

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het landbouwgebied Tachtig Bunder

In opdracht van DLG

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het landbouwgebied Tachtig Bunder

**Ontwateringsadvies ter compensatie voor veranderende
hydrologische omstandigheden in het Compagnonsveld**

**E. Kiestra
J.W.J. van der Gaast**

Alterra-rapport 1329

Alterra, Wageningen, 2006

REFERAAT

Kiestra, E. en J.W.J. van der Gaast, 2006. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het landbouwgebied Tachtig Bunder. Ontwateringsadvies ter compensatie voor veranderende hydrologische omstandigheden in het Compagnonsveld*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1329. 57 bladzijden; 11 figuren.; 3 tabellen.; 14 bijlagen; 16 referenties; 2 foto 's.

Het landbouwgebied Tachtig Bunder en het aangrenzende Compagnonsveld maken deel uit van de landinrichting Fochteloërveen. In het Compagnonsveld zal de functie landbouw veranderen in de functie natuur. Deze functieverandering zal resulteren in een forse peilverhoging. De peilverhoging in het Compagnonsveld betekent dat in een deel van het aangrenzende landbouwgebied hogere grondwaterstanden worden verwacht. Alterra heeft de effecten van de peilverhoging in het Compagnonsveld op het landbouwgebied berekend en een ontwateringsadvies opgesteld om de effecten te nivelleren. De doorlatendheid en de dikte van het eerste watervoerende pakket zijn gevoelige factoren voor de verbreiding en de sterkte van de effecten naar het landbouwgebied Tachtig Bunder. Bij veel gronden komt keileem binnen 120 cm – mv. voor. Hierdoor hebben de meeste gronden een GHG ondieper dan 40 cm - mv. De resultaten van het veldbodembodkundig onderzoek zijn weergegeven op een bodem- en grondwatertrappenkaart. De verbreiding en dikte van de keileem staat weergegeven op een keileemkaart. Om een beter beeld te krijgen van de kenmerken en eigenschappen van het eerste watervoerende pakket zijn op 3 locaties diepboringen verricht en is op 1 locatie een putproef gedaan om de doorlatendheid te meten. Met de boorgatenmethode zijn van de ondiepere lagen als dekzand, keizand, keileem en premorenaal zand doorlatendheden vastgesteld. De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, is bepaald met behulp van analytische oplossingen. Bij het gebruik van de analytische oplossingen wordt uitgegaan van het principe van superpositie van effecten, en wordt alleen voor de stationaire stromingssituatie gerekend. De peilverhoging in het Compagnonsveld betekent voor het landbouwgebied Tachtig Bunder dat over een afstand van ca. 200 m grondwaterstandsverhogingen van 5-60 cm zijn te verwachten. Om de grondwaterstandsverhogingen te nivelleren adviseert Alterra om het beïnvloedingsgebied te draineren op een draindiepte van 70 cm – mv., een drainafstand van 6 m en een draindiameter van 6 cm. In het noordwesten van het gebied, waar de keileem nagenoeg ontbreekt en waar de afstand tot het gebied met toekomstige peilverhoging iets groter is, is een drainafstand van 10 m voldoende.

Trefwoorden: grondwaterstanden, peilverhoging, effecten, beïnvloeding, keileem, doorlatendheid, drainage.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 30,00 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1329. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2006 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Projectnummer 232740

[Alterra-rapport 1329/mei/2006]

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Doel van het onderzoek	11
3 Globale gebiedsbeschrijving	11
4 Eerdere modelstudies	12
5 Methode	12
5.1 De bodemkartering	12
5.2 De diepboringen	13
5.3 De doorlatendheidsmetingen	13
5.4 De voorspelling van de grondwaterstanden	15
5.5 Waterhuishoudkundige maatregelen	17
6 Resultaten	18
6.1 De bodemgesteldheid	18
6.2 De doorlatendheidsmetingen en diepboringen	21
6.3 De effecten	22
7 Mogelijke oplossingen binnen de Tachtig Bunder	23
7.1 Aanleg buisdrainage	23
7.2 Aanpassing van het peil in het landbouwgebied	25
8 Het ontwateringsadvies	26
9 Conclusies en aanbevelingen	29
Literatuur	30
Tabellen	
1 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden bodemtypen	21
2 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden Gt-klassen	21
3 Resultaten van de doorlatendheidsmetingen met de boorgatenmethode	21
Figuren	
1 Schema opstelling boorgatmeting	14
2 Situaties voor de effecten van 2 gebieden met een verschillend polderpeil	15
3 Afname van de invloed van een verschillend peil in het eerste watervoerende pakket voor gebieden met een rechte grens	16
4 Voorbeeld van de analytische berekening	22
5 De gevoeligheid van verschillende parameters op het te verwachten effect in het freatisch grondwater	22
6 Gemiddelde situatie van de kwel en wegzijging	23
7 Afvoer bij verschillende drainafstanden in relatie tot de keileemdpte	24
8 Afvoeren bij verschillende drainafstanden bij situatie met en zonder keileem	24
9 Effect van een peilverlaging van 20 cm in het landbouwgebied	25
10 Beïnvloedingskaart en de compenserende maatregelen	27
11 Verschil in GHG en GLG tussen huidige en toekomstige situatie	28

