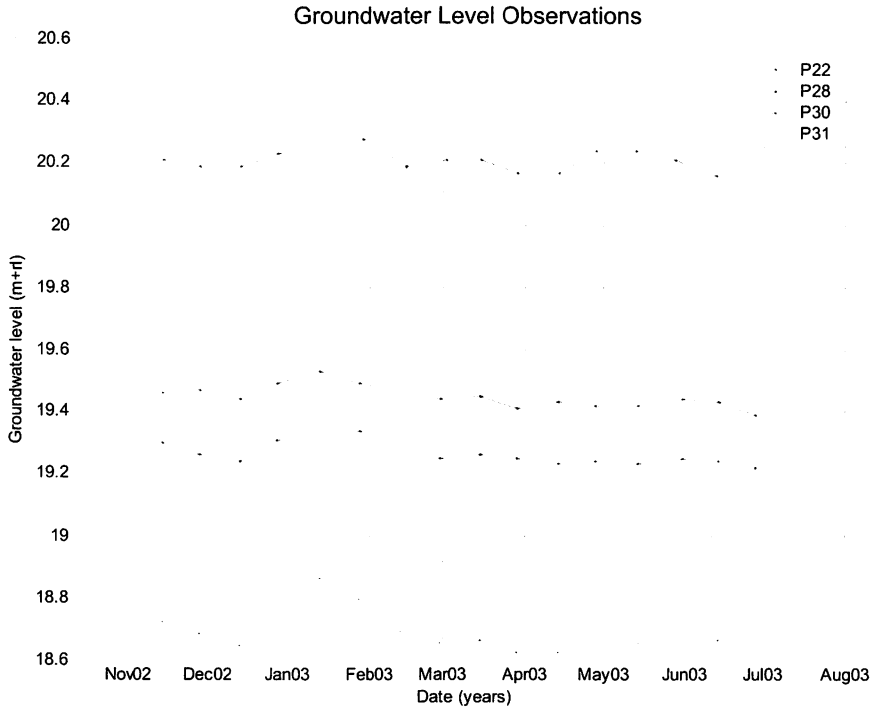


mogelijke positie voormalig venVennen eventueel 1951.shp
mogelijk greppel of slootSloten of paden 1951.shp
natte plekNatte plekken 1951.shp
slootSloten 1951.shp
ven (op foto donker)Vennen 1951.shp

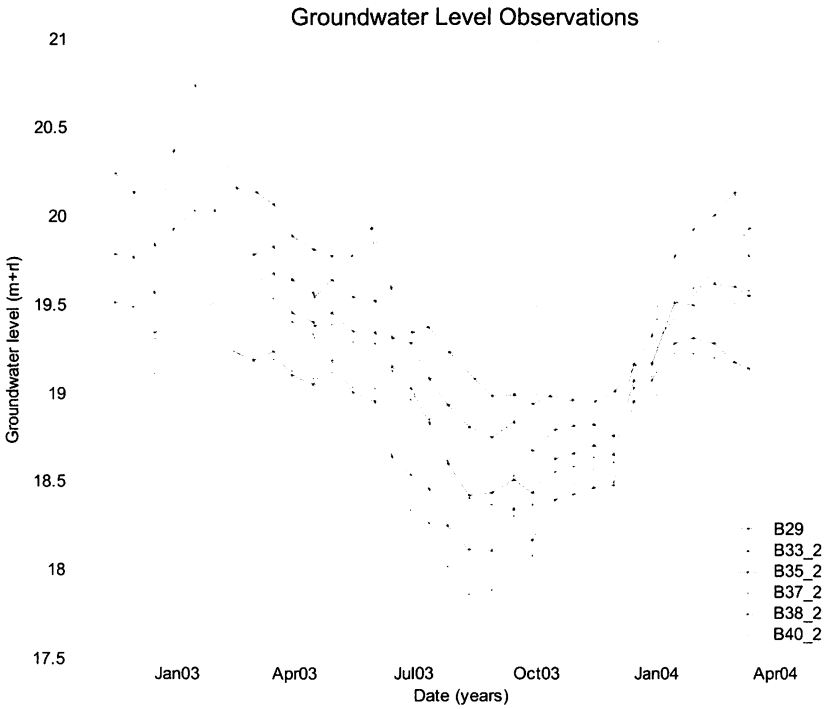
6 Bijlage: tijdstijghoogtelijnen waterstanden in Vetpot en Bergvennen

Op de x-as staat de tijd en op de y-as de NAP-hoogte (in m).

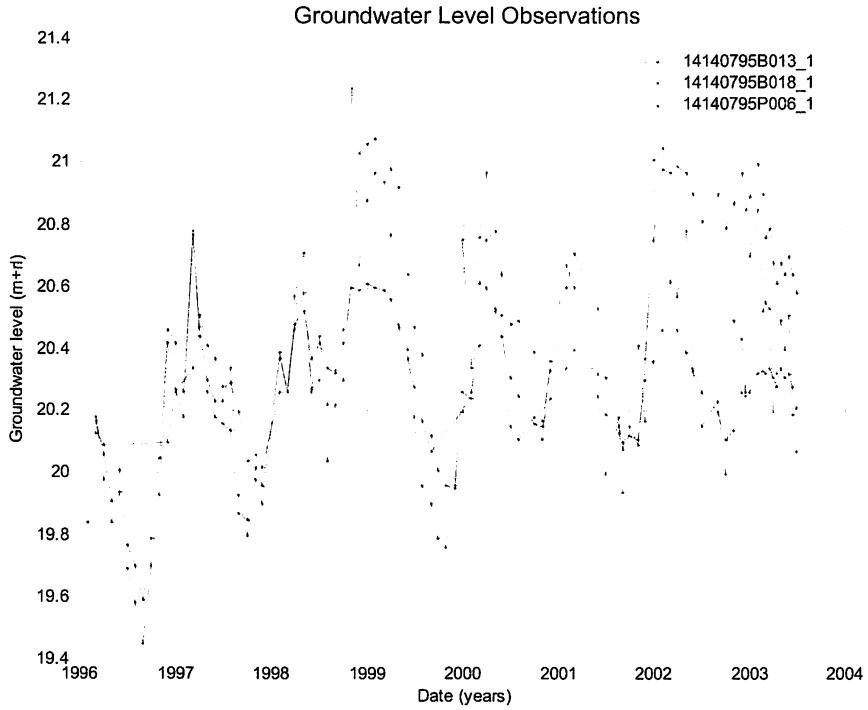
Figuur 1 Peilen watergang 36-0-1-1

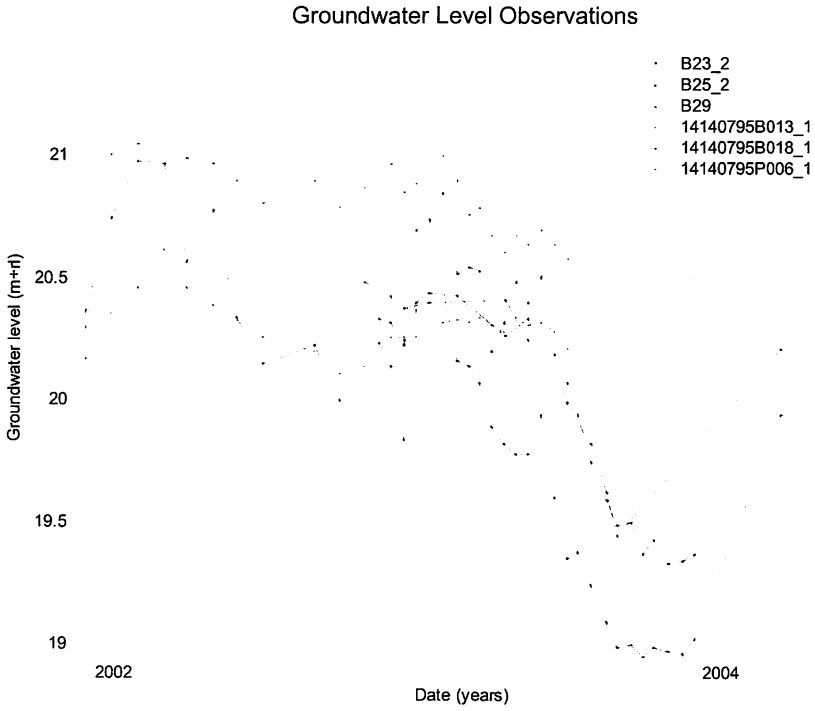


Figuur 2 Raai A, westelijk deel in Vetpot

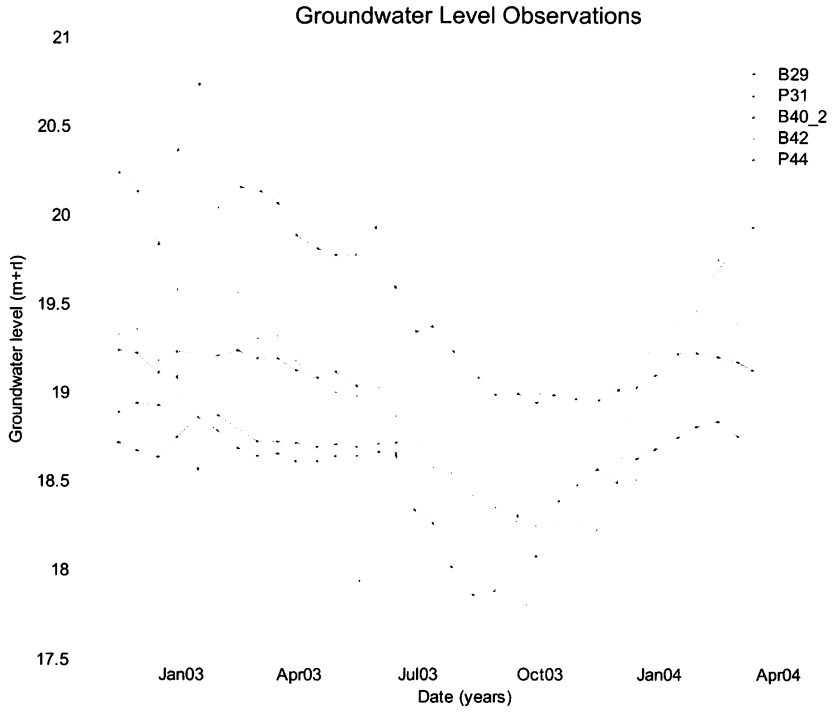


Figuur 3 Raai A, oostelijk deel in Bergvennen

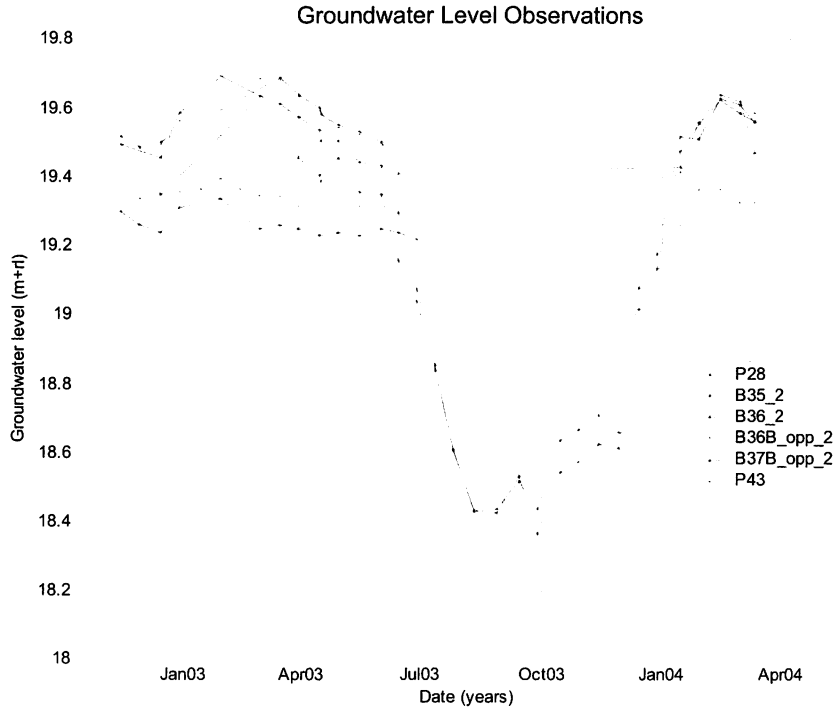




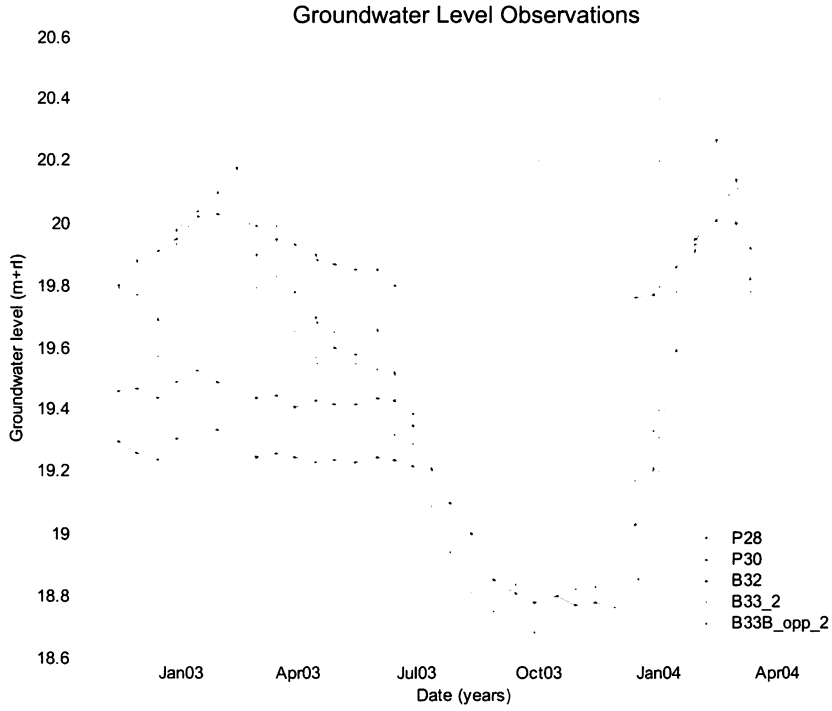
Figuur 4 Raai B: westelijke Vetpot
slootniveau watergang 36-0-1-1 bij P31 is 18,45 m NAP



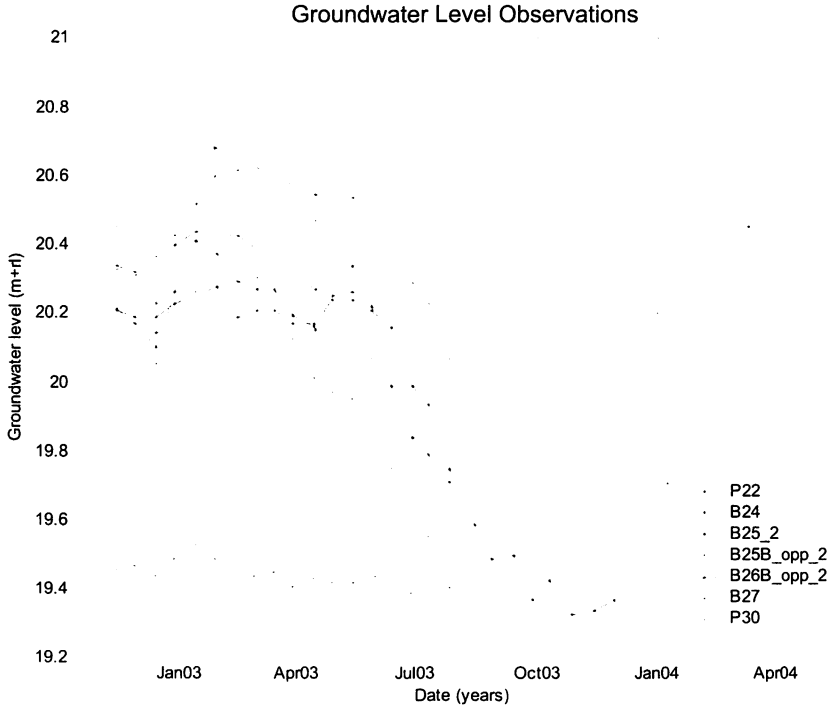
Figuur 5 Raai C: ven oostelijke Vetpot
slootniveau watergang 36-0-1-1 ter hoogte van de C-raai is 18,70 m NAP



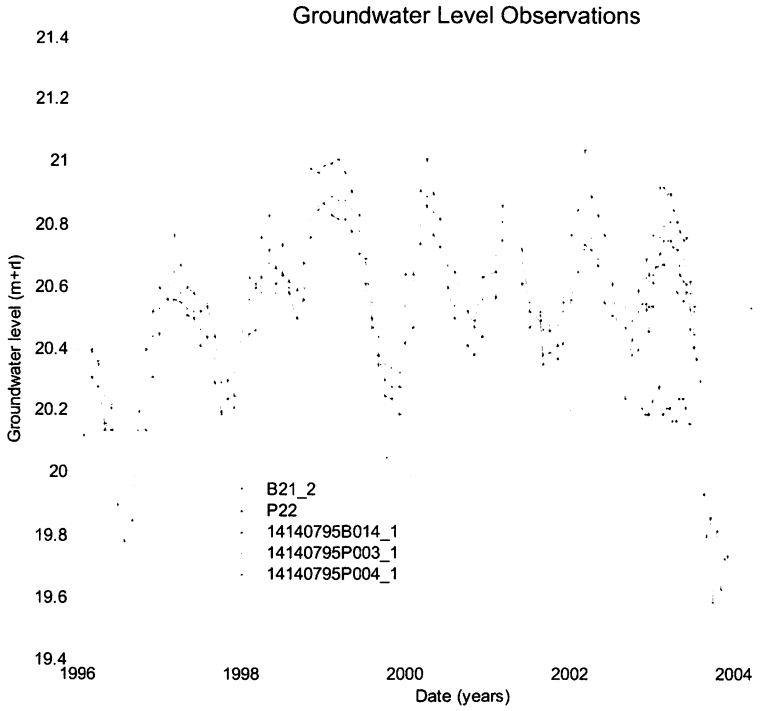
Figuur 6 Raai D: natte heide oostelijke Vetpot
slootniveau watergang 36-0-1-1 bij P28 is 18,90 m NAP en bij P30 19,45 m NAP



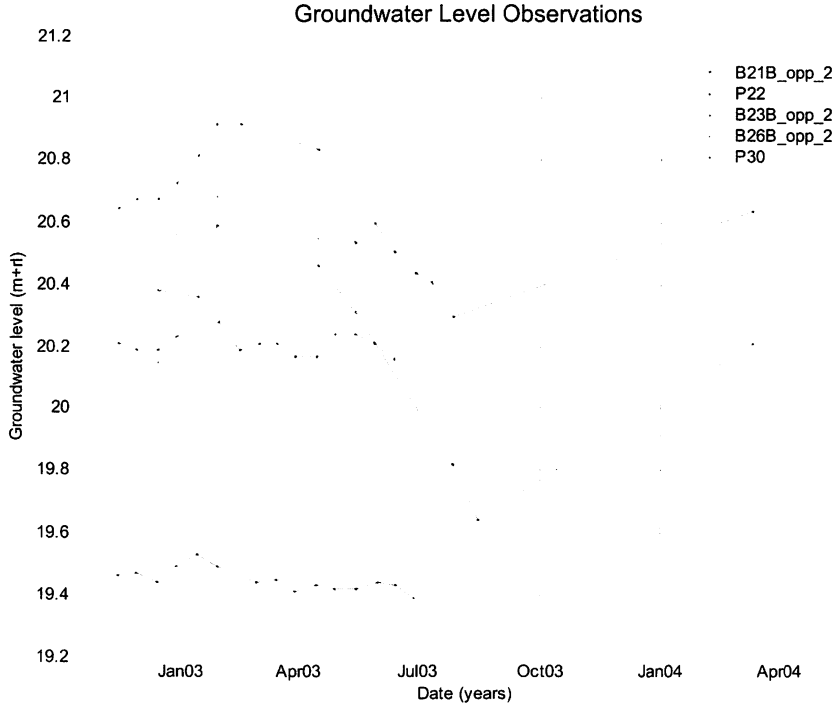
Figuur 7 Raai E: westelijke Bergvennen
slootniveau watergang 36-0-1-1 ter hoogte van de E-raai is 19,70 m NAP



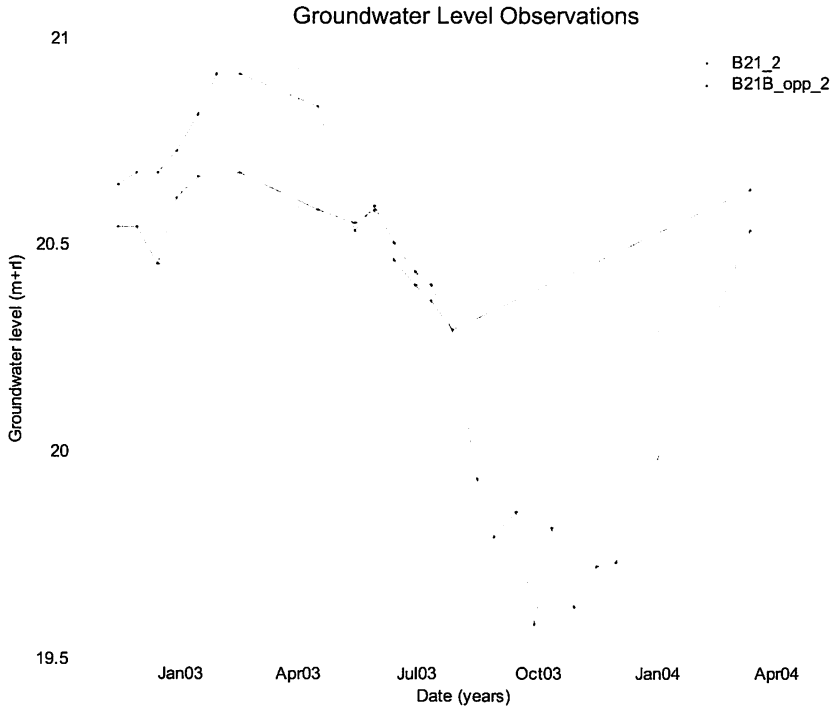
Figuur 8 Raai F: zuidelijke Bergvennen



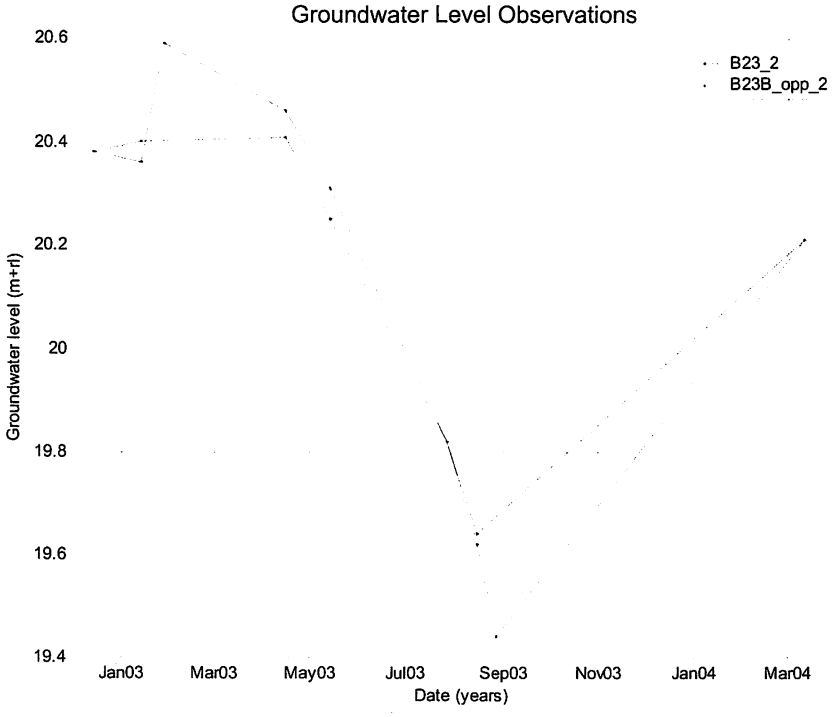
Figuur 9 westelijke Bergvennen en watergang 36-0-1-1
slootniveau watergang 36-0-1-1 bij P22 is 20,30 m NAP