Bijlagen

1	Situatiekaartje met perceelsnummers	31
2	Hoogtekaartje	32
3	Boorpuntenkaart, schaal 1 : 12 500	33
4	Bodemkaart, schaal 1 : 12 500	34
5	Grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 12 500	35
6	Keileemkaart, schaal 1 : 12 500	36
7	Boorpuntinformatie van de beschreven boringen	37
8	Laaginformatie van de beschreven boringen	39
9	Verklaring kolom “d” in de laaginformatie	50
10	Verklaring kolom “geo_for_c” in de laaginformatie	50
11	Gemeten grondwaterstanden in boorgaten	51
12	Beschrijving legenda op de bodem- en grondwatertrappenkaart	54
13	Gegevens per kaarteenhed	56
14	Laagbeschrijving van de 3 diepboringen	57

Foto 's

1	Opstelling pulsboorinstallatie voor diepboringen	13
2	Een grondboring met keileem	20

Woord vooraf

In opdracht van de Dienst Landelijk Gebied (DLG) te Leeuwarden heeft Alterra de bodemgesteldheid in kaart gebracht in het landbouwgebied Tachtig Bunder en een deel van het aangrenzende Compagnonsveld. De bodemkundige en hydrologische gegevens dienden als basis voor het berekenen van de effecten van peilverhoging in het Compagnonsveld op de hydrologie in het landbouwgebied Tachtig Bunder. Daarnaast is een ontwateringsadvies samengesteld om de berekende grondwaterstandsverhogingen te nivelleren.

Over de aanpak en inhoud van het onderzoek is overleg gevoerd tussen E. Smit van de Dienst Landelijk Gebied in Leeuwarden, en E. Kiestra en J.W.J. van der Gaast van Alterra te Wageningen. Daarnaast zijn in een aantal bijeenkomsten de resultaten toegelicht en besproken met andere betrokken partijen als Wetterskip Fryslân, leden van de landinrichtingcommissie Fochteloërveen en Natuurmonumenten. E. Kiestra voerde het veldwerk (de bodemkartering) uit in de maand februari 2006. J.W.J. van der Gaast deed de doorlatendheidsmetingen, voerde de effectberekeningen uit en leverde een grote bijdrage aan het ontwateringadvies. Grondboorbedrijf Haitjema BV. te Dedemsvaart verrichtte enkele diepboringen.

De dank van Alterra gaat uit naar de grondgebruikers die toestemming verleenden om er veldwerk te verrichten.

Samenvatting

Het landinrichtingsgebied Fochteloërveen (ca. 4505 ha) maakt deel uit van het ROM-project Zuidoost Friesland. Een deel van het gebied, de randzone, valt binnen de EHS. In de randzone zullen inrichtingsmaatregelen (w.o. peilverhogingen) plaatsvinden die resulteren in een vernatting van het gebied. Ook voor het Compagnonsveld, dat deel uitmaakt van de randzone, zijn er plannen om dit gebied te ‘vernatten’ (peilverhoging van ca. 1.9 m). Uit eerdere grondwaterstudies blijkt dat een vernatting van de randzone ook gevolgen heeft voor de hydrologie in het aangrenzende landbouwgebied Tachtig Bunder.

Het onderzoek heeft als doel om de effecten (grondwaterstandsverhoging) in het landbouwgebied Tachtig Bunder, als gevolg van de vernatting in het aangrenzende Compagnonsveld, door middel van compenserende maatregelen te nivelleren. Uitgangspunt daarbij is dat de landbouw geen (nat)schade mag ondervinden als gevolg van de peilverhoging in het Compagnonsveld. Technische oplossingen, die wellicht duurzamer zijn maar gevolgen hebben voor de huidige inrichtingplannen van het Compagnonsveld, worden buiten beschouwing gelaten.

Alterra heeft eerst de bodemgesteldheid in kaart gebracht. Een belangrijk onderdeel van deze kartering is het bepalen van de verbreiding en dikte van de keileem, welke in een keileemkaart zijn vastgelegd. Vervolgens zijn van vier verschillende materiaalsoorten, op vier boorlocaties van de bodemkartering, de doorlatendheden (boorgatenmethode) gemeten. Het keizand, dekzand en het fijne premorenaal zand zijn over het algemeen redelijk tot goed doorlatend. De keileem en dan met name de homogene, zware keileem laat slecht tot zeer slecht door. Om de samenstelling, dikte en de doorlatendheid van het eerste watervoerende pakket vast te stellen zijn op 3 locaties diepboringen verricht. Op de noordelijkste locatie is tot ca. 15 m – mv. geboord en is alleen maar zeer fijn, premorenaal zand aangeboord. Op de twee andere locaties is het eerste watervoerende pakket, grotendeels bestaande uit zeer fijn, premorenaal zand, ca. 10 m dik en gaat op ca. 12 m – mv. over in zeer slecht doorlatende, donkergrijze potklei. Bij de middelste locatie is een putproef verricht om de doorlatendheid van het totale eerste watervoerend pakket te meten. Boorbedrijf Haitjema BV. te Dedemsvaart kwam voor dit materiaal uit op een k-waarde van 2 m/dag.

Het onderzoeksgebied is ca. 215 ha groot en ligt aan weerskanten van de Fochteloërveenweg. De afzettingen die aan of nabij het oppervlak voorkomen bestaan uit dekzand (Formatie van Twente), keileem (Formatie van Drenthe) en premorenaal zand (Formatie van Eindhoven en Peelo). Ruim een eeuw geleden waren genoemde afzettingen nog met een pakket veenmosveen (hoogveen: Formatie van Griendtsveen) afgedekt. De percelen zijn voor een belangrijk deel in gebruik als bouwland en grasland. De meeste percelen ten westen van de Fochteloërveenweg zijn gedraineerd. Door achterstallig onderhoud en door het relatief ondiep voorkomen van keileem werkt de drainage niet optimaal.

De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, kan worden bepaald met behulp van analytische oplossingen. In het kort komt het erop neer dat naarmate de afstand tussen het gebied met ingreep en het aangrenzende gebied zonder ingreep groter wordt, de invloed van grondwaterstandsverhoging afneemt. Voor de interactie tussen het effect op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand is vooral de dikte en doorlatendheid van de keileem in relatie tot de drainageweerstand van belang. Voor de laterale (horizontale) uitstraling naar de aangrenzende gebieden, door het opzetten van het peil in het Compagnonsveld, is vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket bepalend.

De effecten van de peilverhoging (1.9 m) in het Compagnonsveld op de grondwaterstanden in het landbouwgebied Tachtig Bunder betekenen dat in een zone van 50-100 m grenzend aan het Compagnonsveld grondwaterstandsverhogingen van 40-60 cm zijn te verwachten. In westelijke richting neemt de invloed exponentieel af en is op een afstand van ca. 200 m nog ongeveer 5 cm verhoging te verwachten.

Om de effecten van de peilverhoging te nivelleren is voor de Tachtig Bunder een ontwateringsadvies opgesteld. Omdat het graven van nieuwe sloten te veel oppervlakte kost, ligt de aanleg van buisdrainage in combinatie met het verbeteren van een aantal sloten en waterlopen voor de hand. Voor de aanleg van buisdrainage wordt er van uitgegaan dat de grondwaterstandsverhoging moet worden gecompenseerd. Op basis van de analytische berekeningen kan de verticale stroming als gevolg van de peilverhoging worden bepaald in de vorm van een toename van de kwel. Dit betekent dat in het Compagnonsveld de wegzijging afneemt naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Omgekeerd geldt voor het landbouwgebied dat de kwel afneemt naarmate de afstand tot de