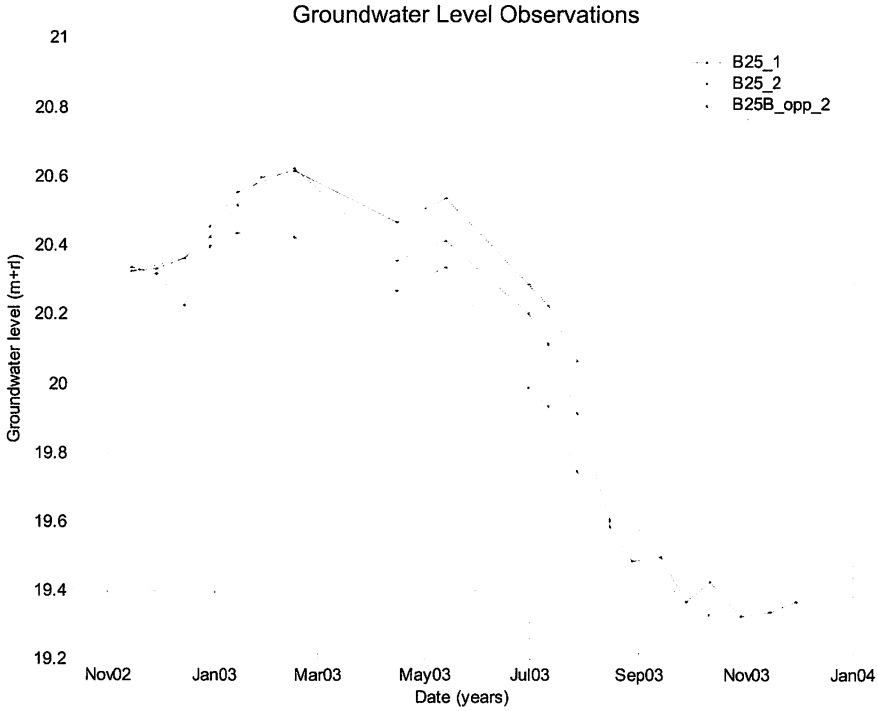
Figuur 10



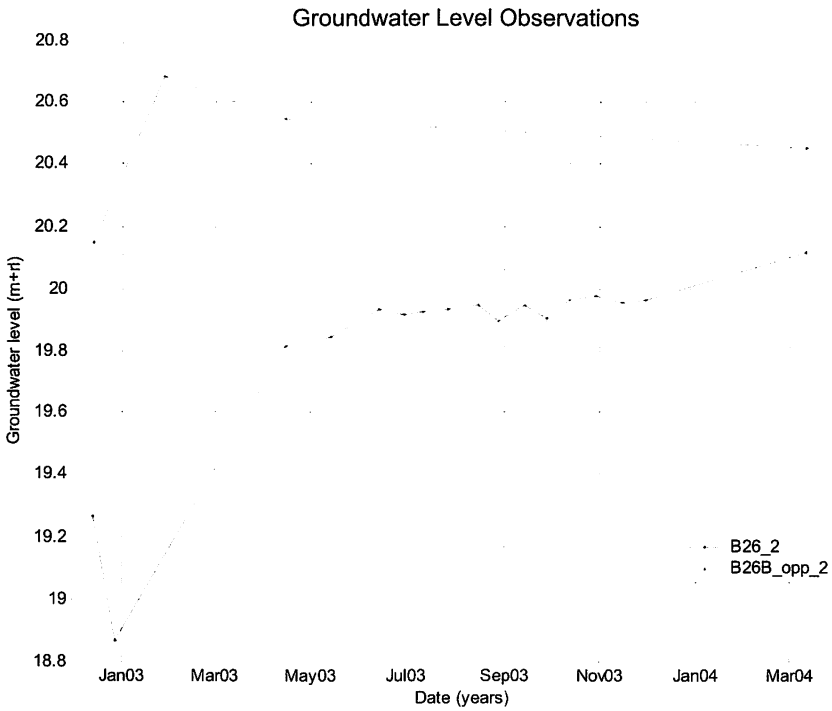
Figuur 11



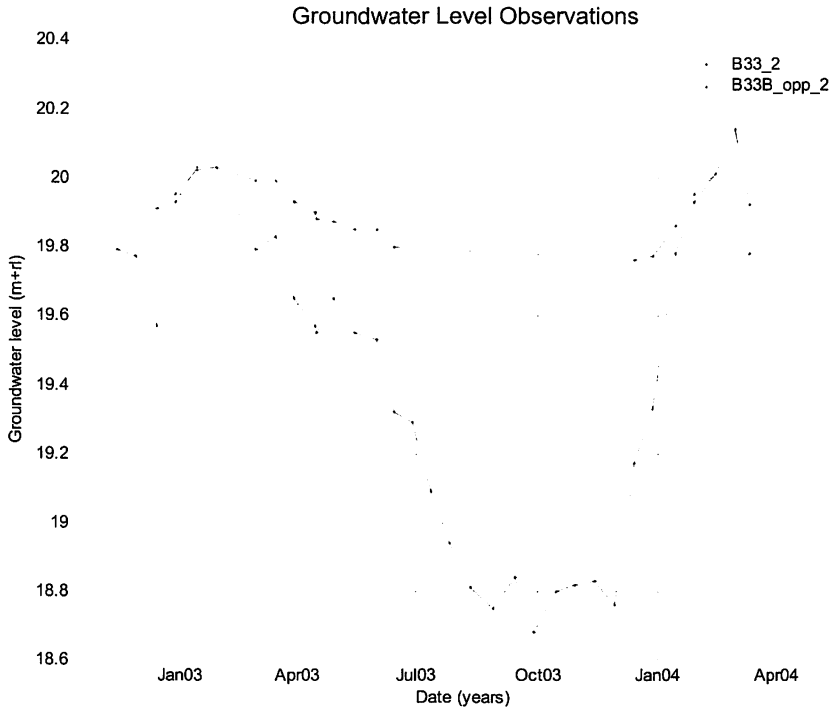
Figuur 12



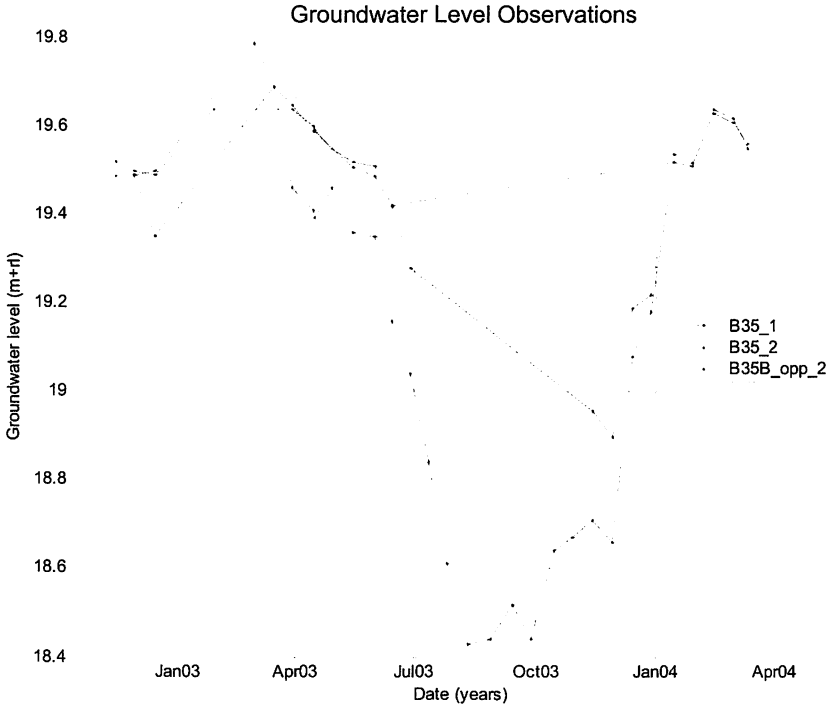
Figuur 13



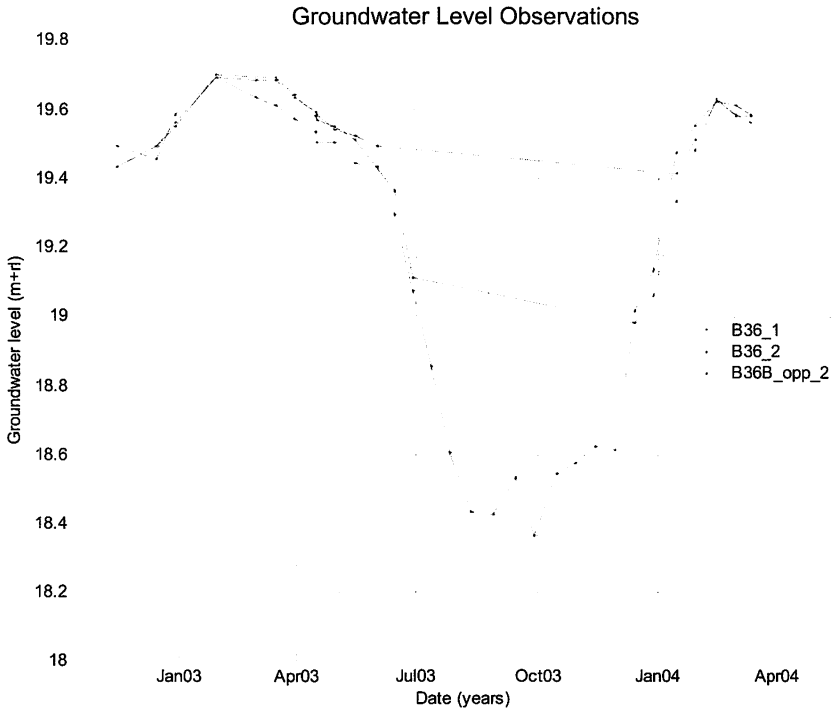
Figuur 14



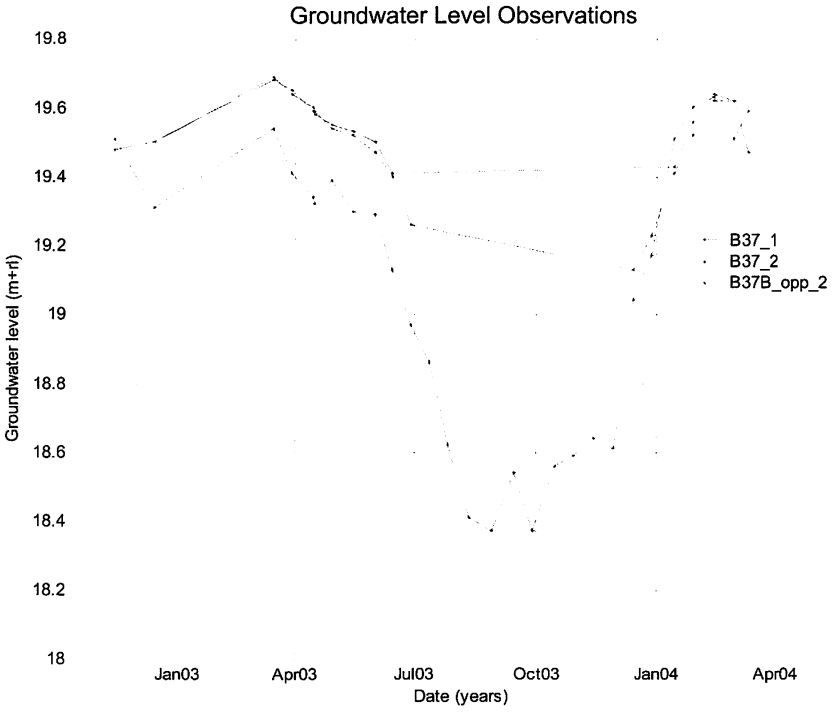
Figuur 15



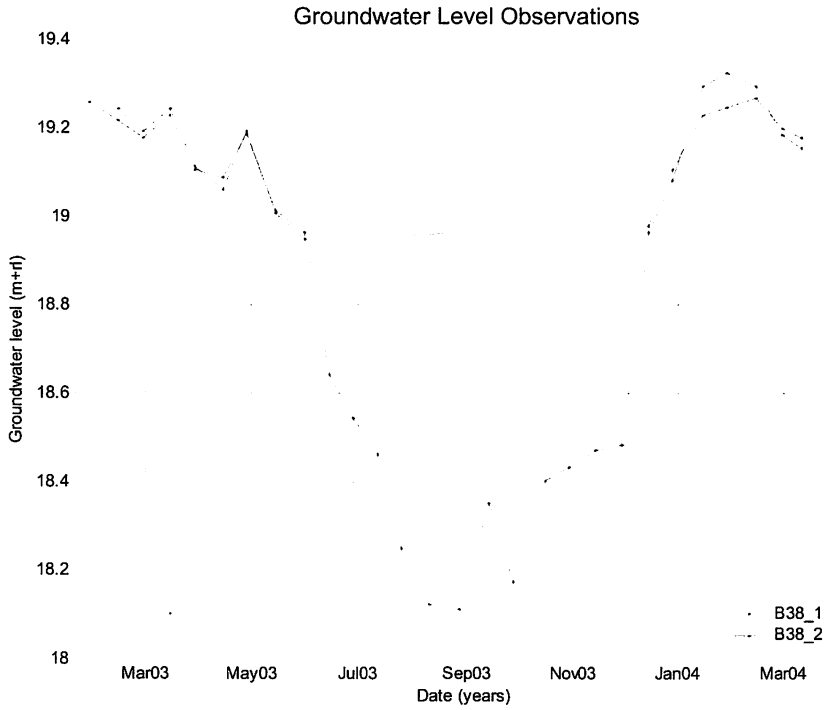
Figuur 16



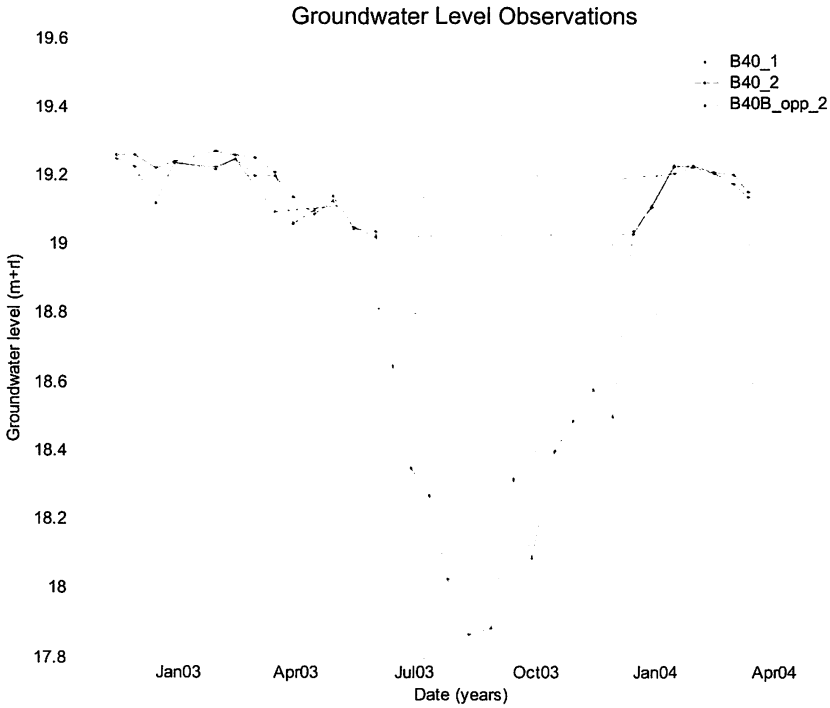
Figuur 17



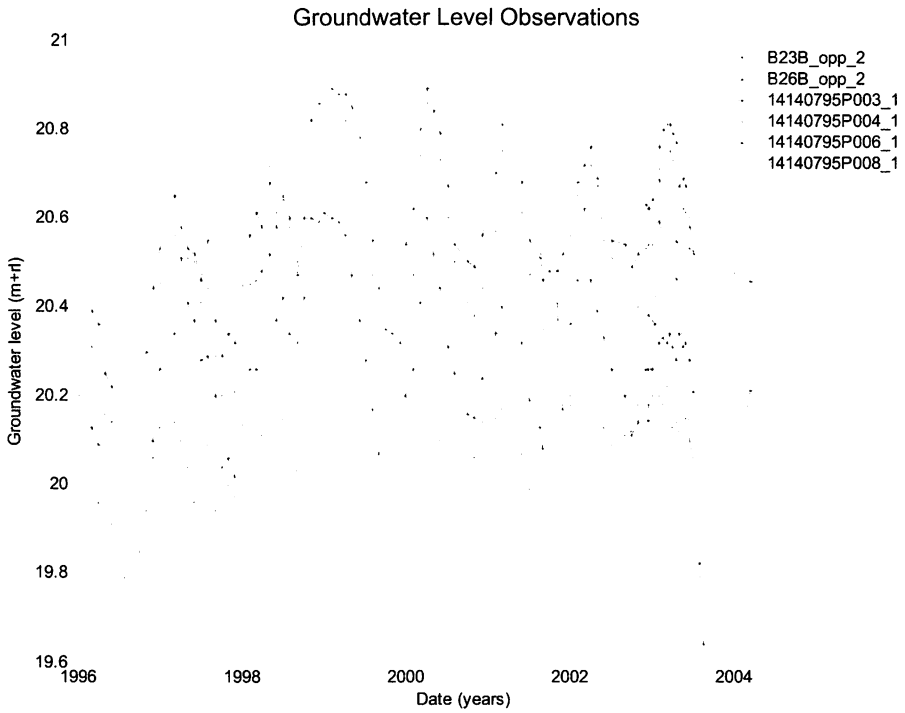
Figuur 18



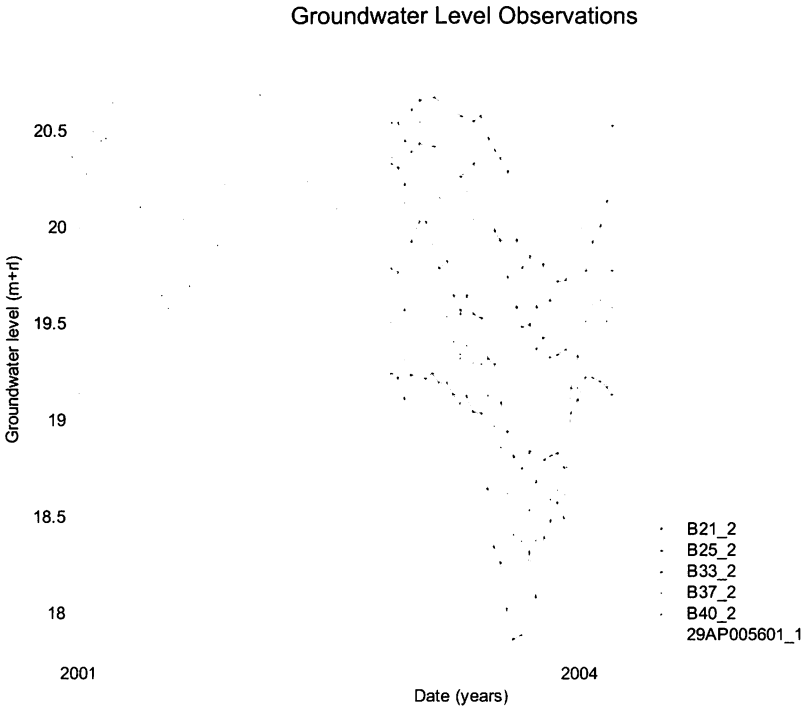
Figuur 19



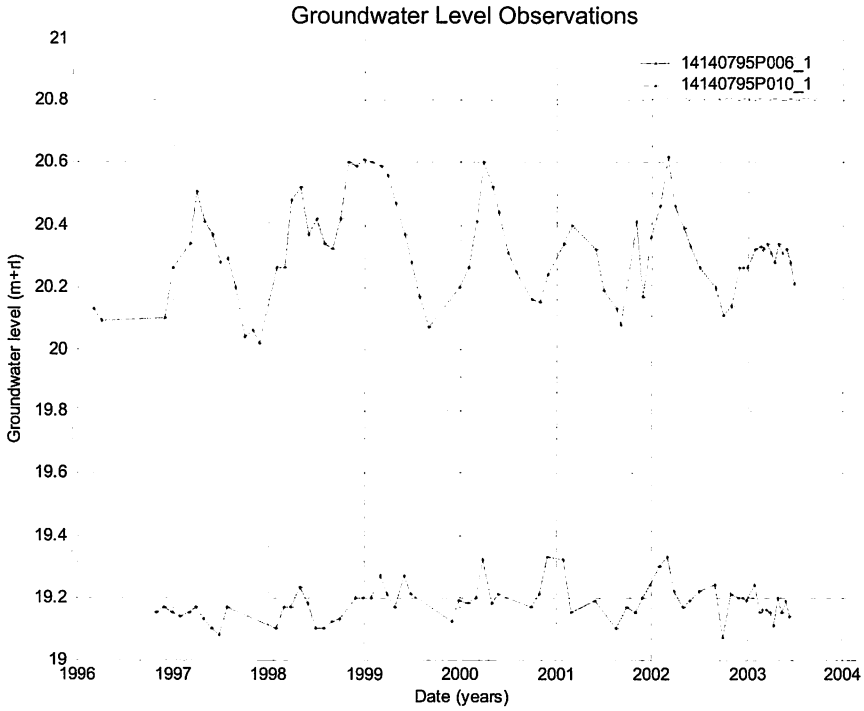
Figuur 20 Peilen vennen Bergvennen



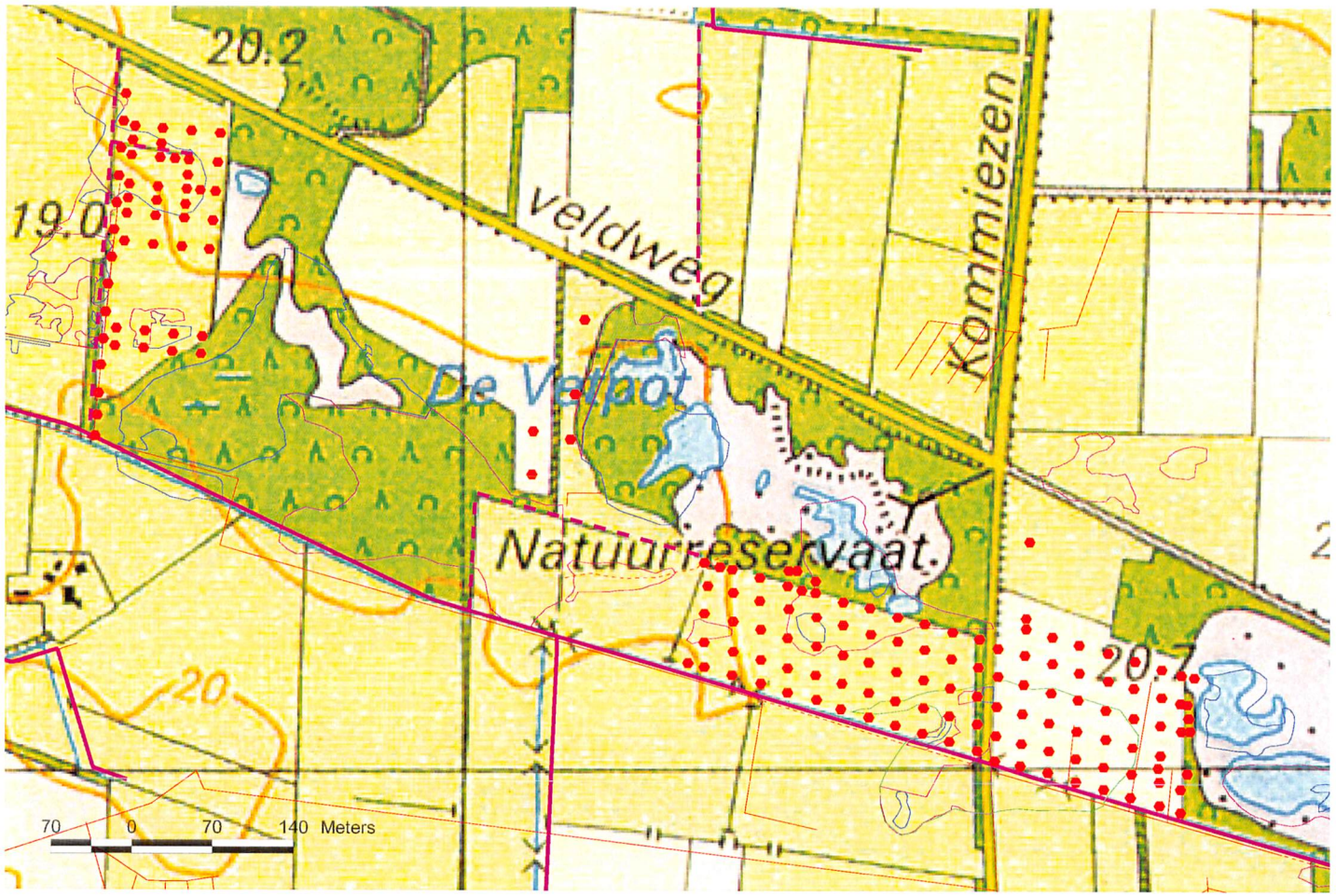
Figuur 21 Stijghoogte 29AP0056_1 (filter 11-13 m onder maaiveld) en enkele peilbuizen in de Vetpot en Bervennen