grens toeneemt. In de zone grenzend aan het Compagnonsveld is de kwel in het landbouwgebied het grootst. In de eerste 100 meter neemt de kwel af van ongeveer 3.5 mm/d naar ongeveer 1 mm/d. Op de plaatsen waar de keileem ontbreekt is de maximale kwel in de zone grenzend aan het Compagnonsveld ongeveer 5 mm/d. Om de invloed van de keileemdiepte op de drainage weer te geven zijn er een aantal berekeningen uitgevoerd voor verschillende keileemdiepten. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt. Uit de berekeningen blijkt dat de diepte van de keileem veel invloed heeft op de afvoer. In de situatie met keileem mag nabij de grens met het Compagnonsveld een kwel van ongeveer 3,5 mm/dag worden verwacht. Om dit te compenseren is een drainafstand van 6 m bij een opbolling van 30 cm voldoende. Bij een draindiepte van 70 cm is de grondwaterstand in deze situatie 40 cm – mv. De kwel neemt echter snel af bij toename van de afstand tot de grens. Op een afstand van 50 meter is de kwel ongeveer 2 mm/d. Als gevolg hiervan is de opbolling bij een drainafstand van 6 meter ongeveer 20 cm, waardoor de grondwaterstand uitkomt op ongeveer 50 cm – mv bij een draindiepte van 70 cm. Bij een afstand van 100 meter is de opbolling als gevolg van kwel nog ongeveer 10 cm bij dezelfde drainafstand.

Het ontwateringsplan houdt in een buisdrainage met een draindiameter van 6 cm en een draindiepte van 70 cm. Langs de Fochteloërveenweg wordt binnen het beïnvloede gebied (ca. 50 ha) een drainafstand van 6 m geadviseerd. In het noordwestelijke deel (ca. 11 ha) kan worden volstaan met een drainafstand van 10 m, omdat hier de keileem nagenoeg ontbreekt en omdat hier de afstand tot het Compagnonsveld groter is. Alle drains worden gelegd in de breedterichting van de percelen. Op de plaatsen waar de keileem ondieper dan 80 cm – mv. begint is aan te raden de drainsleuven tot aan de bouwvoor op te vullen met goed doorlatend, grof zand. Afhankelijk van de afstand tot het Compagnonsveld en de profielopbouw zou met de drainafstand en draindiepte gevarieerd kunnen worden, maar om praktische redenen met betrekking tot de aanleg is gekozen voor gelijke draindiepten en drainafstanden.

Voor het goed functioneren van de ontwatering van de gronden in de Tachtig Bunder is het van belang, dat naast een goed werkende drainage, de afvoer via sloten in orde is. Dit betekent dat een aantal waterlopen en sloten moet worden aangepast.

Door het betrekkelijk geringe doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket is de ruimtelijke verbreiding van de grondwaterstandsverhoging als gevolg van het voorgenomen peilverschil relatief gering. De combinatie van een geringe pakketdikte met een niet al te grote doorlatendheid heeft tot gevolg dat er een zodanige weerstand (kleine spreidingslengte) is tegen laterale (horizontale) stroming, dat het effect beperkt blijft. Doordat de potklei in het noorden van het onderzoeksgebied niet binnen een diepte van 15 m – mv. is aangetroffen, is niet met zekerheid te zeggen dat de potklei overal voorkomt. Hierdoor kunnen de effecten in dit deel van gebied worden onderschat.

Het effect van de peilverhoging in het Compagnonsveld op de grondwaterstanden in het landbouwgebied Tachtig Bunder is iets overschat omdat bij de analytische berekening geen rekening is gehouden met het “wegvangend effect” van de vaart ten oosten van de Fochteloërveenweg (Vierde Opwijk) en de breedte van de weg en wegbermen (totale afstand ca. 30 m). Dit betekent dat de afstand van de beïnvloeding in de Tachtig Bunder en de berekende grondwaterstandsverhogingen iets kleiner uitvallen dan is berekend.

Uit de verschillen tussen de huidige GHG en GLG met de toekomstige GHG en GLG blijkt dat de toekomstige ontwaterings situatie wat de GHG betreft, met 10-15 cm wordt verlaagd. De GLG gaat daarentegen 25-50 cm omhoog. Dit betekent dat de gronden er per saldo op vooruitgaan. Door de drainage (diepere GHG) en de invloed van de vernatting in het Compagnonsveld (ondiepere GLG) worden de fluctuaties geringer. In het groeiseizoen zullen de gronden langer profiteren van het grondwater dat via capillaire stroming vanuit het grondwater naar de wortelzone gaat. In het najaar, de winter en het vroege voorjaar zal de drainage de verhoogde grondwaterstanden nivelleren of zelfs iets verlagen doordat stagnatie van regenwater op de keileem door de intensieve drainage gemakkelijker weg kan.

Om de effecten van de peilverhoging te meten en te toetsen, is aan te bevelen om zo snel mogelijk peilbuizen te plaatsen om zicht te krijgen op de grondwaterstandssituatie vóór en na de ingreep.