Figuur 22 Peil in watergang 33-0-2-4 bij Brecklenkampsche veld en Eilandven in de Bergvennen

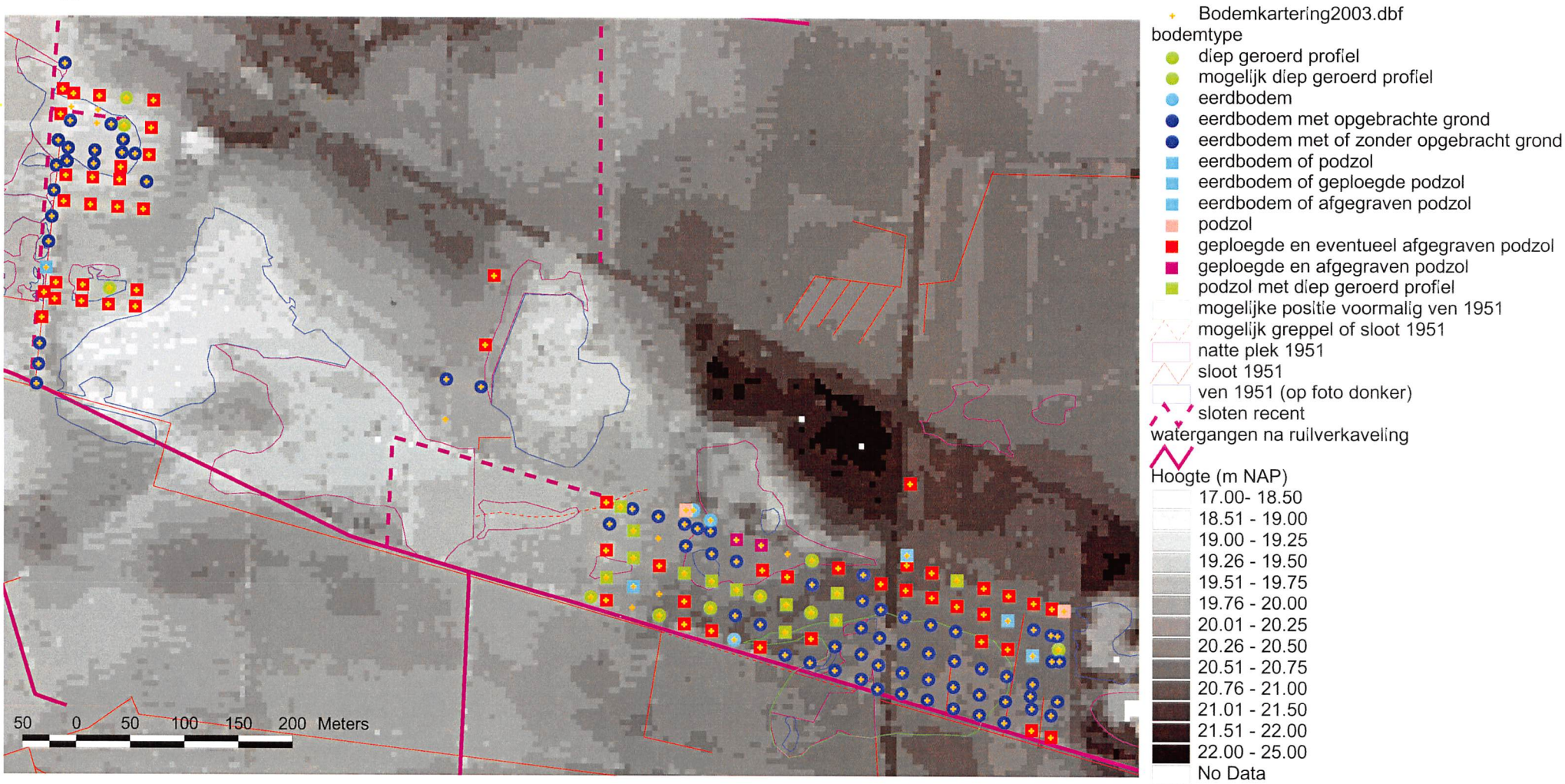


7 Bijlage: bodemkartering

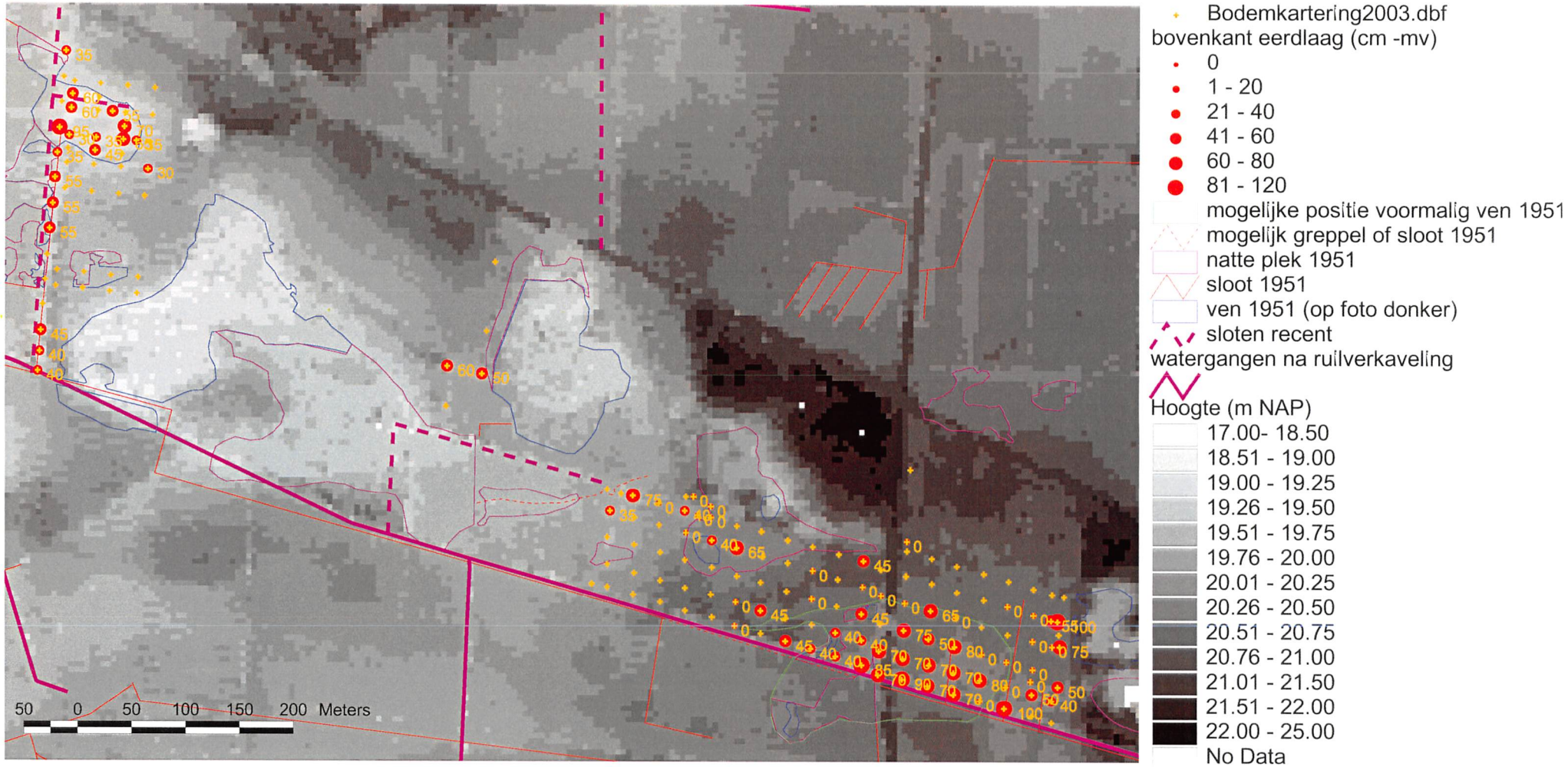


- Bodemkartering2003.dbf
- mogelijke positie voormalig ven 1951
- natte plek 1951
- ven 1951 (op foto donker)
- sloot 1951
- mogelijk greppel of sloot 1951
- sloten recent
- watergangen na ruilverkaveling

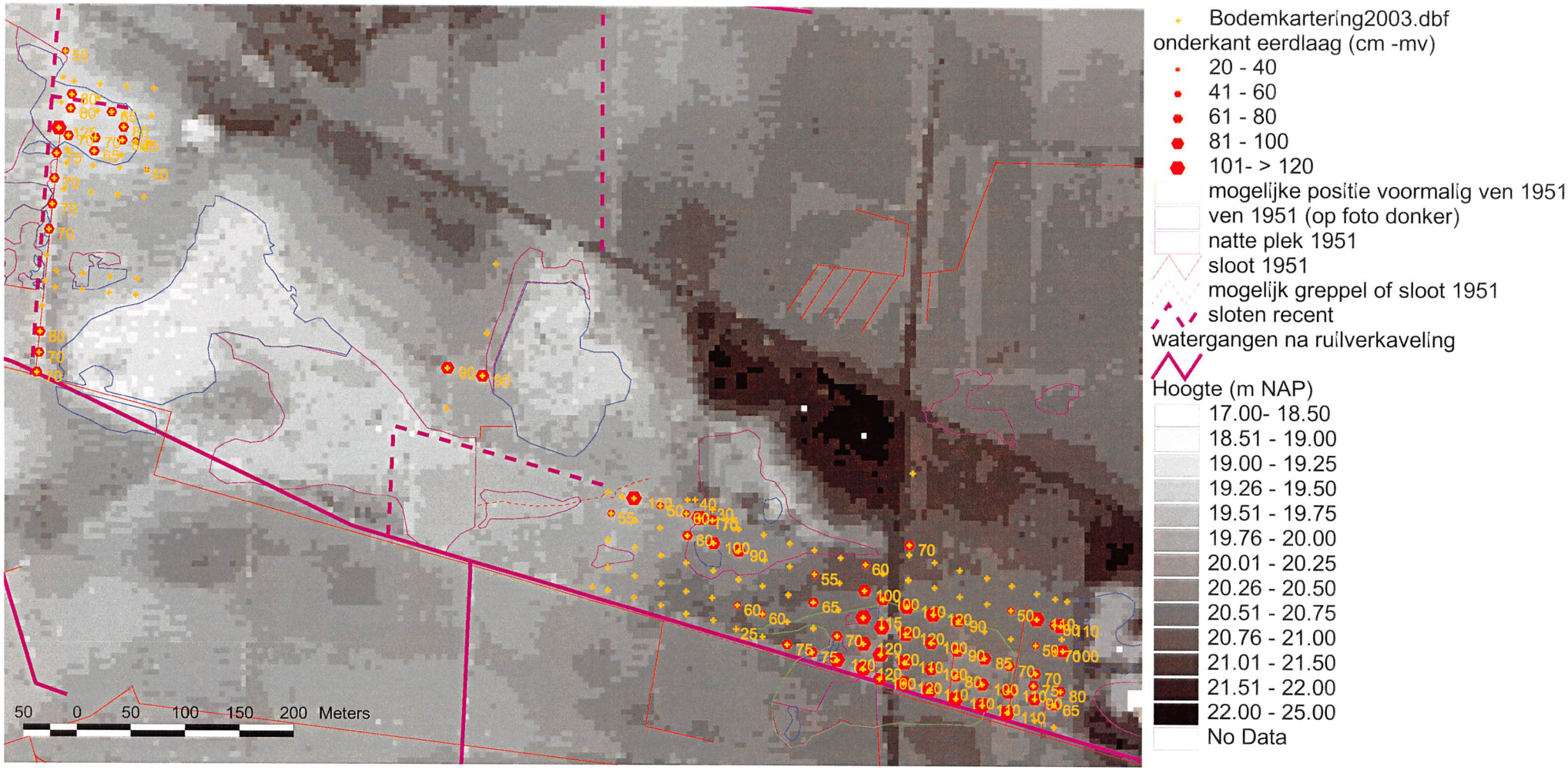
Bodemtype


Bodemkartering2003.dbf
bodemtype
diep geroerd profiel
mogelijk diep geroerd profiel
eerdbodem
eerdbodem met opgebrachte grond
eerdbodem met of zonder opgebracht grond
eerdbodem of podzol
eerdbodem of geploegde podzol
eerdbodem of afgegraven podzol
podzol
geploegde en eventueel afgegraven podzol
geploegde en afgegraven podzol
podzol met diep geroerd profiel
mogelijke positie voormalig ven 1951
mogelijk greppel of sloot 1951
natte plek 1951
sloot 1951
ven 1951 (op foto donker)
sloten recent
watergangen na ruilverkaveling
Hoogte (m NAP)
17.00- 18.50
18.51 - 19.00
19.00 - 19.25
19.26 - 19.50
19.51 - 19.75
19.76 - 20.00
20.01 - 20.25
20.26 - 20.50
20.51 - 20.75
20.76 - 21.00
21.01 - 21.50
21.51 - 22.00
22.00 - 25.00
No Data
50 0 50 100 150 200 Meters