1 Inleiding

Het landinrichtingsgebied Fochteloërveen (ca. 4505 ha) maakt deel uit van het ROM-project Zuidoost Friesland. Een deel van het gebied, de randzone, valt binnen de EHS. In de randzone zullen inrichtingsmaatregelen (w.o. peilverhogingen) plaatsvinden die resulteren in een vernatting van het gebied. Ook in het Compagnonsveld, dat deel uitmaakt van de randzone langs “Het Fochteloërveen”, zijn plannen om te ‘vernatten’ (peilverhoging van ca. 1.9 m). Uit eerdere grondwaterstudies blijkt dat een vernatting van de randzone ook gevolgen heeft voor de hydrologie in het aangrenzende landbouwgebied Tachtig Bunder.

Om de verwachte verhoging van de grondwaterstanden in het landbouwgebied te nivelleren zijn compenserende maatregelen nodig. De maatregelen worden in de vorm van een ontwateringsadvies beschreven. Hierbij kan gedacht worden aan buisdrainage en het aanpassen van sloten en waterlopen, eventueel in combinatie met peilverlagingen. De te verwachten grondwaterstandsverhogingen en de te nemen technische maatregelen zijn vooral sterk afhankelijk van de kenmerken en eigenschappen (doorlatendheid) van de ondergrond.

Voor het ontwateringsadvies wordt uitgegaan van een inrichting van het Compagnonsveld, zoals deze in de huidige inrichtingsplannen is vastgelegd. Technische oplossingen, die wellicht duurzamer zijn maar gevolgen hebben voor de huidige inrichtingsplannen van het Compagnonsveld, worden buiten beschouwing gelaten. Als gevolg van het voorgenomen peilverschil en de ontwateringssituatie in het landbouwgebied zal wegzijging uit het Compagnonsveld plaatsvinden. De mate waarin wegzijging plaatsvindt en de gevolgen hiervan op de mate waarin het gewenste peil in droge perioden, zonder gebruik te maken van aanvoer van gebiedsvreemd water, te handhaven is, is in deze studie niet onderzocht.

Om een goed advies te geven over de te nemen maatregelen in het gebied Tachtig Bunder heeft Alterra eerst de bodemgesteldheid in kaart gebracht. De kartering betreft zowel het deel van de Tachtig Bunder als een deel van het Compagnonsveld, dat direct aan de Tachtig Bunder grenst. De totale oppervlakte van het gebied bedraagt ca. 215 ha. De bodemkartering heeft geresulteerd in een gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaart en een keileemkaart (schaal 1 : 12 500). Nadien zijn op een aantal locaties doorlatendheidsmetingen verricht. Ook zijn er op 3 locaties diepboringen verricht om een beeld te krijgen van de kenmerken en eigenschappen (doorlatendheid) van het materiaal onder de keileem. De resultaten van de bodemkartering en de diepboringen en de meetresultaten van de doorlatendheidsmetingen zijn gebruikt voor het berekenen van de grondwaterstandsverhogingen in de Tachtig Bunder. De berekende grondwaterstandsverhogingen, kwel/wegzijgingveranderingen en de bodemgesteldheid zijn belangrijke gegevens voor het opstellen van een ontwateringsadvies.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Dienst Landelijk Gebied te Leeuwarden. Vóór en tijdens het onderzoek is er regelmatig contact geweest met DLG (E. Smit), en andere betrokken partijen als Wetterskip Fryslân, leden van de landinrichtingscommissie Fochteloërveen en Natuurmonumenten.

2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om de effecten (grondwaterstandsverhoging) in het landbouwgebied Tachtig Bunder als gevolg van de vernatting in het aangrenzende Compagnonsveld door middel van compenserende maatregelen te nivelleren. Daarnaast is er op basis van analytische oplossingen een evaluatie uitgevoerd van de berekende effecten op het landbouwgebied.

3 Globale gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied is ca. 215 ha groot en ligt aan weerskanten van de Fochteloërveenweg (bijlage 1). Het gebied is globaal in te delen in het te handhaven landbouwgebied Tachtig Bunder, gelegen ten westen van de Fochteloërveenweg, en een deel van het Compagnonsveld, ten oosten van genoemde weg. De afzettingen die aan of nabij het oppervlak voorkomen bestaan, vanaf het maaiveld gerekend, uit dekzand (Formatie van Twente), keileem (Formatie van Drenthe) en premorenaal zand (Formatie van Eindhoven en Peelo). In het verleden waren genoemde afzettingen met een pakket veenmosveen (hoogveen: Formatie van Griendtsveen) afgedekt. Dit veenmosveen is in de negentiende en twintigste eeuw voor een belangrijk deel afgegraven voor de winning van turf. In de twintigste eeuw zijn de gronden na de verveening als landbouwgrond in cultuur gebracht.