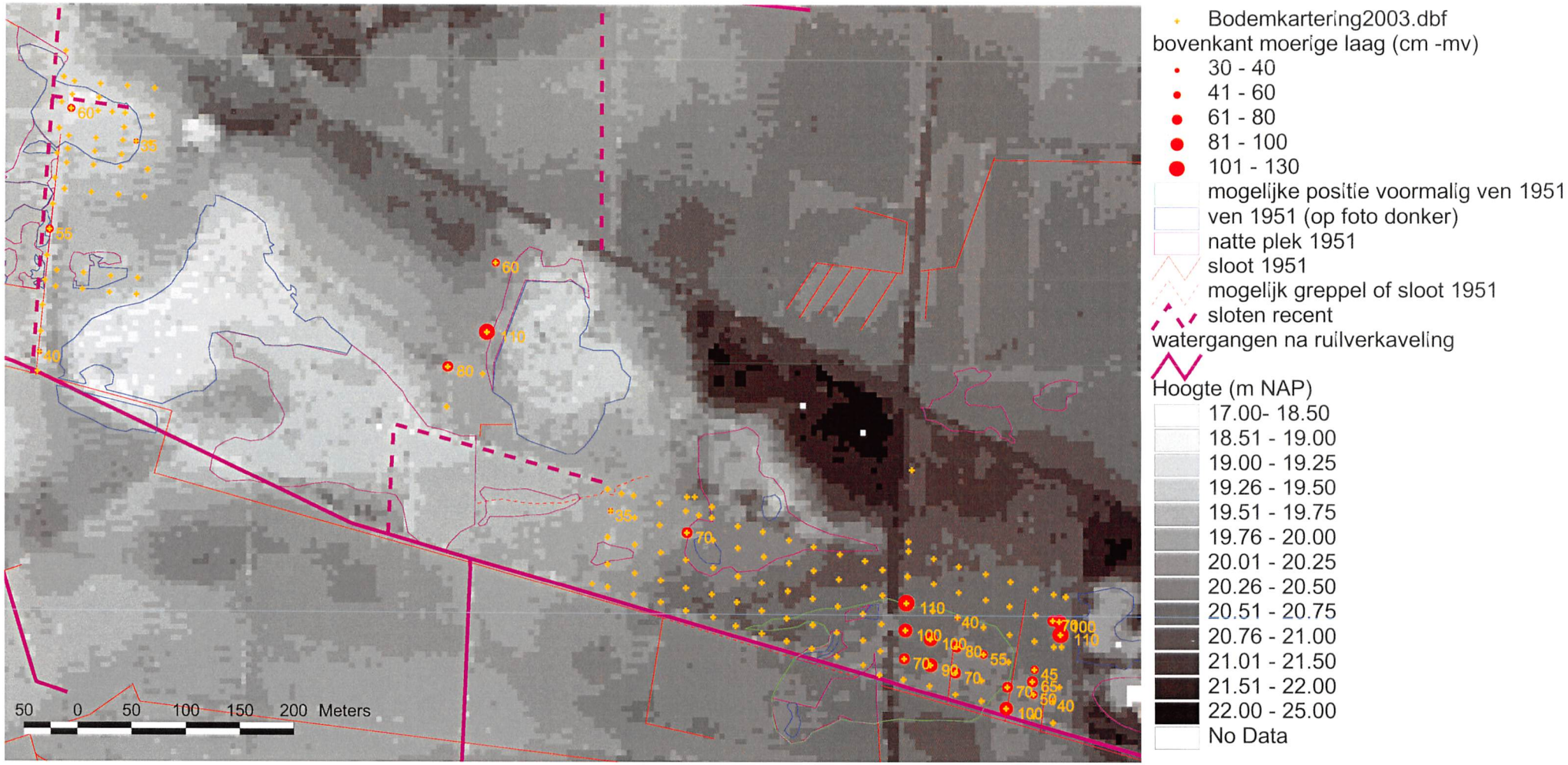
Bovenkant eerdlaag



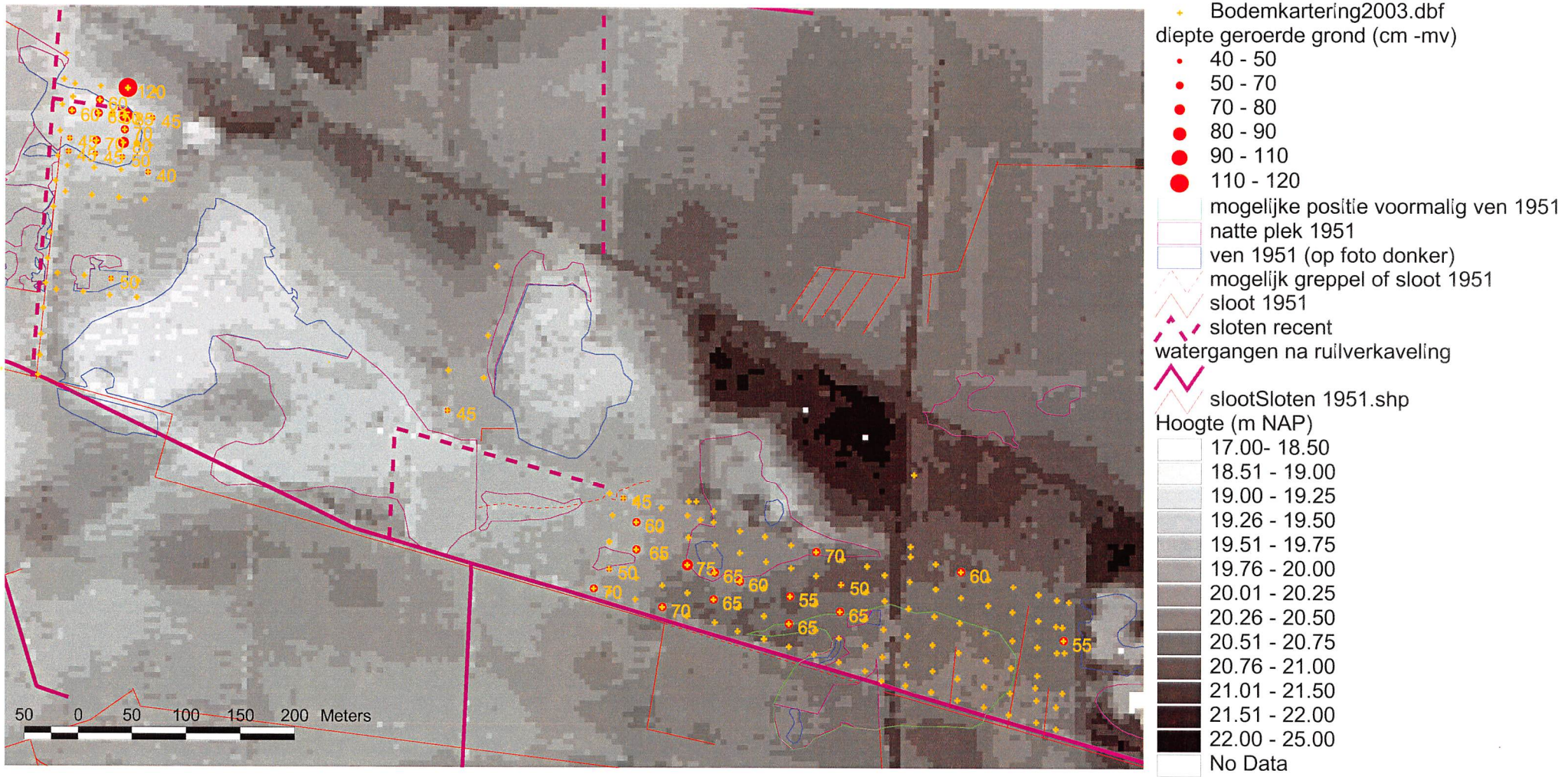
Onderkant eerdlaag



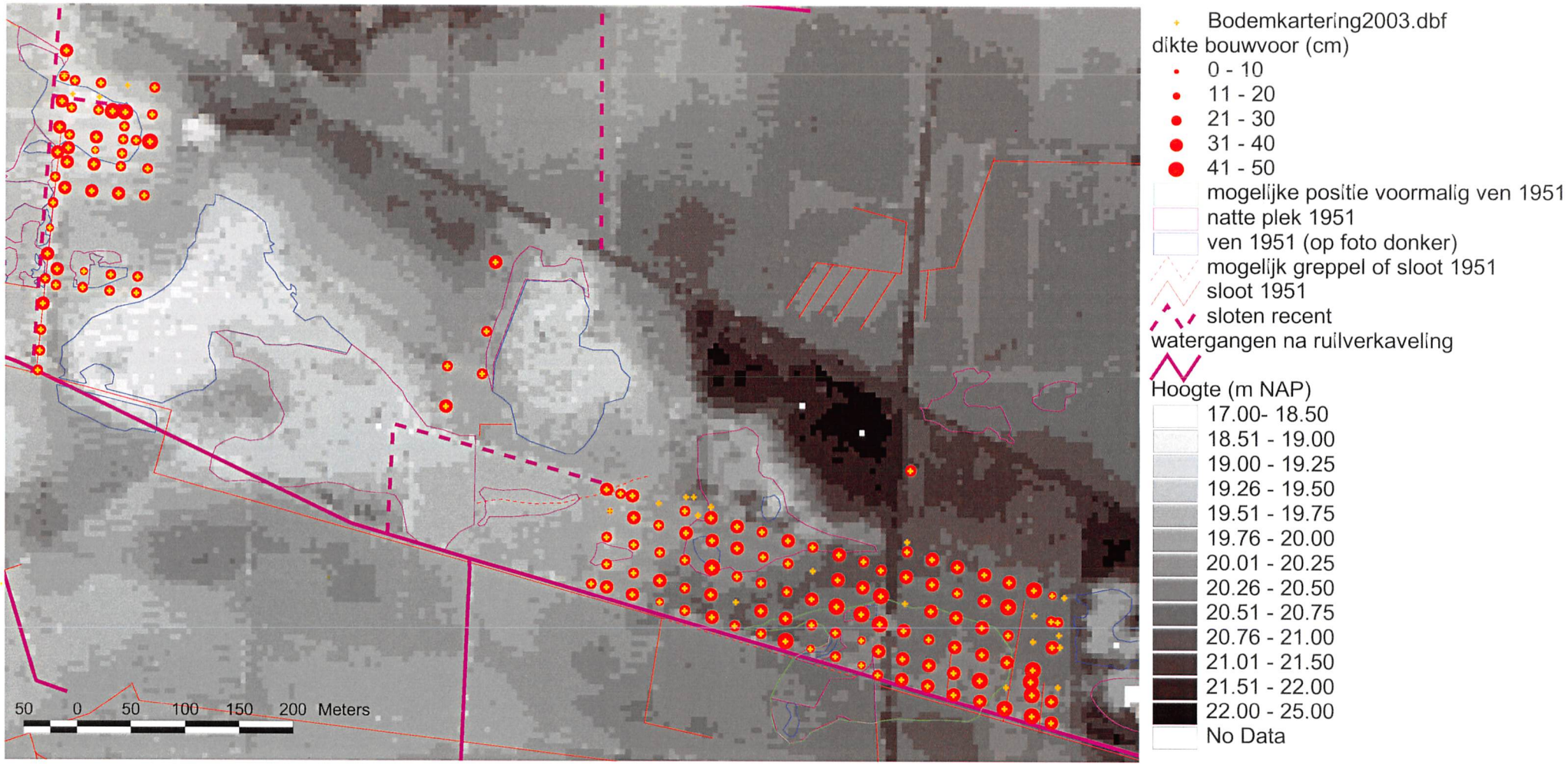
Bovenkant moerige laag



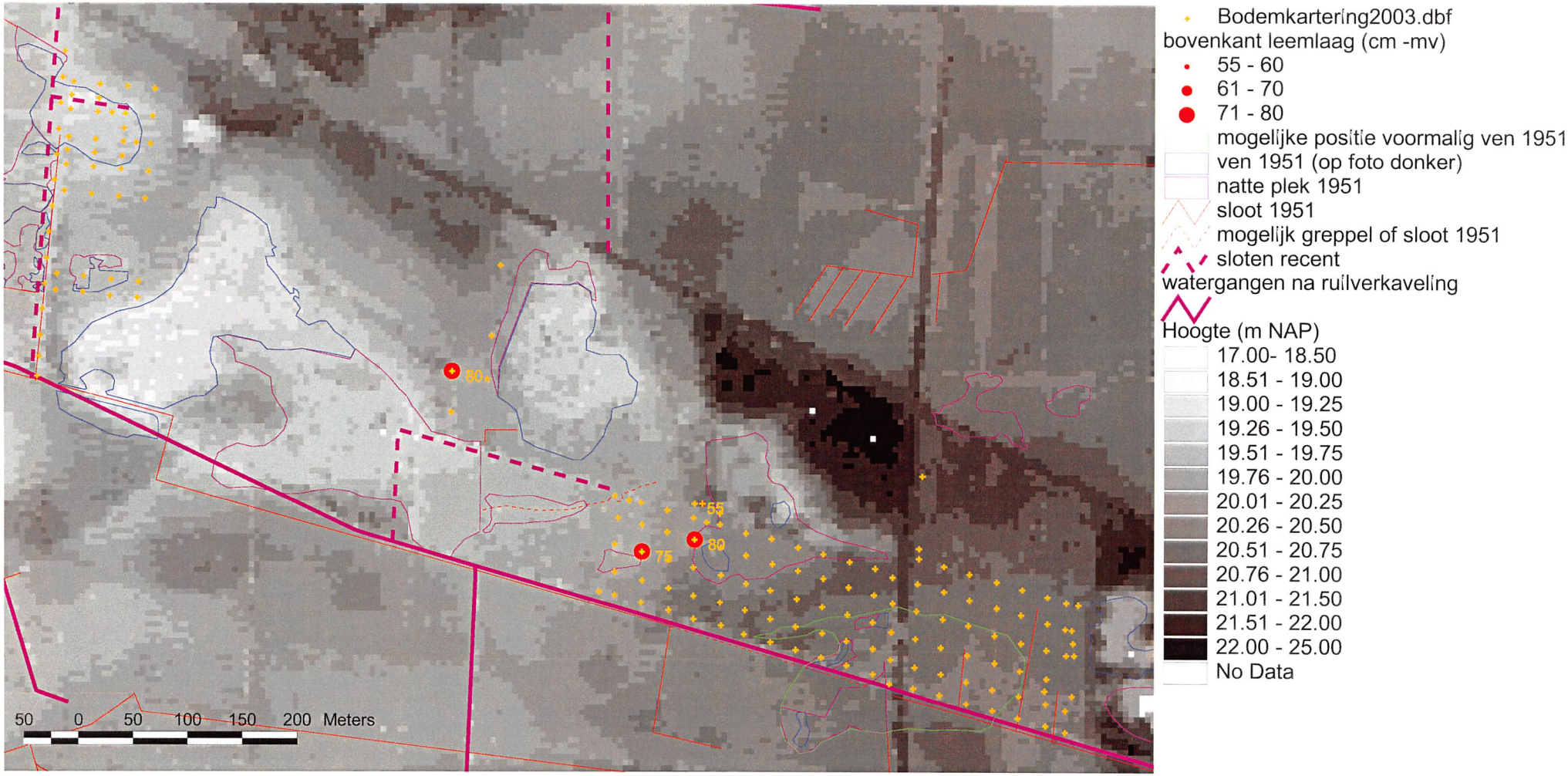
Diepte geroerde grond



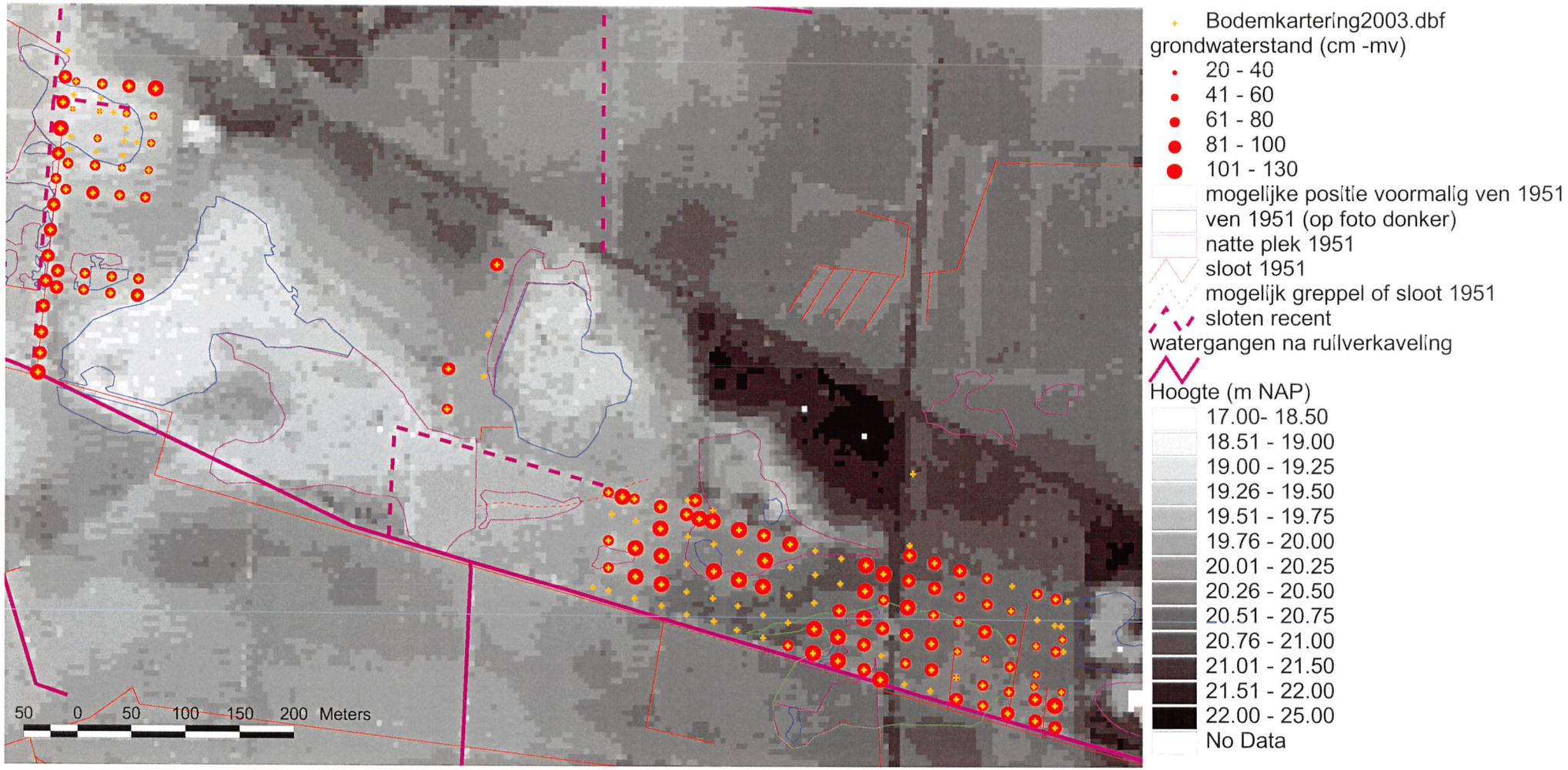
Dikte bouwvoor



Bovenkant leemlaag



Grondwaterstand



8 Bijlage: geohydrologische en hydrochemische doorsneden met Stuyfzandcodes

Waterstanden

	opp. water-peil	grond-water-stand	opp.w. peil en/of A-filter	B-filter
14/12/2002	>	–	– – –	- - - -
27-29/3/2003	>	–	– – – ·	- - - -
14-15/4/2003	>	–	– – – ·	- - - -

Codes a+b, a en b bij – – –
hebben betrekking op respectievelijk
a- en b-filter, a-filter en b-filter

↓ infiltratie (oppervlaktepeil is hoger dan grondwaterstand of grondwatrerstand A-filter is hoger dan grondwaterstand B-filter

▌ filter peilbuis

← stroming oppervlaktewater

Textuur

fijn (zwak lemig) zand

grof zand

sterk humeus/ moerig

v v v met veenresten

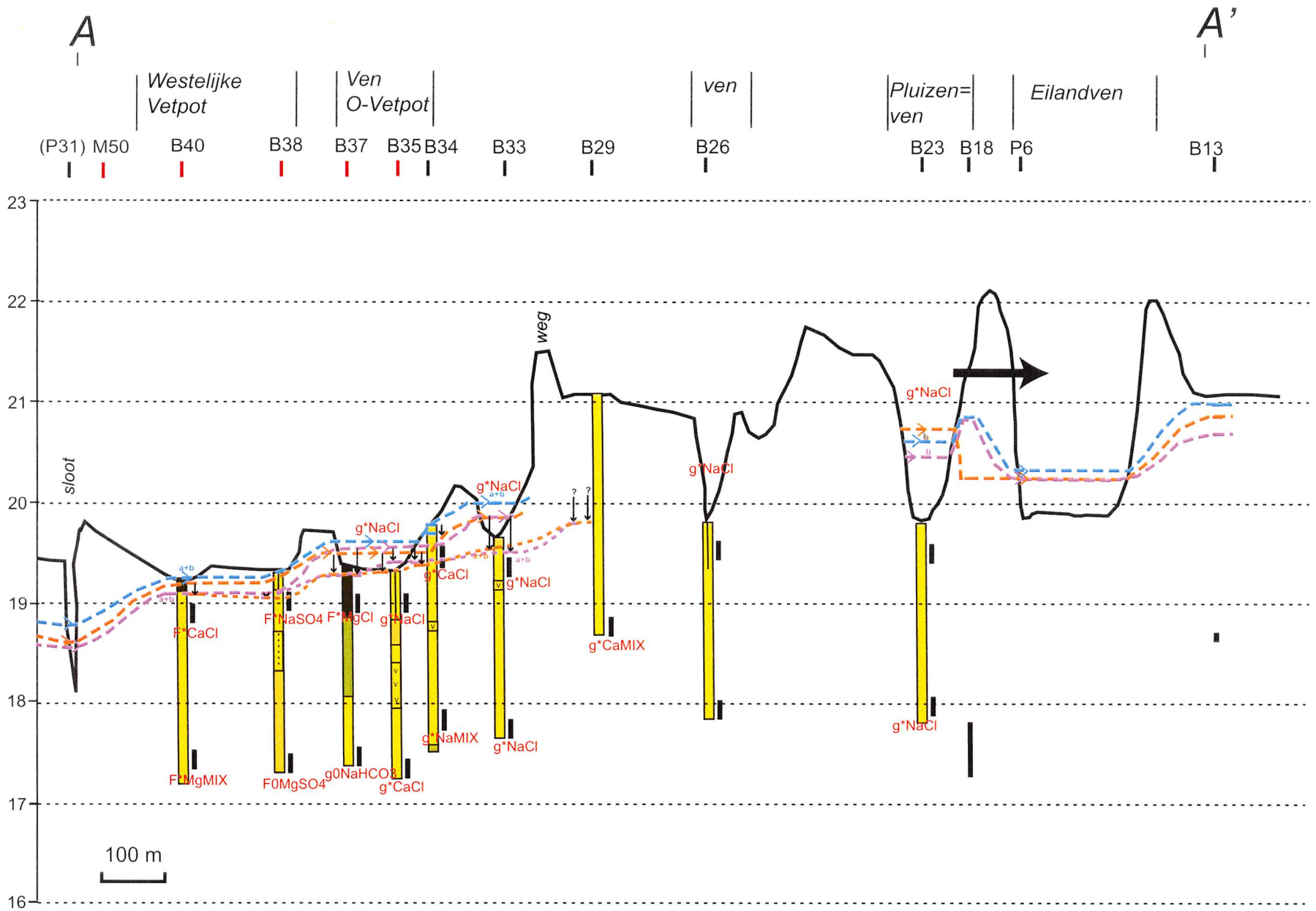
lemig zand

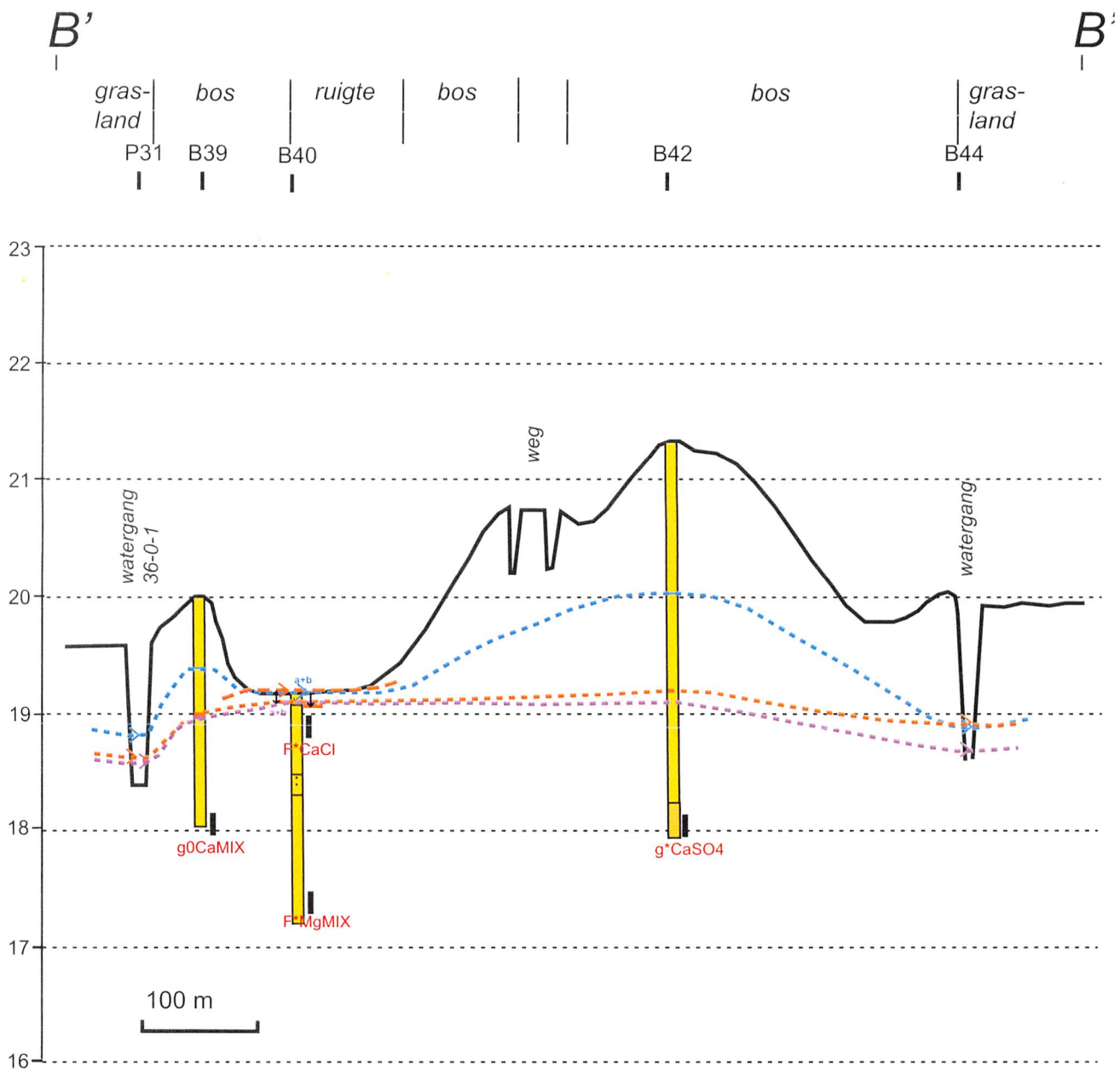
zandige leem

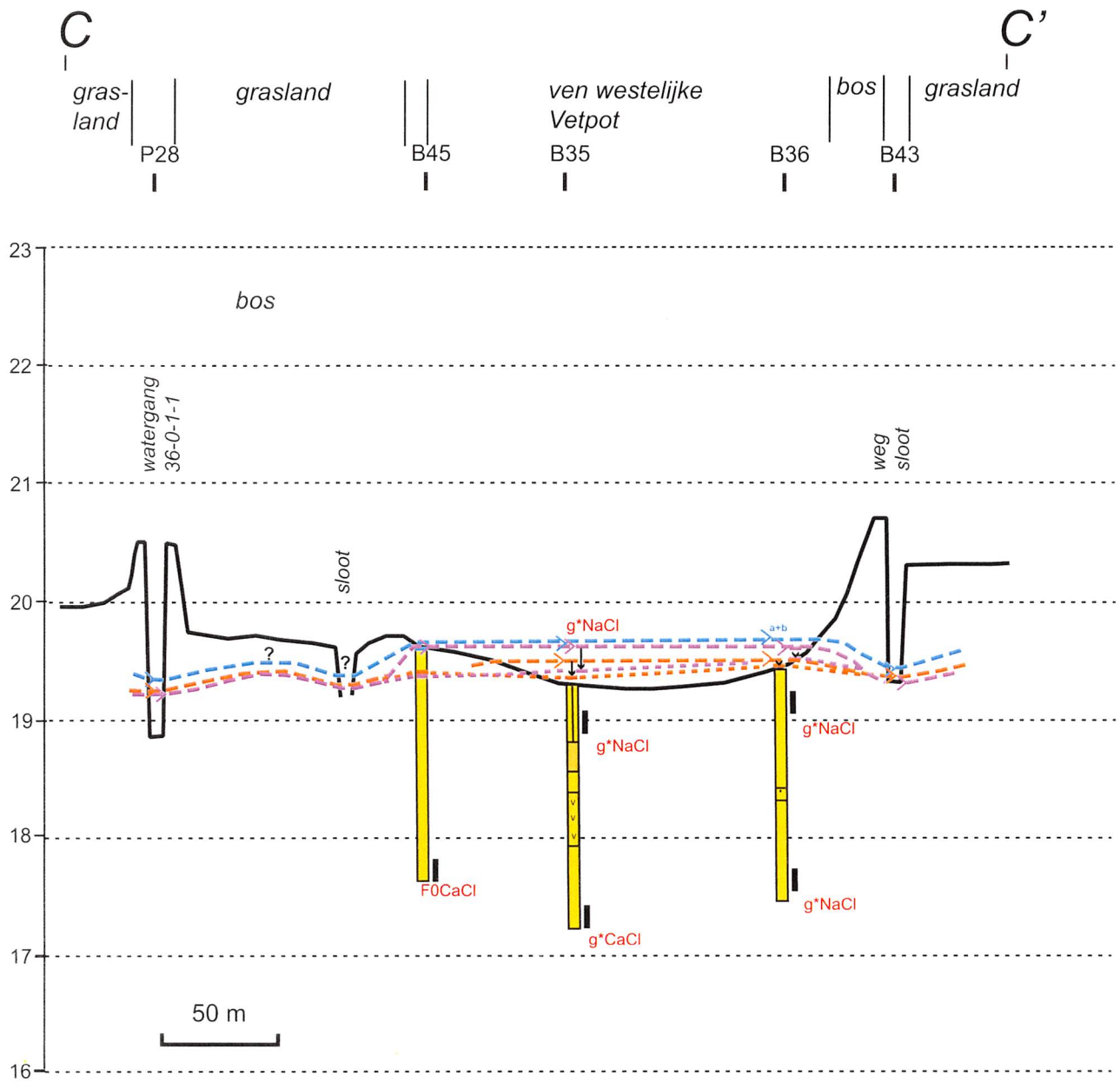
Hydrochemie

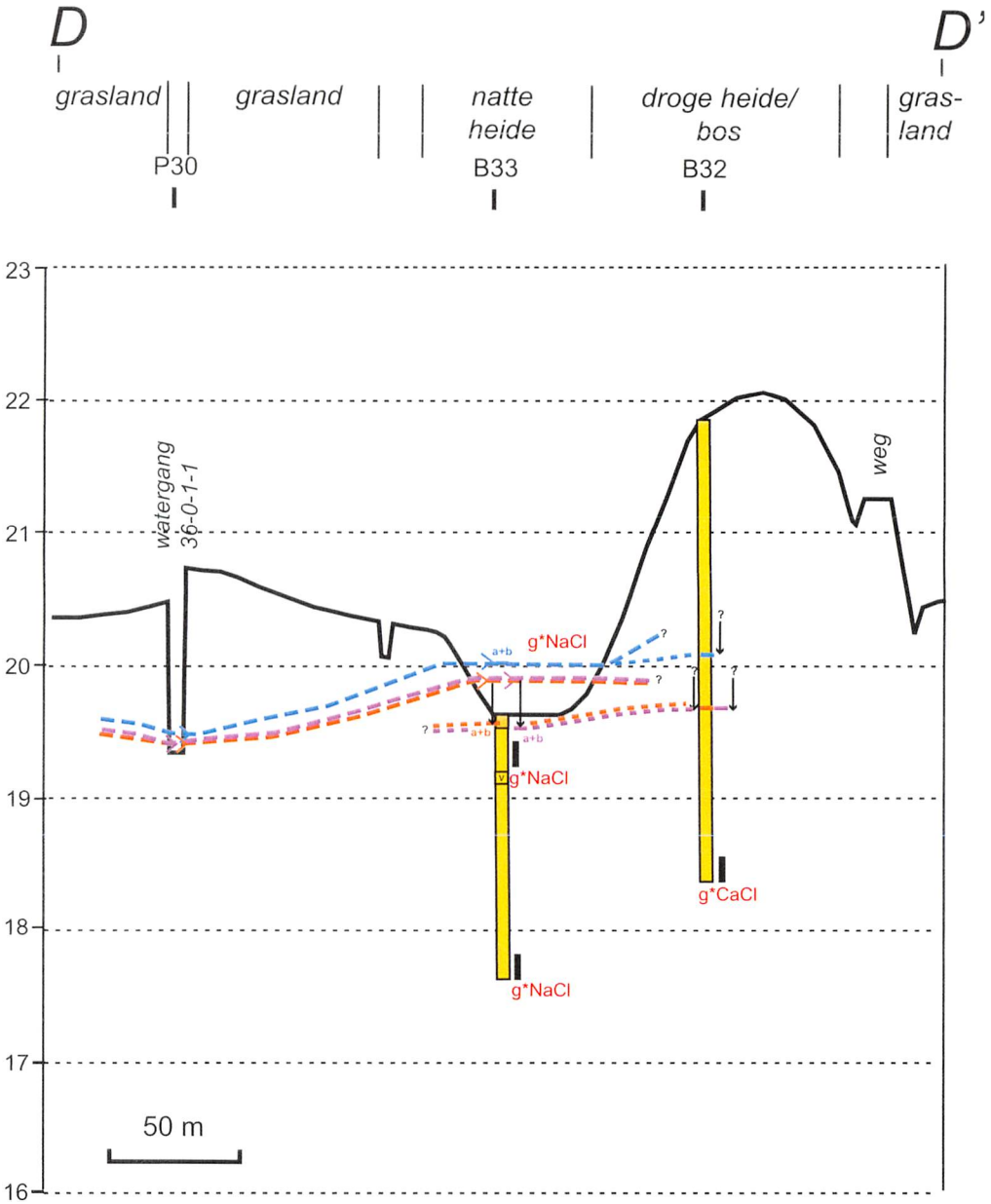
┌ Stuyfzandtype
▌g3CaHCO3
└ peilbuisfilter

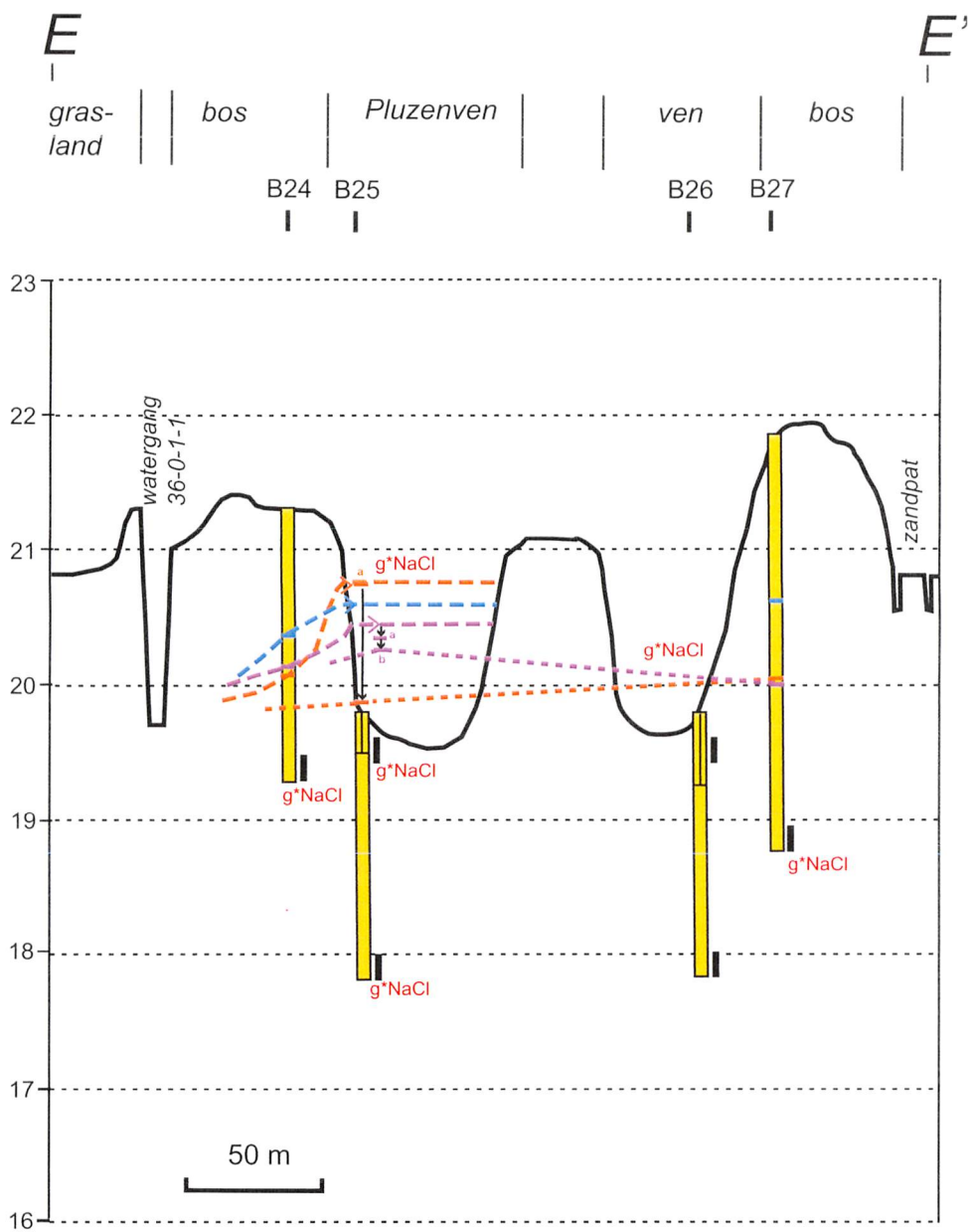
Stuyfzandcode boven ven of sloot betreft oppervlaktewater

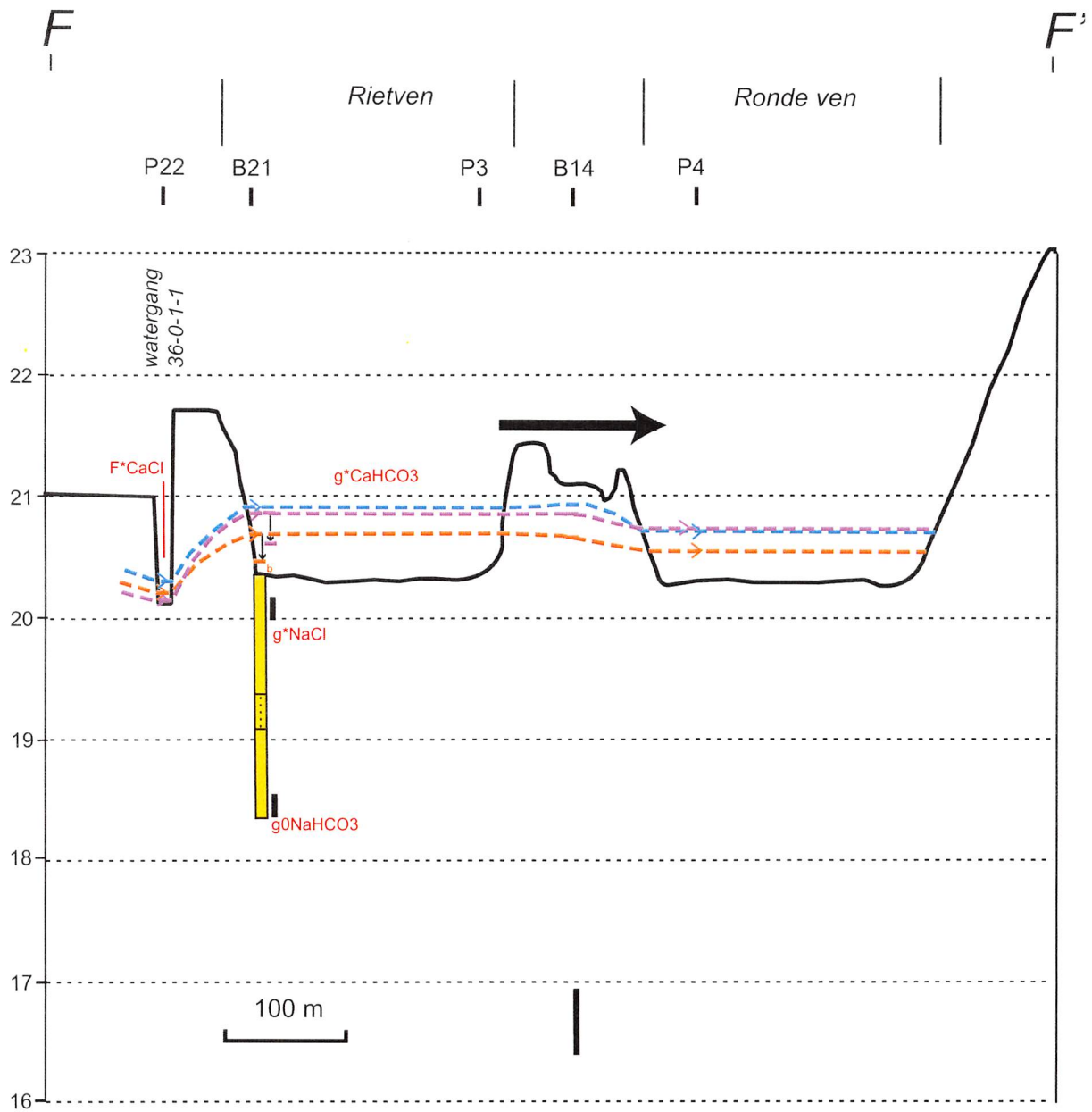

A
A'
Westelijke Vetpot
Ven O-Vetpot
ven
Pluizen=ven
Eilandven
(P31) M50
B40
B38
B37
B35
B34
B33
B29
B26
B23
B18
P6
B13
23
22
21
20
19
18
17
16
sloot
weg
g*NaCl
F*CaCl
F*NaSO4
F*MgCl
g*NaCl
g*CaCl
g*NaCl
g*CaMIX
g*NaCl
g*NaCl
F*MgMIX
F0MgSO4
g0NaHCO3
g*CaCl
g*NaMIX
g*NaCl
g*NaCl
100 m


B'
B'
gras-
land
bos
ruigte
bos
bos
gras-
land
P31
B39
B40
B42
B44
23
22
21
20
19
18
17
16
weg
watergang
36-0-1
watergang
a+b
a+b
F*CaCl
g0CaMIX
g*CaSO4
F*MgMIX
100 m

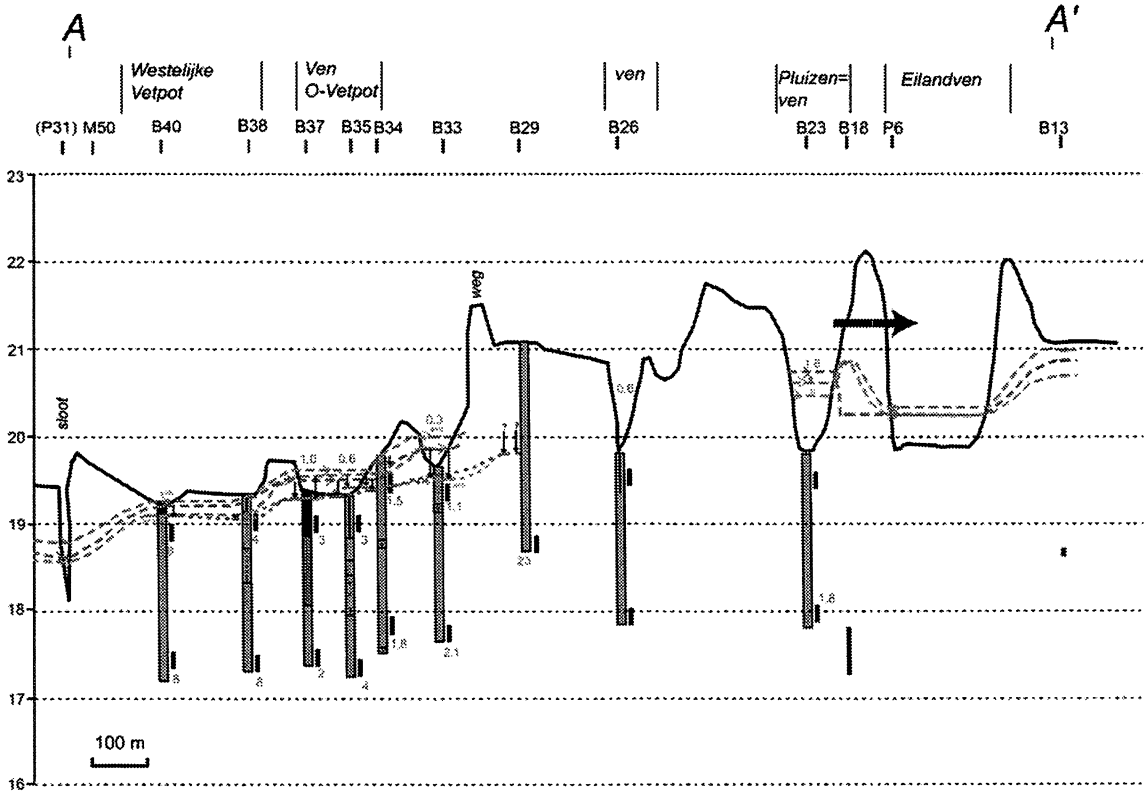

C
C'
gras-
land
grasland
ven westelijke
Vetpot
bos
grasland
P28
B45
B35
B36
B43
23
22
21
20
19
18
17
16
bos
watergang
36-0-1-1
sloot
weg
sloot
?
?
g*NaCl
a+b
g*NaCl
g*NaCl
F0CaCl
g*CaCl
g*NaCl
50 m


D
D'
grasland
grasland
natte heide
droge heide/ bos
gras-land
P30
B33
B32
23
22
21
20
19
18
17
16
watergang 36-0-1-1
weg
g*NaCl
g*NaCl
g*NaCl
g*CaCl
50 m

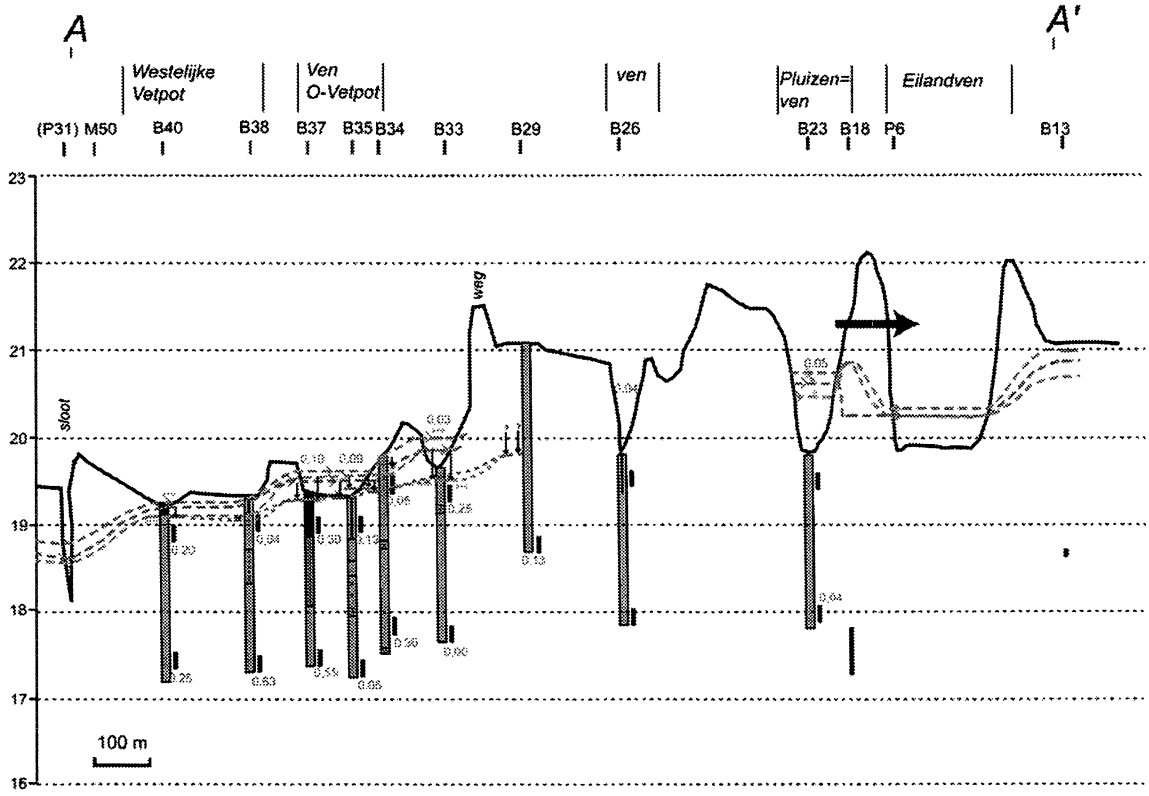

E
E'
gras-land
bos
Pluzenven
ven
bos
B24
B25
B26
B27
23
22
21
20
19
18
17
16
watergang 36-0-1-1
zandpat
g*NaCl
g*NaCl
g*NaCl
g*NaCl
g*NaCl
g*NaCl
50 m


F
F'
Rietven
Ronde ven
P22
B21
P3
B14
P4
23
22
21
20
19
18
17
16
watergang
36-0-1-1
F*CaCl
g*CaHCO3
g*NaCl
g0NaHCO3
100 m

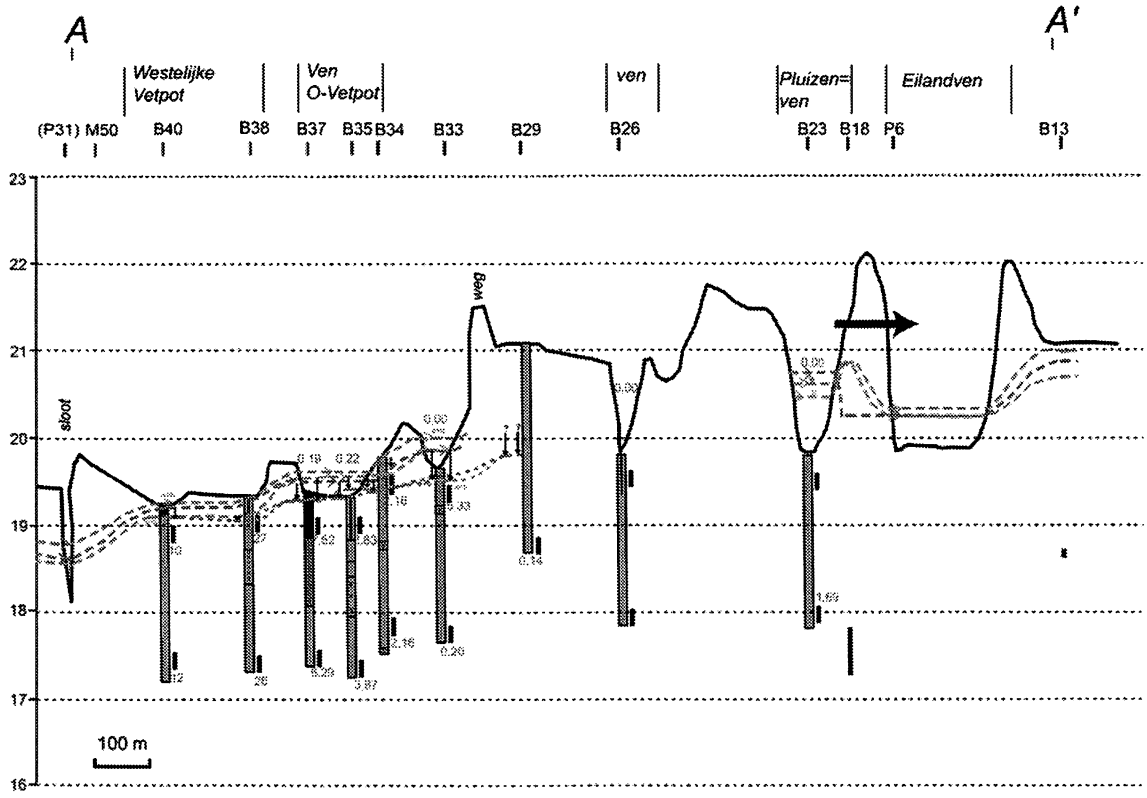
9 Bijlage: hydochemische doorsneden met ionwaarden