De percelen zijn nu voor een belangrijk deel in gebruik als bouwland (maïs, graan, aardappelen), al komen er ook een aantal graslandpercelen voor. De meeste percelen ten westen van de Fochteloërveenweg zijn gedraineerd. Door achterstallig onderhoud en door het relatief ondiep voorkomen van keileem werkt de drainage niet optimaal.

Geohydrologisch horen het dekzand en de veenresten tot de zgn. deklaag. Keileem kan als een slecht doorlatende laag worden beschouwd. Het onder de keileem voorkomende premorenale zand wordt tot het eerste watervoerende pakket gerekend. Het eerste watervoerende pakket is ca. 10 m dik en gaat meestal tussen 10 en 15 m – mv. over in een dik pakket potklei (Formatie van Peelo). De hoogteverschillen bedragen maximaal 2 meter. Het gebied helt in noordwestelijke richting af van ca. 10.5 m + NAP in het oosten en zuiden tot ca. 8.5 m + NAP in het westen en noordwesten (bijlage 2). Ook de afwatering vindt, door middel van sloten, globaal in dezelfde richting plaats. Het Wetterskip Fryslân zorgt voor de waterhuishouding.

4 Eerdere modelstudies

Ten behoeve van een modellering van het hoogveenreservaat Fochteloërveen en omgeving met behulp van het hydrologische model SIMGRO, is in het begin van de 90er jaren van de vorige eeuw een hydrologische systeemverkenning uitgevoerd. Naast de systeemverkenning is in dit kader een uitgebreide debietmeetcampagne uitgevoerd (Wit, e.a., 1995). Het modelinstrumentarium is indertijd opgezet ter ondersteuning van een gebiedsvisie in het kader van een natuurbeleidsplan (Van Walsum en Veldhuizen, 1995). Het opstellen van zo'n visie vereist kennis van de regionale hydrologie en de gerelateerde ecologische aspecten. De systeemverkenning en het modelinstrumentarium leveren hiertoe een belangrijke bijdrage.

Meer recent is er in 2000 een modelstudie met het SIMGRO modelinstrumentarium uitgevoerd (Rus e.a., 2000). Deze modelstudie is uitgevoerd ter ondersteuning van het landinrichtingsproject Fochteloërveen. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat als gevolg van de voorgenomen inrichting van de randzone van het Fochteloërveen de grondwaterstand in het landbouwgebied Tachtig Bunder met enkele decimeters stijgt. De resultaten van deze modelstudie hebben geleid tot dit onderzoek. Ook de begrenzing van het onderzoeksgebied was in eerste instantie afgeleid van de in 2000 uitgevoerde modelstudie.

5 Methode

5.1 De bodemkartering

Middels grondboringen is de bodemgesteldheid in kaart gebracht. Per 2-3 ha. is ca. 1 boring beschreven. Om de verschillen in bodemgesteldheid nauwkeuriger vast te stellen zijn ook "tussenboringen" verricht. De boringen zijn beschreven tot maximaal 250 cm – mv. Om de dikte van het keileempakket goed vast te stellen is in het Compagnonsveld op een aantal locaties tot 350 cm – mv. geboord. Bij elke beschreven boring zijn van de onderscheiden lagen organische-stofgehalte, leemgehalte, zandgrofheid en doorlatendheid (cm/dag) geschat. Op basis van de profiel- en omgevingskenmerken zijn bij elke boring ook de GHG en GLG geschat.

Bij de kartering is gebruik gemaakt van het Actuele Hoogtebestand van Nederland (AHN), omdat een verschil in hoogte, afhankelijk van het gebied, vaak samenhangt met een verschil in bodemgesteldheid (Brus en Kiestra, 2002). Tijdens het veldwerk en bij de verwerking van de gegevens tot een bodemkaart en keileemkaart zijn ook oude boorgegevens (Van den Hurk, 1963) gebruikt. Bij het vervaardigen van de keileemkaart zijn deze gegevens vooral gebruikt om de begindiepte van de keileem nauwkeuriger vast te stellen. Omdat bij de oude boorgegevens maar tot 120 cm – mv. is geboord, is de dikte van het keileempakket op die boorlocaties in veel gevallen niet vast te stellen.