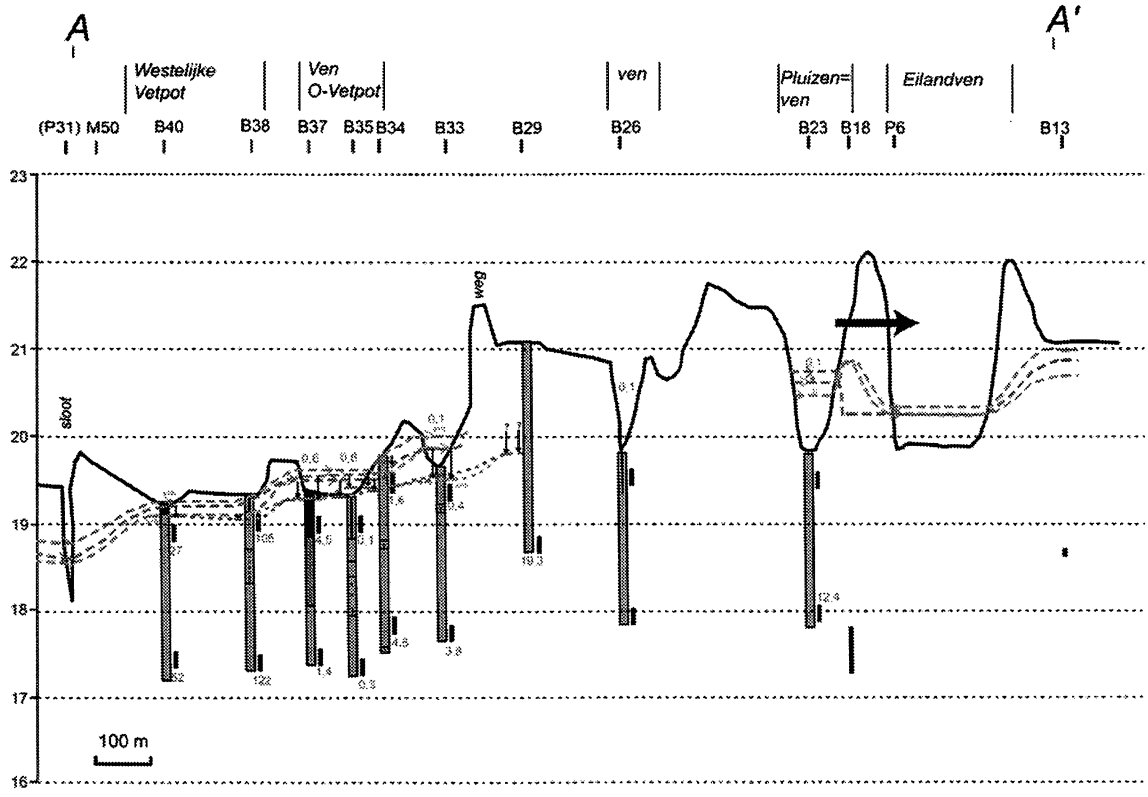
Ca (mg/l)



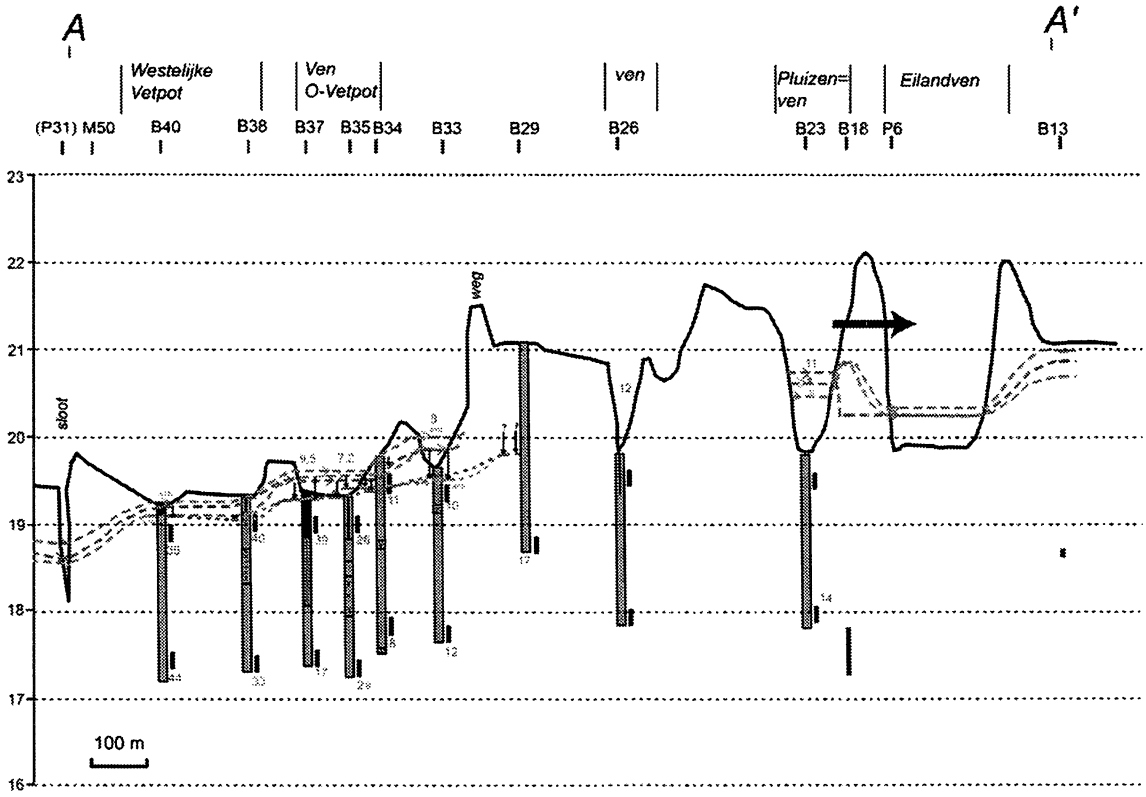
HCO3 (mmol/l)



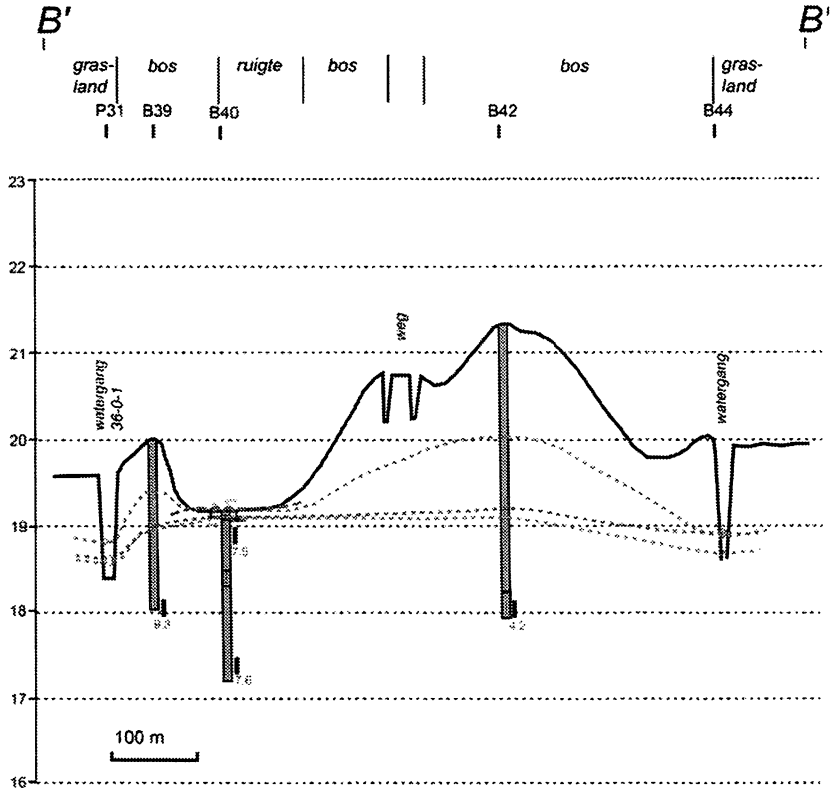
Fe (mg/l)



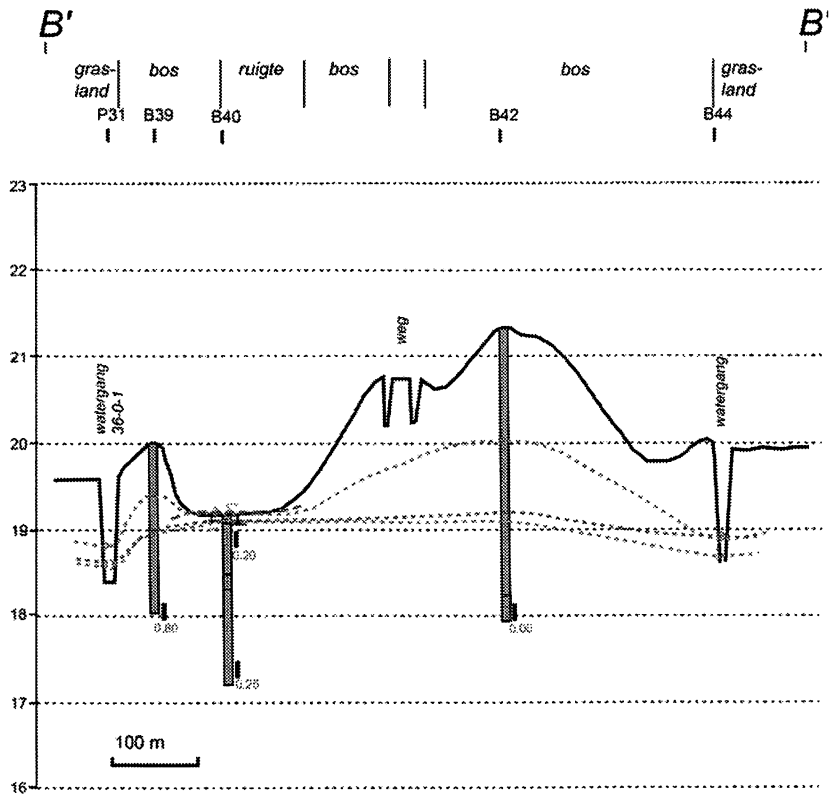
SO4 (mg/l)


A
A'
Westelijke Vetpot
Ven O-Vetpot
ven
Pluizen-ven
Eilandven
(P31) M50
B40
B38
B37
B35
B34
B33
B29
B26
B23
B18
P6
B13
sloot
Beek
100 m

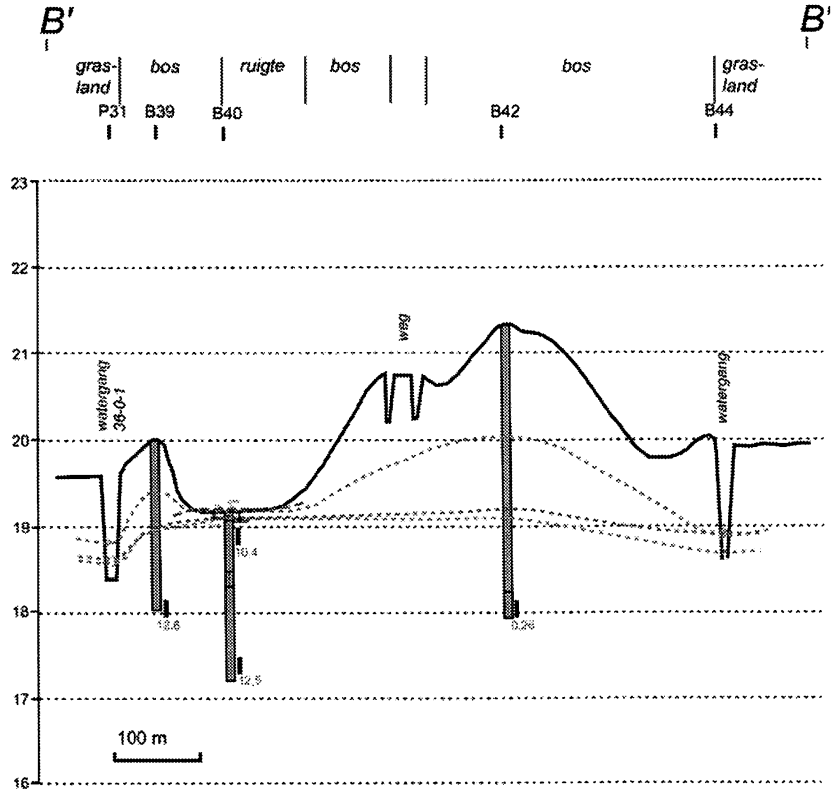
Cl (mg/l)


B'
B'
gras-land
bos
ruigte
bos
bos
gras-land
P31
B39
B40
B42
B44
watergang 36-0-1
Beek
watergang
100 m

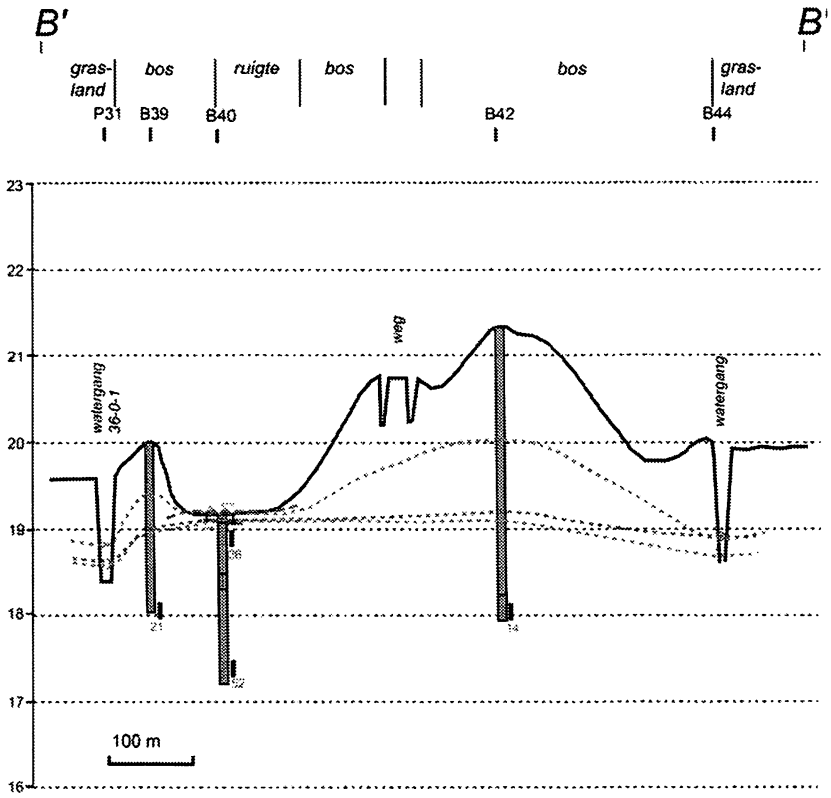
Ca (mg/l)



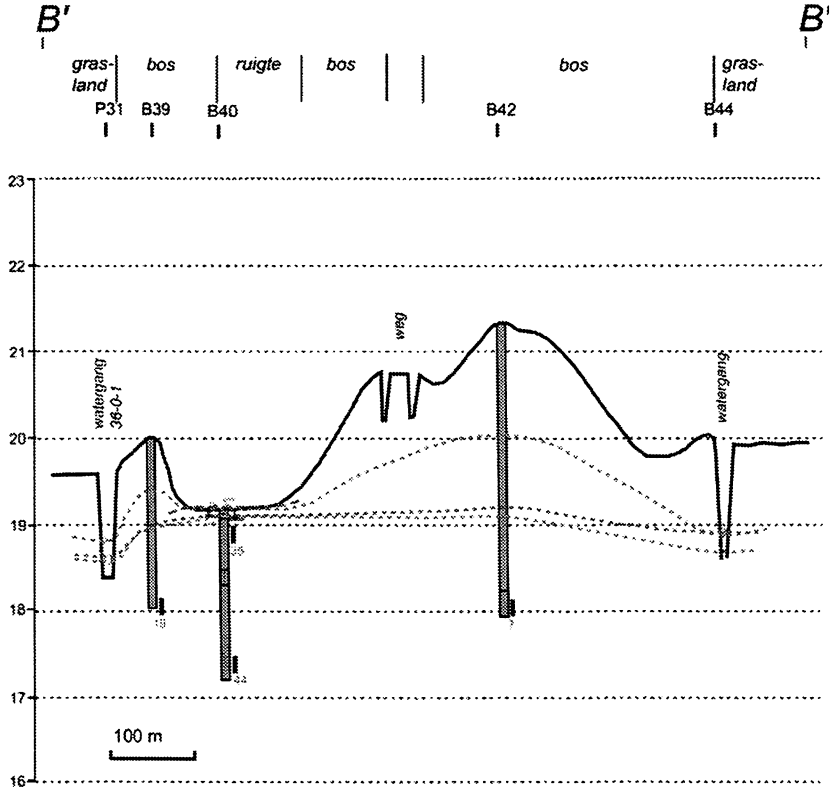
HCO3(mmol/l)



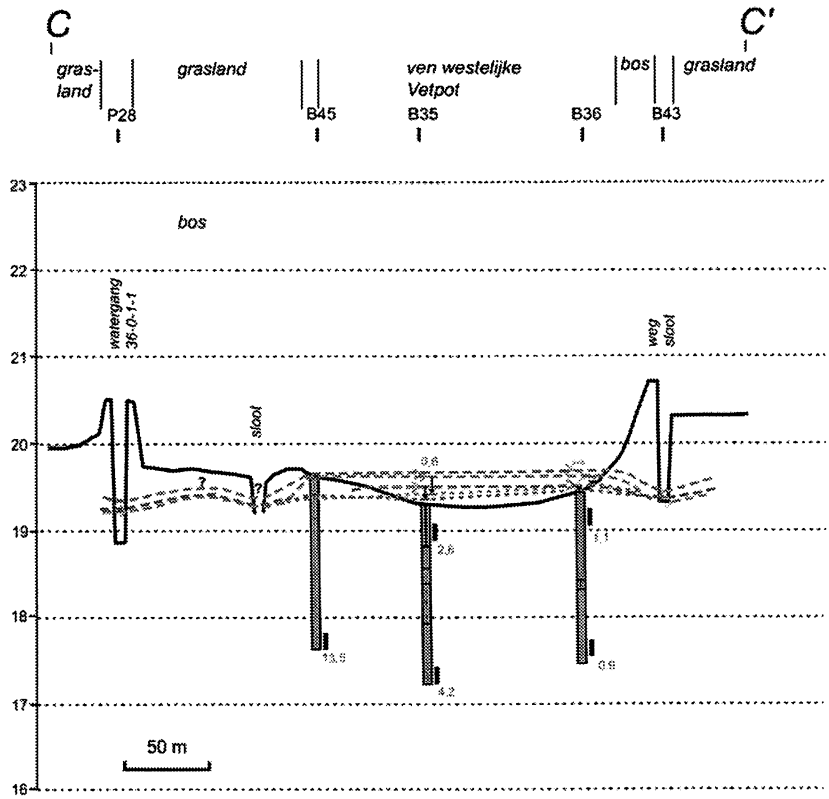
Fe (mg/l)



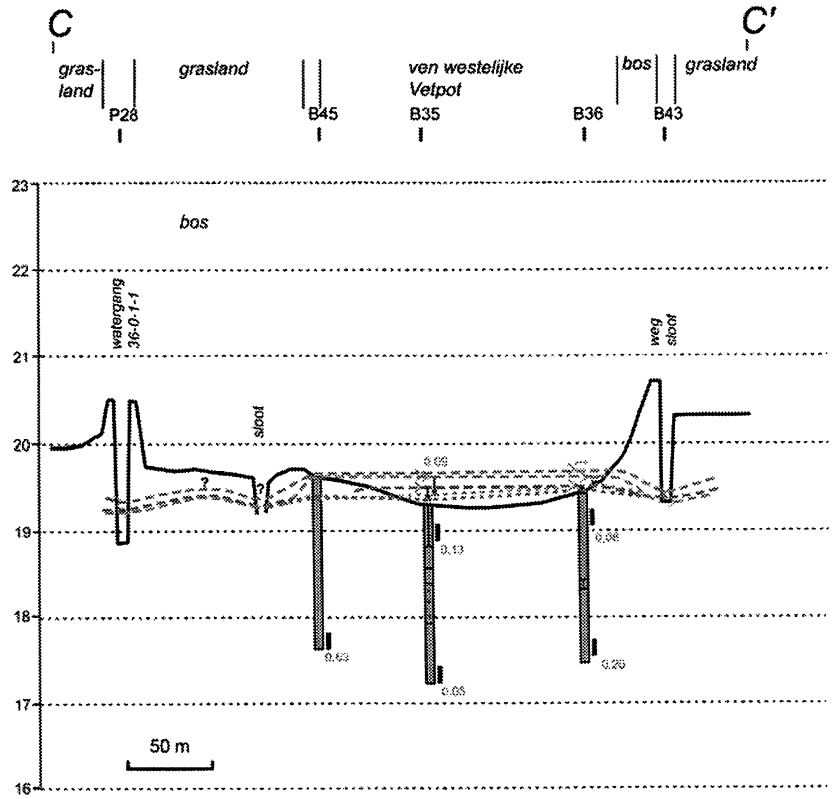
SO4 (mg/l)



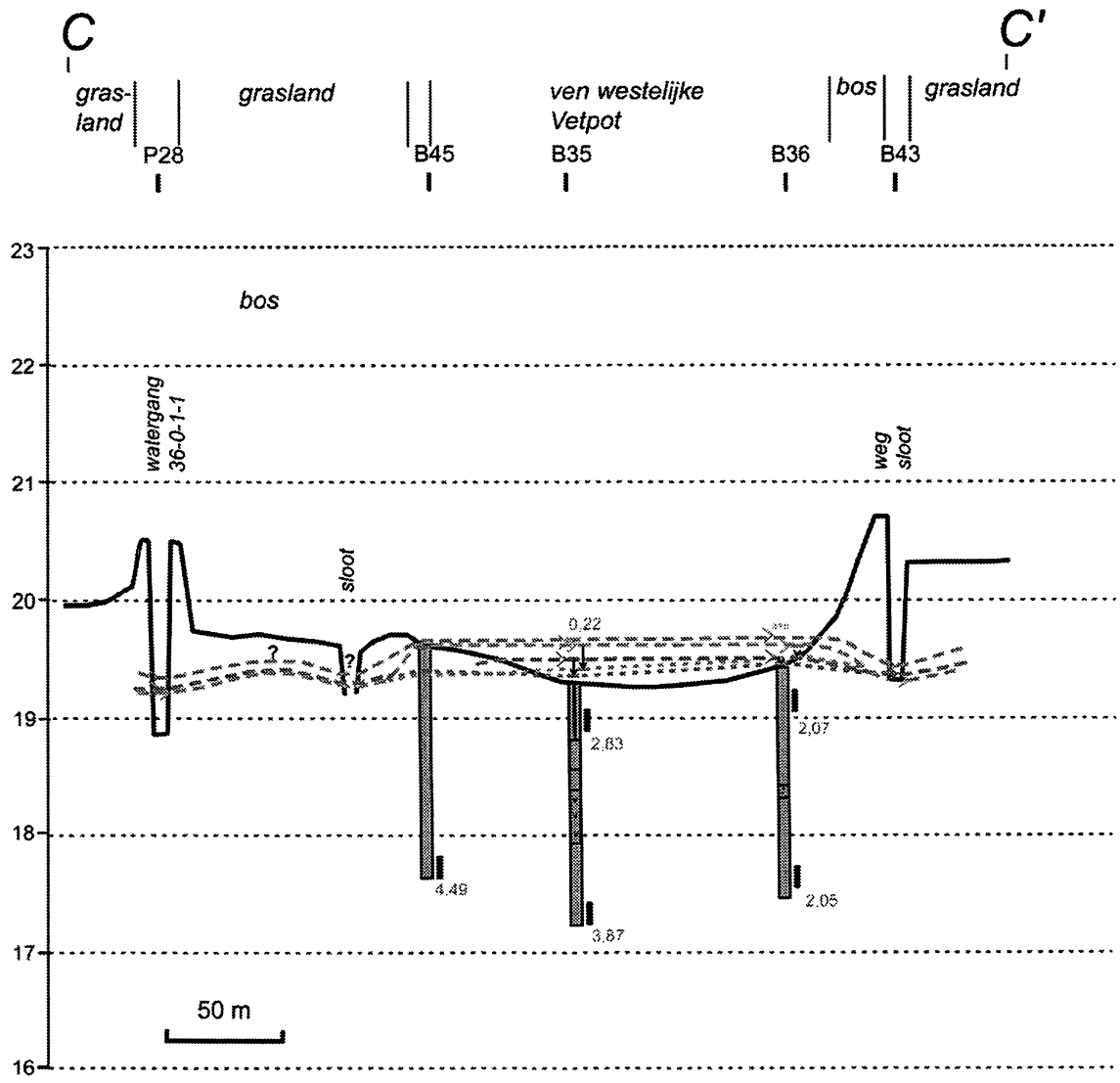
Cl (mg/l)