De gronden zijn geclassificeerd volgens het Systeem van Bodemclassificatie in Nederland (De Bakker en Schelling, 1989). Op basis van verschillen in profielkenmerken zijn verschillende grondsoorten geclassificeerd, gecodeerd en in het veld afgegrensd. Op grond van verschil in aard en textuur van boven- en/of ondergrond zijn de gronden verder onderverdeeld. Het voorkomen van keileem in de ondergrond is met een toevoeging (achter de hoofdcode) op de bodemkaart aangegeven. Ook de heterogeniteit van de gronden als gevolg van afgraving of diepe grondbewerking wordt met een toevoeging (achter de hoofdcode) aangegeven. De verschillen in het grondwaterstandsverloop worden met Gt-klassen weergegeven. De bodemgesteldheid (bodem en grondwatertrappen) is weergegeven op een bodem- en Gt-kaart. Op de keileemkaart is de begindiepte van de

keileem en de dikte van het keileempakket in vlakken weergegeven.

Om de schattingen van de GHG en GLG te toetsen en eventueel bij te stellen zijn in de boorgaten grondwaterstanden gemeten. Om het stagnerend effect van keileem te meten zijn er op verschillende locaties boorgaten gemaakt tot in en door de keileem. Gezien de korte veldperiode zijn er door Alterra geen grondwaterstanden opgenomen in peilbuizen. Wel staat er in de omgeving een aantal peilbuizen, waarvan grondwaterstanden ter beschikking zijn gesteld. De buizen maken onderdeel uit van het aanvullende meetnet in de omgeving van het Fochteloërveen. Ze zijn geplaatst in opdracht van Wetterskip Fryslân. Om de grondwatertrappen te toetsen zijn de meeste buizen echter ongeschikt omdat ze vaak met hun filter onder de keileem zijn geplaatst. Dit heeft tot gevolg dat de fluctuatie veelal minder groot is dan wanneer een peilbuis met het filter boven of in de keileem staat.

5.2 De diepboringen

Om een goed beeld te krijgen van de kenmerken en eigenschappen van het materiaal onder de keileem zijn door middel van pulsboringen op 3 locaties diepboringen (bijlage 1) verricht. De diepboringen zijn uitgevoerd door boorbedrijf Haitjema BV te Dedemsvaart (foto 1).

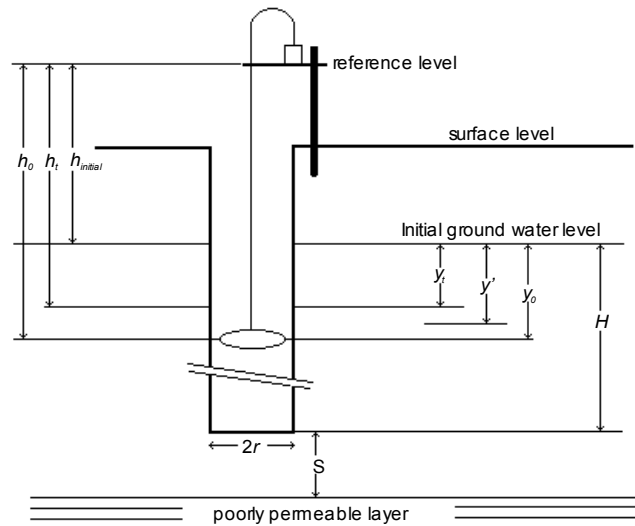


Foto 1 Opstelling pulsboorinstallatie voor diepboringen

5.3 De doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmetingen in het veld zijn verricht middels de “boorgatenmethode”. De metingen zijn gedaan nadat de bodemkartering voor het gebied was uitgevoerd. Er is gemeten op locaties (bijlage 3) waar tijdens de bodemkartering al een profielbeschrijving was verricht. Op deze manier is het mogelijk om vooraf te beschikken over gedetailleerde informatie over de profielopbouw. Daarbij zijn de boorgaten op deze locaties ‘open’ gelaten. Hierdoor is het mogelijk om tijdens de metingen direct te beschikken over de actuele grondwaterstand. Deze grondwaterstand is een belangrijk uitgangspunt voor de meting. Voor de uiteindelijke locatiekeuze is de relatie tussen de profielopbouw en de actuele grondwaterstand van belang, teneinde de laag te kunnen bepalen waarin de boorgatmeting plaatsvindt.