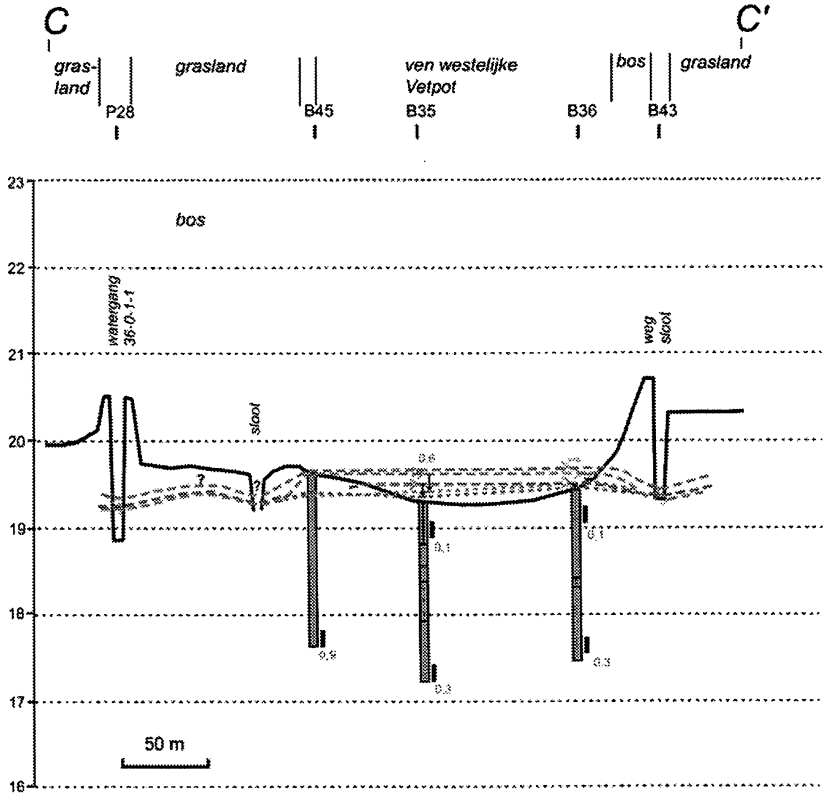
Ca (mg/l)



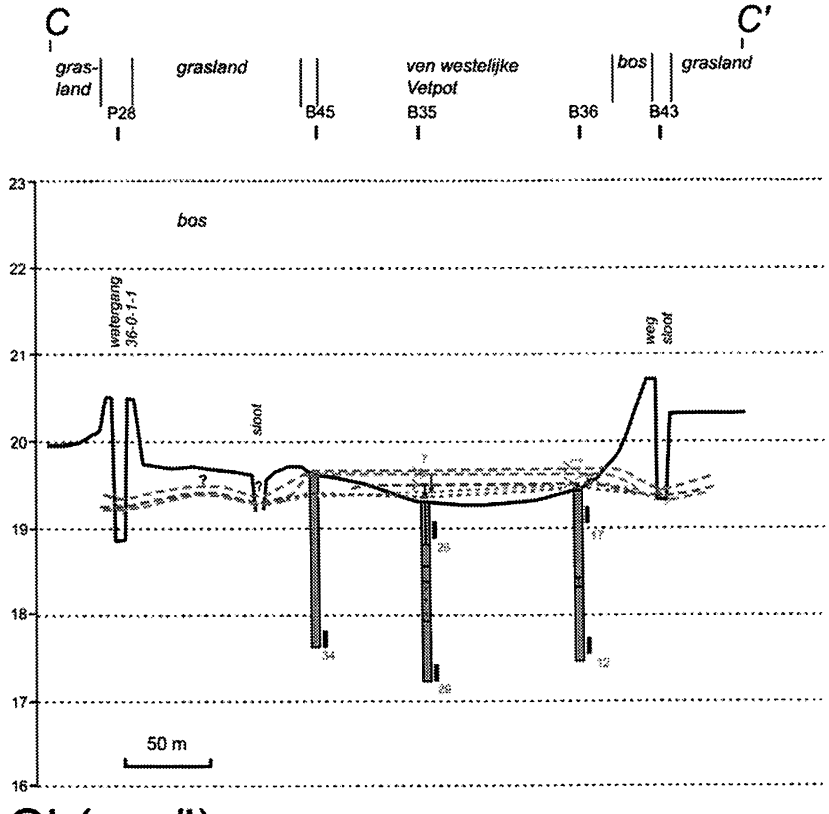
HCO3 (mmol/l)


C
C'
gras-
land
grasland
ven westelijke
Vetpot
bos
grasland
P28
B45
B35
B36
B43
23
22
21
20
19
18
17
16
bos
watergang
36-0-1-1
sloot
weg
sloot
0,22
2,63
2,07
4,49
3,87
2,05
50 m

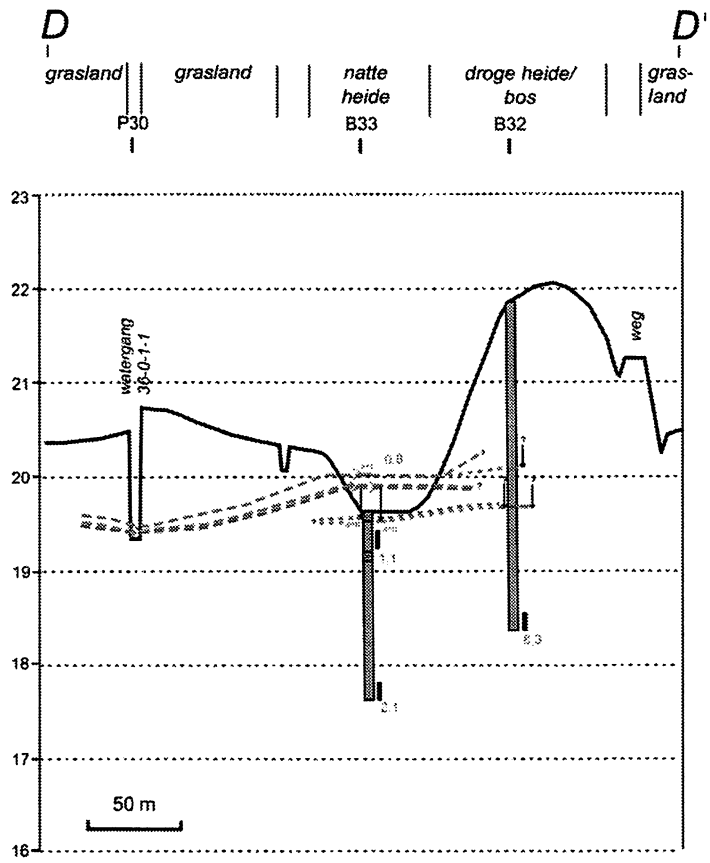
Fe (mg/l)



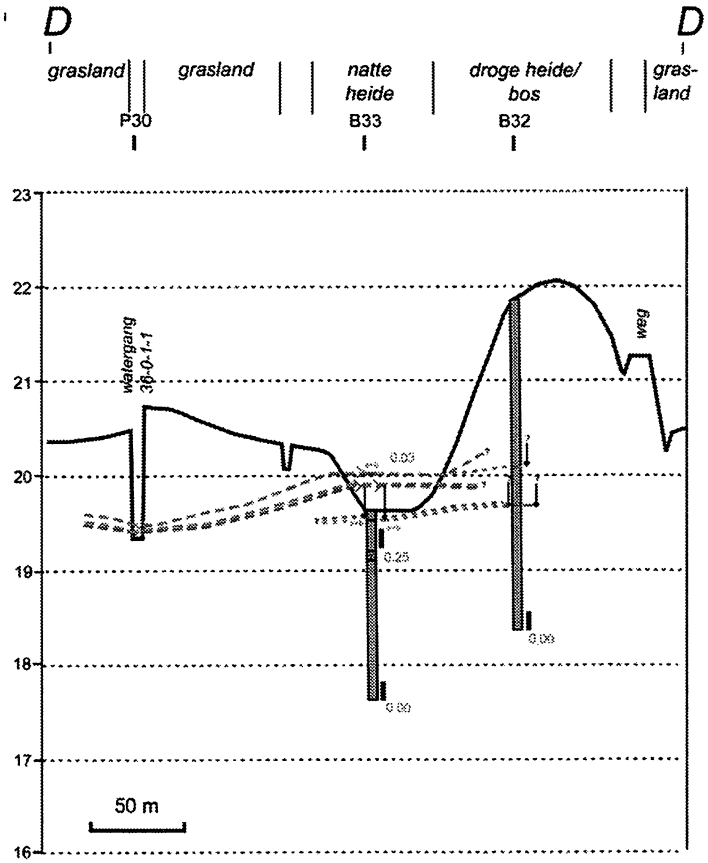
SO4 (mg/l)



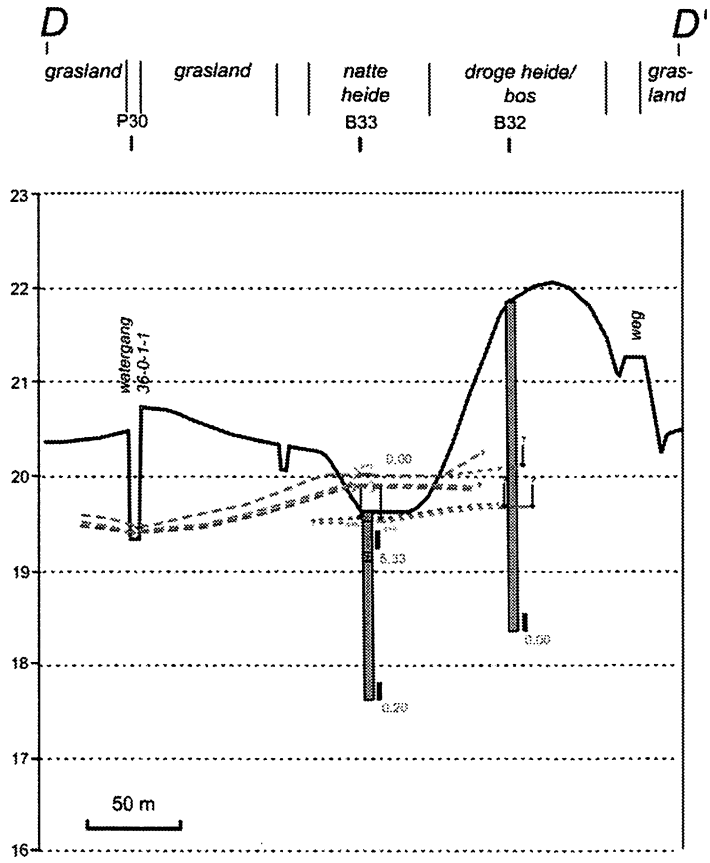
Cl (mg/l)



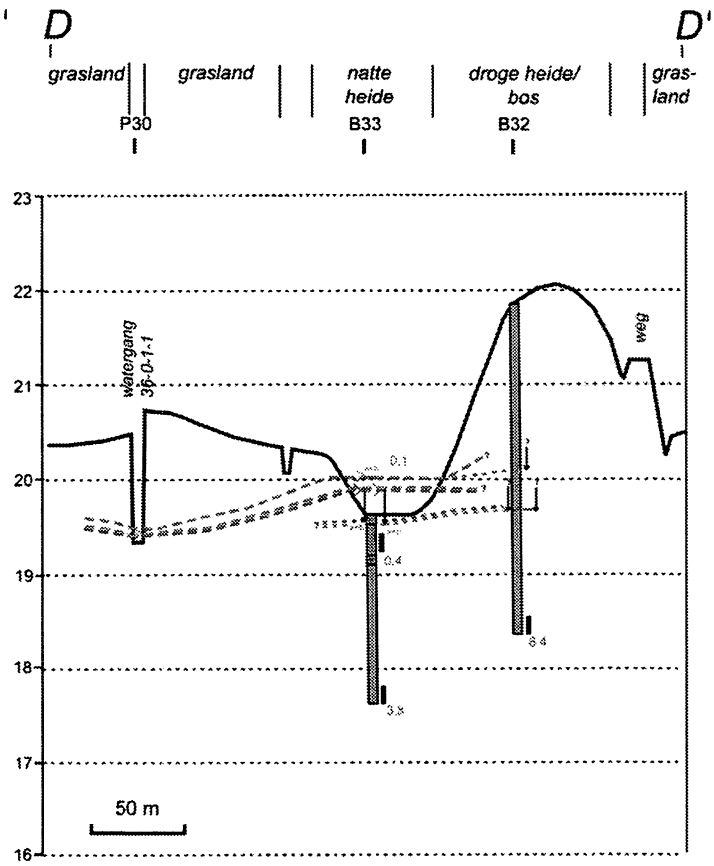
Ca (mg/l)



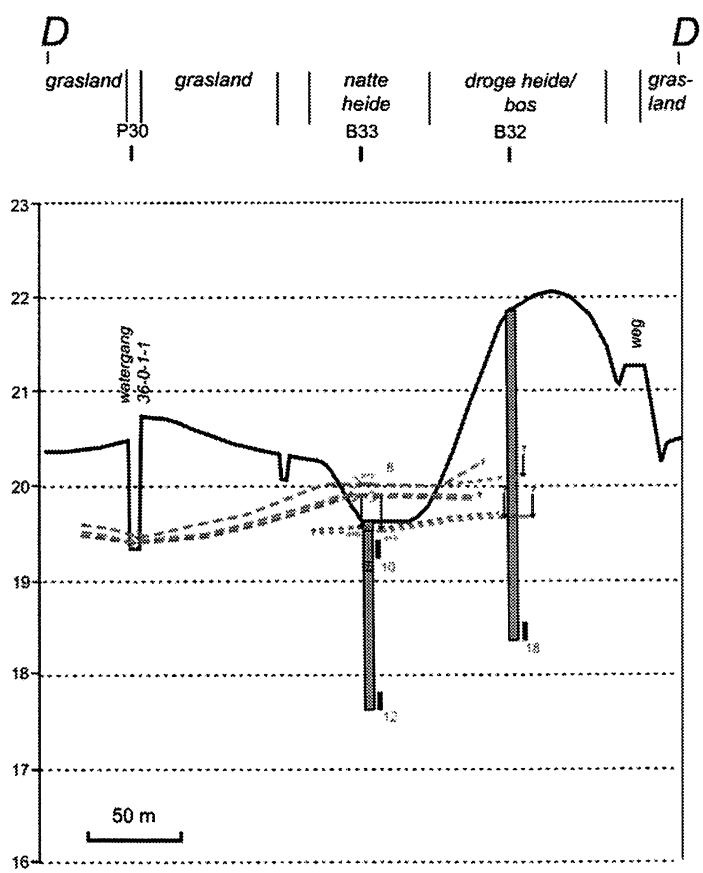
HCO3 (mmol/l)



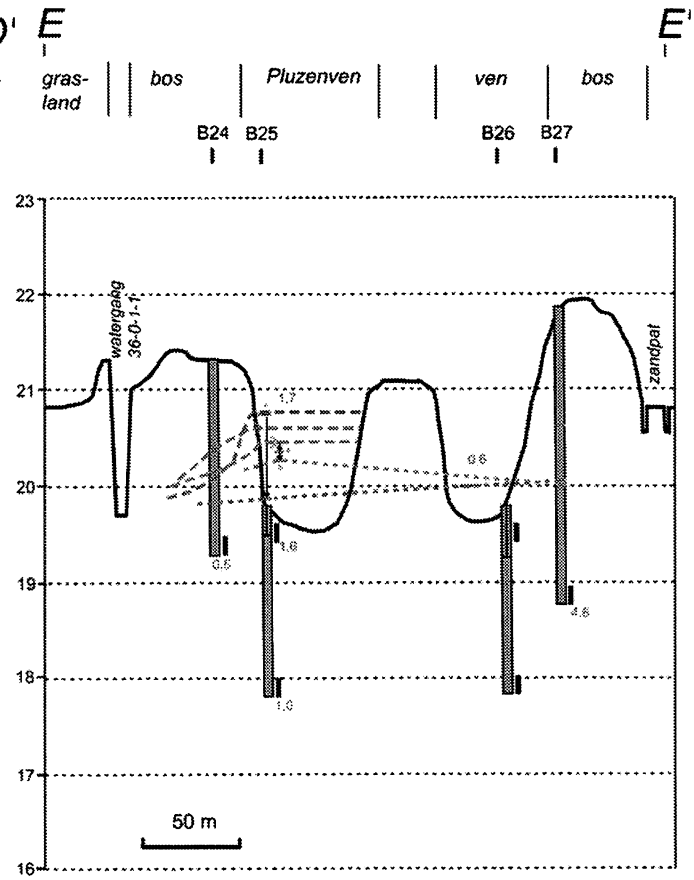
Fe (mg/l)



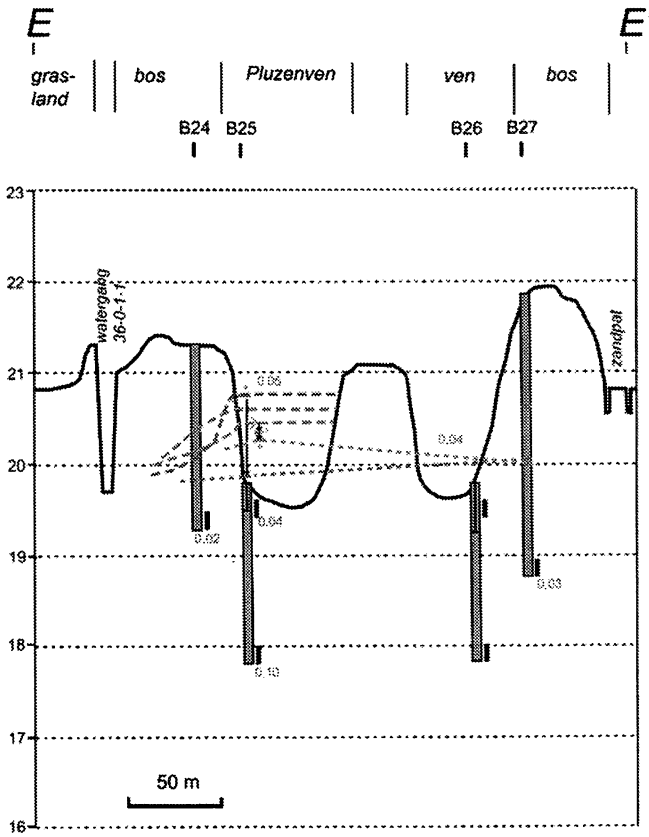
SO4 (mg/l)



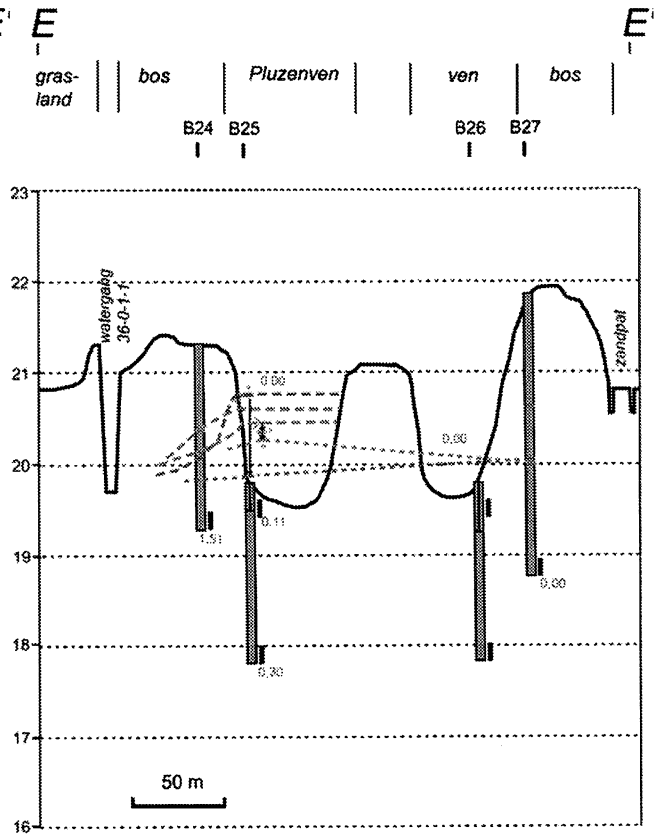
Cl (mg/l)



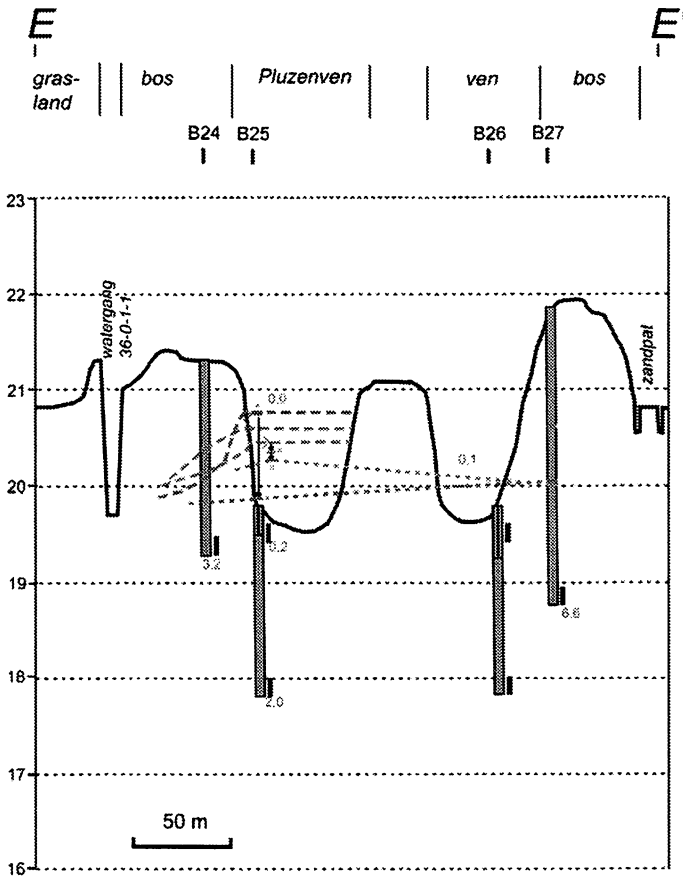
Ca (mg/l)



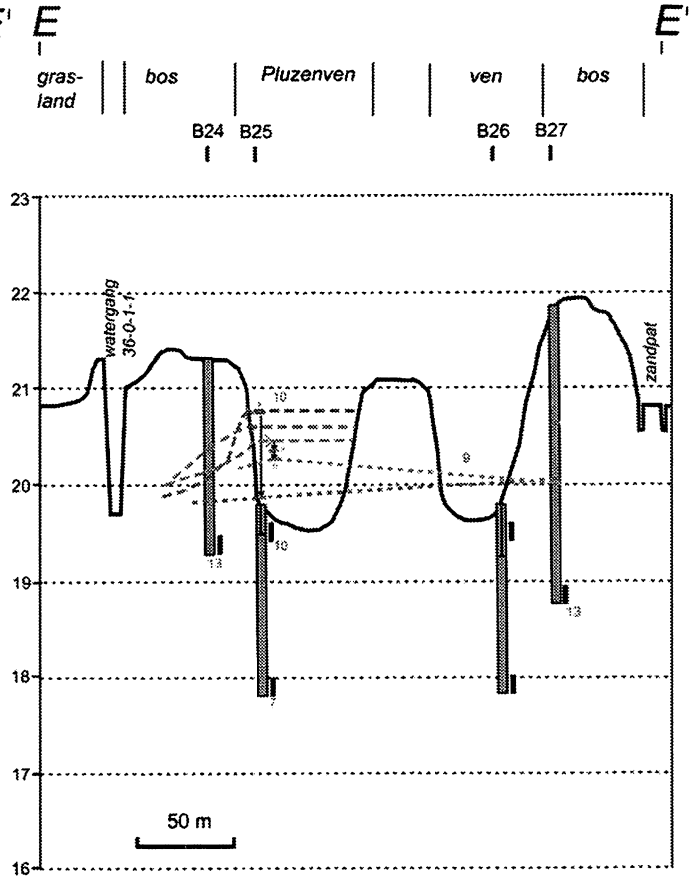
HCO3 (mmol/l)



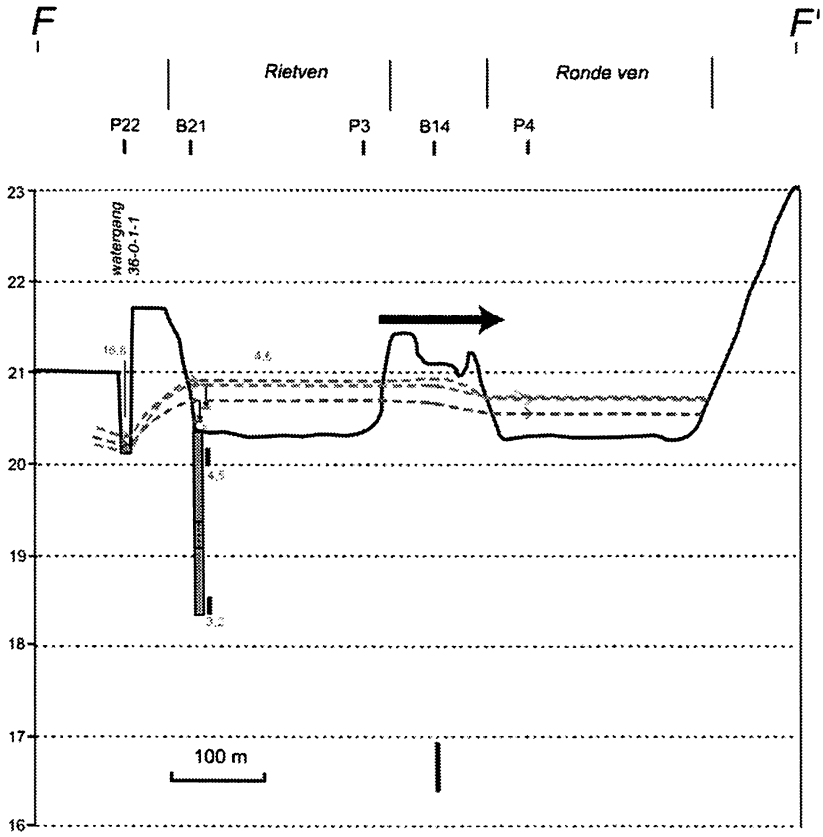
Fe (mg/l)



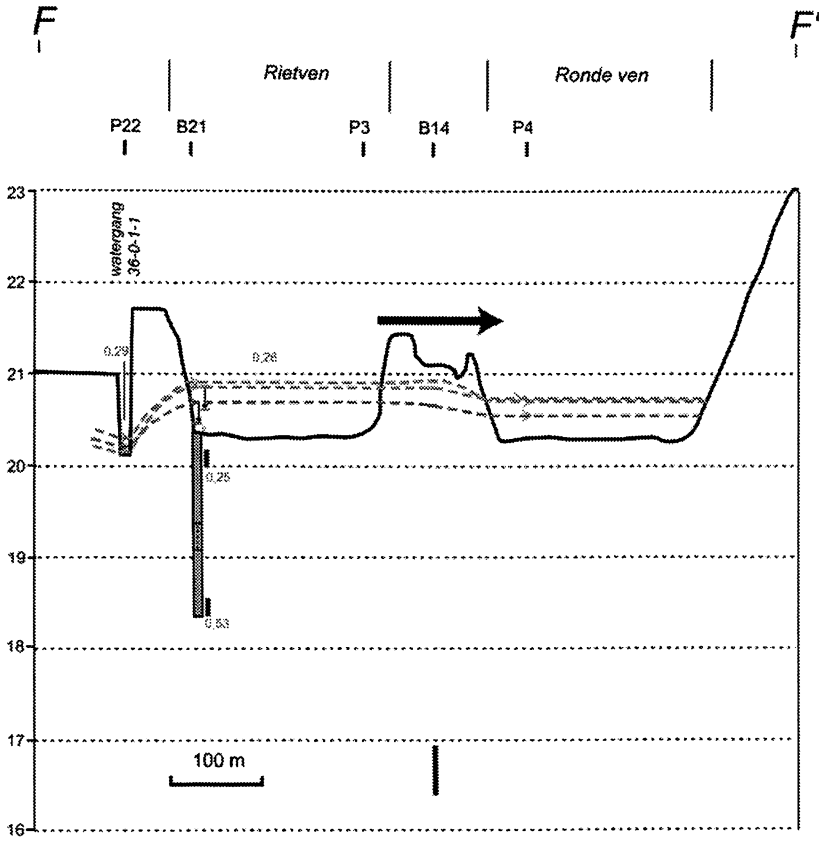
SO4 (mg/l)



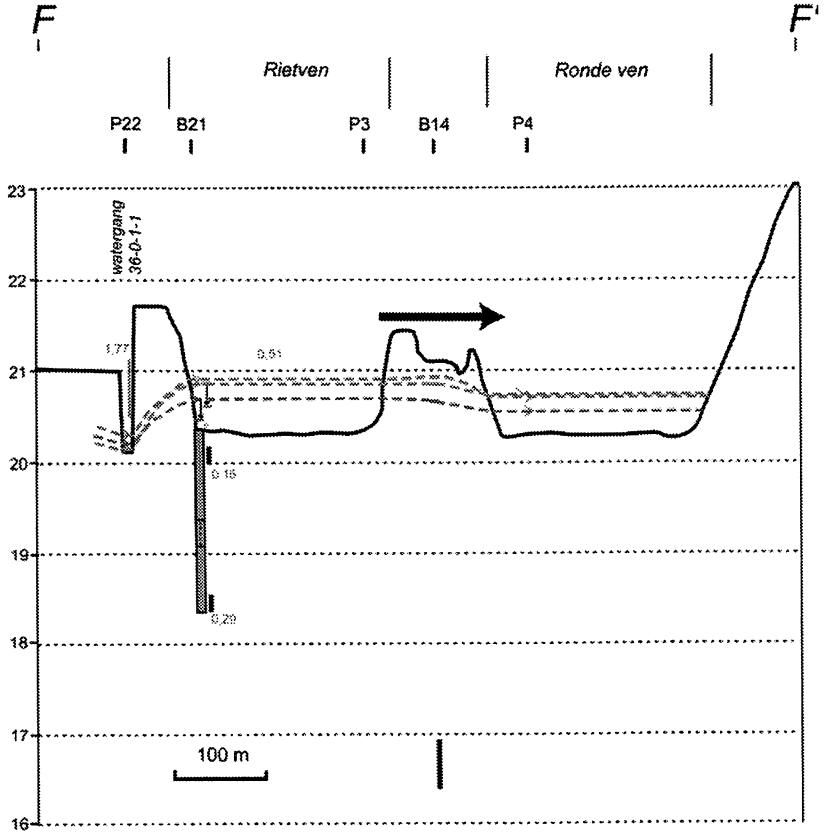
Cl (mg/l)



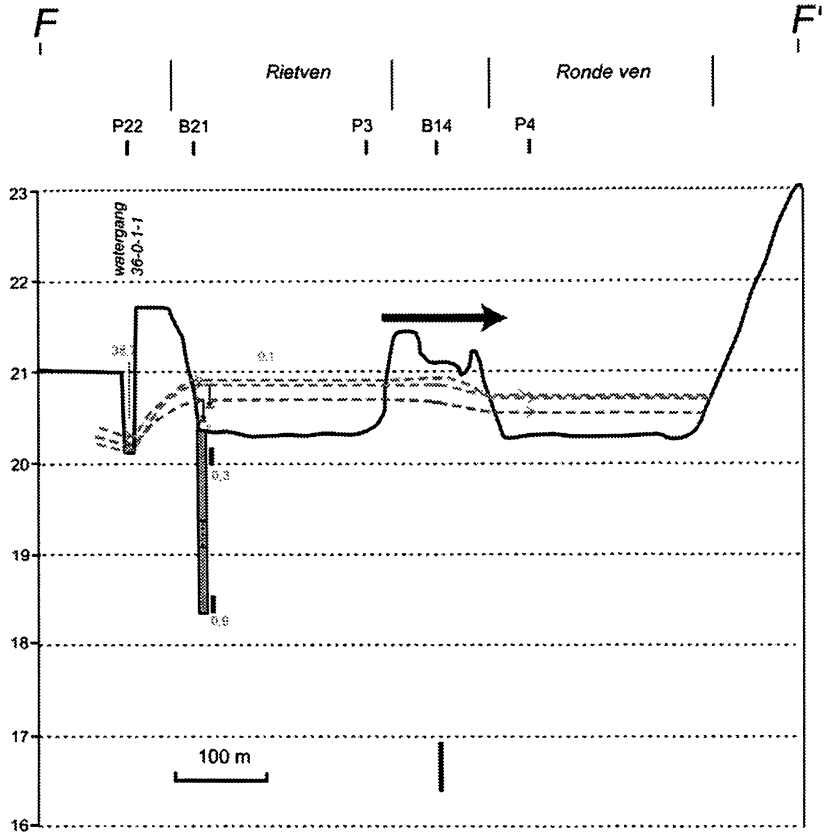
Ca (mg/l)



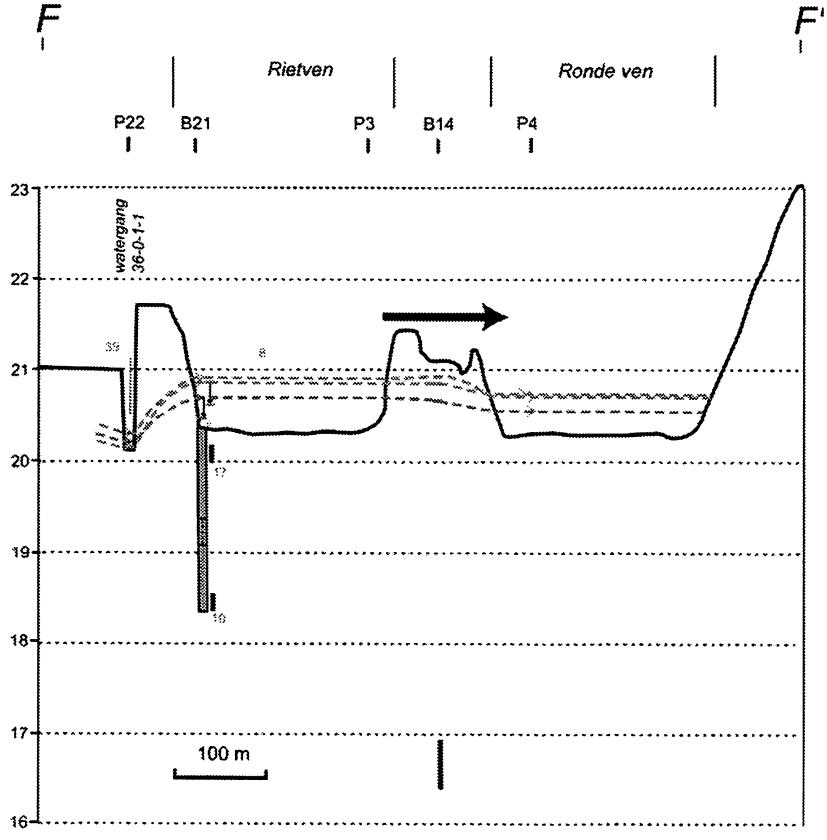
HCO3 (mmol/l)



Fe (mg/l)

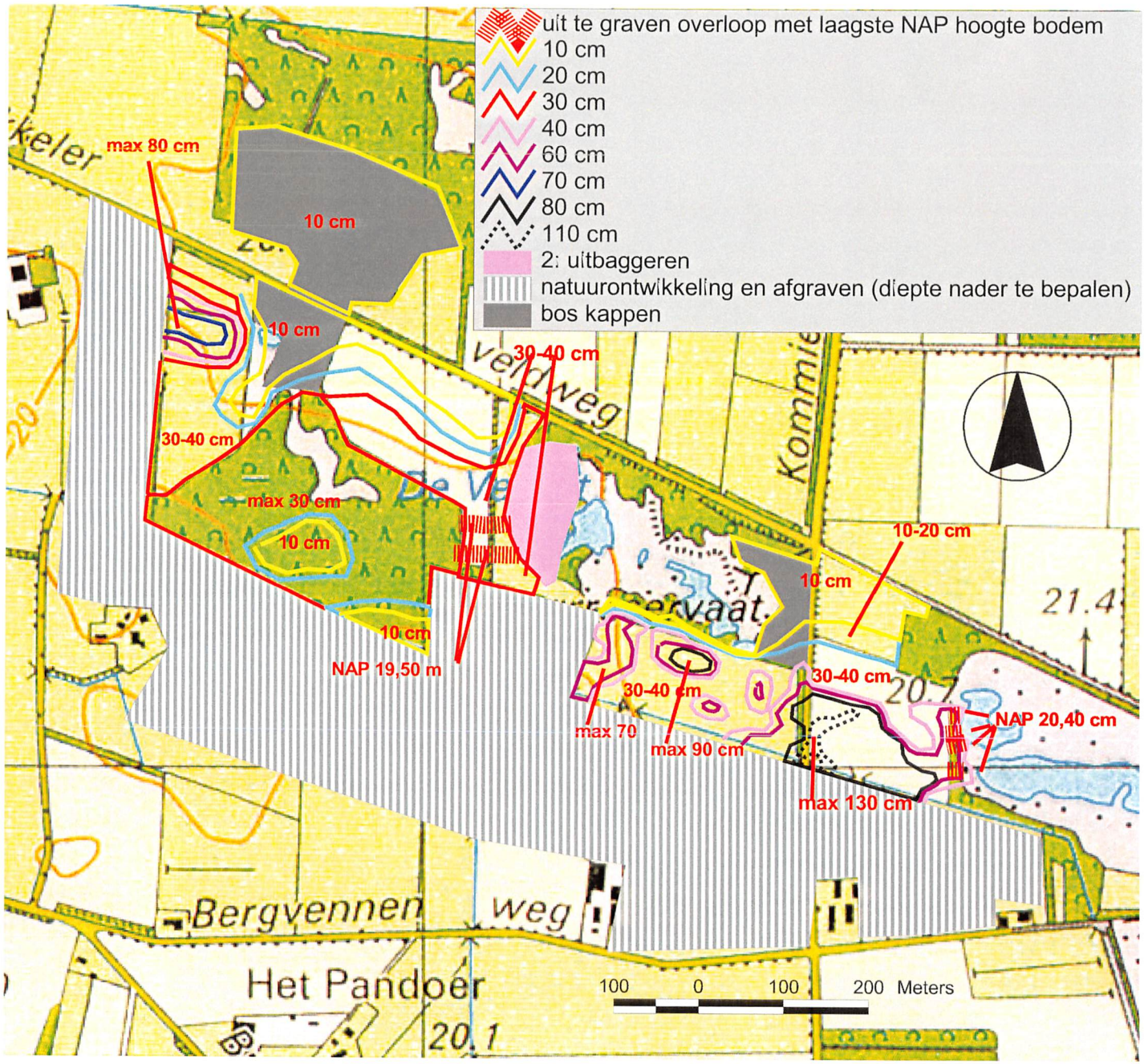


SO4 (mg/l)



Cl (mg/l)

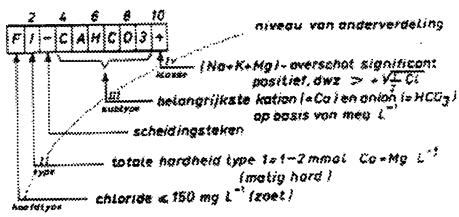
10 Bijlage: details van ontgravingsplan

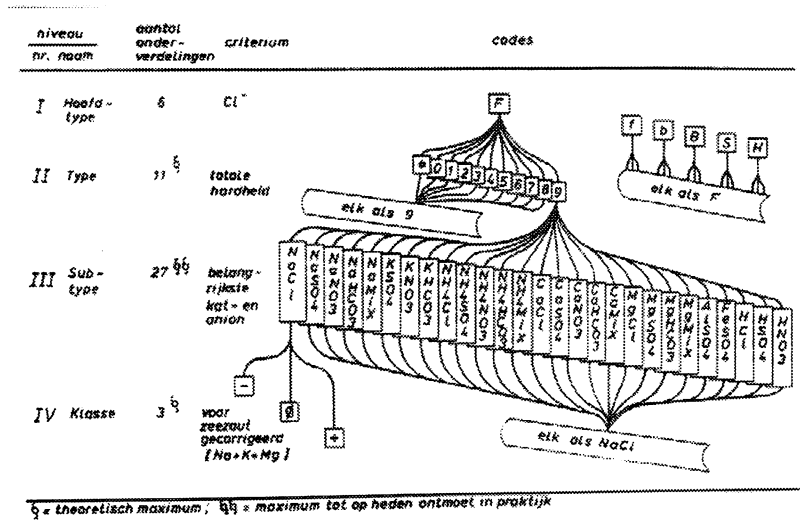

uit te graven overloop met laagste NAP hoogte bodem
10 cm
20 cm
30 cm
40 cm
60 cm
70 cm
80 cm
110 cm
2: uitbaggeren
natuurontwikkeling en afgraven (diepte nader te bepalen)
bos kappen
max 80 cm
10 cm
10 cm
30-40 cm
30-40 cm
max 30 cm
10 cm
10 cm
NAP 19,50 m
10-20 cm
10 cm
30-40 cm
30-40 cm
max 70
max 90 cm
max 130 cm
NAP 20,40 cm
Bergvennen weg
Het Pandoer
100 0 100 200 Meters

11 Bijlage: Stuyfzand-typologie voor hydrochemische typering

Hydrochemische classificatie van watertypen volgens Stuyfzand (1986; 1988; 1990)

Voor het classificeren van watermonsters is gebruik gemaakt van de hydrochemische watertypologie zoals die oorspronkelijk is opgesteld door Stuyfzand (1986) en later is uitgebreid en verfijnd (Stuyfzand, 1988; 1990). Het voordeel van deze methode is, dat ze voldoende verfijnd is om in een breed spectrum van hydrochemische milieus toepasbaar te zijn en dat ze een logische hiërarchische maar ook flexibele structuur en codering heeft. Het watertype wordt daarbij weergegeven met een code, waarin de verschillende opeenvolgende stappen in het classificatieproces tot uitdrukking komen. De opbouw van deze codering is weergegeven in onderstaande afbeelding (uit Stuyfzand, 1986).





Figuur b4-1: De hiërarchische structuur van het classificatiesysteem en de codering en ontcijfering van een watertype. De genoemde aantallen onderverdelingen vormen een maximum, doordat veel combinaties in de praktijk niet voorkomen. (Uit Stuyfzand, 1986)

De indeling in hoofdtypen wordt gemaakt aan de hand van het chloridegehalte. Deze indeling is uitgevoerd volgens de verfijnde indeling van Stuyfzand (1990) (zie tabel b4-1). De indeling in typen is gemaakt op basis van de alkaliteit (bij pH-waarden tussen 4,5 en 9,5 gelijk aan de som van het aantal meq/l HCO_3^- en CO_3^{2-}) volgens Stuyfzand (1988), daarnaast is ook de codering voor totale hardheid (Stuyfzand, 1986) berekend. Deze indelingen zijn weergegeven in tabel b4-2. Verder is de ongewijzigde indeling voor subtypen van Stuyfzand (1986) gebruikt. Deze bepaalt het meest dominante kation en anion. Wanneer bij de anionen geen duidelijk dominant ion te onderscheiden is, wordt dit weergegeven met de codering MIX. Figuur b4-2 toont de onderverdeling in subtypen op basis van het procentuele aandeel van de macro-ionen.

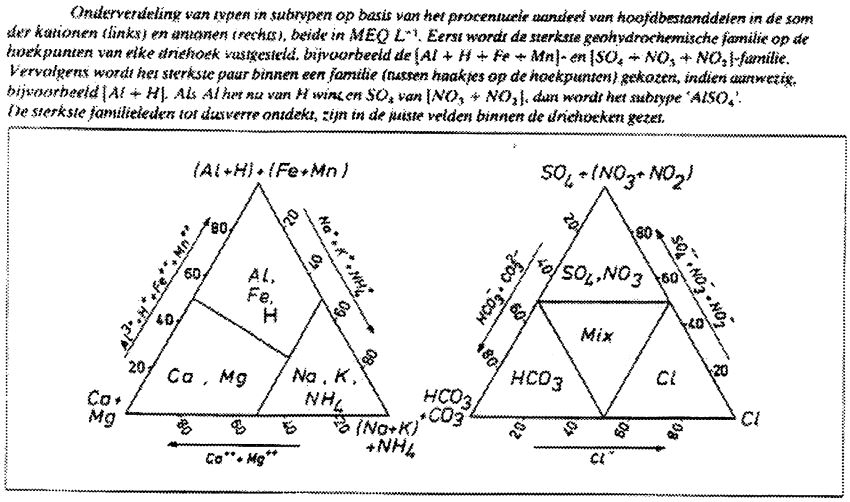
Hoofdtype	code	Cl [meq/L]	Hoofdtype	code	Cl [meq/L]
extreem zoet	G	<0.141	brak	B	8.462-28.206
zeer zoet	g	0.141-0.846	brak-zout	b	28.206-282.064
zoet	F	0.846-4.231	zout	S	282.064-564.127
zoet-brak	f	4.231-8.462	hyperhalien	H	>564.127

Grenzen in mg/L: 5, 30, 150, 300, 1000, 10000, 20000.

Tabel b4-1: Indeling in hoofdtypen op basis van het chloridegehalte (Uit Stuyfzand, 1990)

Optie 1 (oude standaard)				Optie 2 (nieuwe standaard)	
Type nr.	naam	totale hardheid (mmol/l)	Code	Type nr.	naam	alkaliteit (meq/l)
-1	zeer zacht	0 – ½	*	-1	zeer laag	< ½
0	zacht	½ – 1	0	0	laag	½ – 1
1	matig hard	1 – 2	1	1	matig laag	1 – 2
2	hard	2 – 4	2	2	middelmatig	2 – 4
3	zeer hard	4 – 8	3	3	matig hoog	4 – 8
4	extreem hard	8 – 16	4	4	hoog	8 – 16
5	extreem hard	16 – 32	5	5	zeer hoog	16 – 32
6	extreem hard	32 – 64	6	6	extreem hoog	32 – 64
7	extreem hard	64 – 128	7	7	extreem hoog	64 – 128
8	extreem hard	128 – 256	8	8	extreem hoog	128 – 256
9	extreem hard	≥ 256	9	9	extreem hoog	≥ 256

Tabel b4-2: Indeling in typen op basis van alkaliteit en hardheid (Uit Stuyfzand, 1988)



Figuur b4-2: Onderverdeling van typen in subtypen (Uit Stuyfzand, 1986).