De boorgatmeting wordt uitgevoerd door vóór aanvang van de boorgatmeting de initiële grondwaterstand te meten. Vervolgens wordt een nieuw boorgat geboord, diameter 8 cm, tot ca. 50-80 cm onder de initiële grondwaterstand. In het boorgat wordt een metalen filter geplaatst met de diameter van het boorgat. Om de waterstand in het boorgat te verlagen wordt met een puls water uit het boorgat gepulst. De verlaagde waterstand in het boorgat veroorzaakt een stroming naar het boorgat, waardoor de waterstand stijgt. Om de snelheid van het stijgen van de waterstand in het boorgat te kunnen meten laat men een vlotter in het boorgat zakken tot op de waterspiegel. Aan de vlotter is een meetband bevestigd, deze wordt geplaatst in een houder (zie figuur 1).



Figuur 1 Schema opstelling boorgatmeting

Door toestroming van water naar het boorgat stijgt de waterspiegel in het boorgat en wordt de vlotter met de meetband omhoog geduwd. Met constante tijdsintervallen wordt vervolgens de waterstand afgelezen t.o.v. een referentieniveau. Met onderstaande formule is vervolgens de k-waarde te berekenen (WUR,2003).

$$k = C \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad (1)$$

waarin:

k	=	doorlaatfactor (m d^{-1})
C	=	geometrie factor (-)
Δy	=	verticale afstand bij twee opeenvolgende metingen (cm)
t	=	tijd (s)

De geometriefactor uit de bovenstaande formule is weergegeven in de onderstaande relatie:

$$C = \frac{4000 \frac{r}{y'}}{\left(20 + \frac{H}{r}\right)\left(2 - \frac{y'}{H}\right)} \quad S > 6r \quad (2)$$

waarin:

H	=	natte lengte van het boorgat (cm)
y'	=	verticale afstand tussen grondwaterniveau en gemiddeld niveau tussen twee opeenvolgende metingen (cm)
r	=	straal van het boorgat (cm)
S	=	afstand tussen onderkant boorgat en de diepere (ondoorlatend) bodemlaag (cm)

De waterstanden in een boorgat zijn gedurende ongeveer 2 minuten om de 10 seconden afgelezen; dit levert ca. 10 bepalingen van de k-waarde op. De berekende waarden zijn vervolgens gemiddeld. In elk boorgat zijn op deze wijze minimaal 2 metingen uitgevoerd. Op elke locatie is in principe in 2 boorgaten gemeten.

In het kader van een aanvullend onderzoek is middels een putproef, uitgevoerd door boorbedrijf Haitjema BV te Dedemsvaart, de doorlatendheid van het premorenale zandpakket tussen de keileem en de potklei bepaald. Deze meting is verricht op een plek (bijlage 1; locatie 2) waar het bedrijf ook een diepboring heeft verricht.

5.4 De voorspelling van de grondwaterstanden

De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, kan worden bepaald met behulp van analytische oplossingen die zijn ontleend aan Mazure (1936). Bij het gebruik van de analytische oplossingen wordt uitgegaan van het principe van superpositie van effecten, hetgeen betekent dat rekenresultaten op de huidige situatie worden gelegd, en wordt alleen voor de stationaire stromings situatie gerekend.

De invloed van twee verschillende polderpeilen op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (φ_x) en de intensiteit van de grondwaterstroming (q_x) kunnen respectievelijk met behulp van de volgende formules berekend worden (Edelman, 1972):

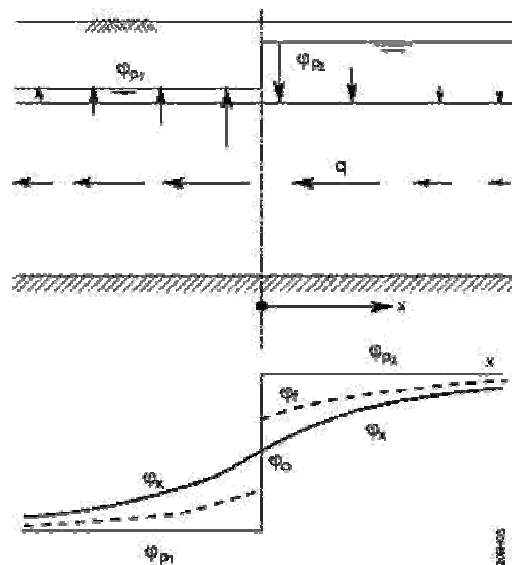
$$\varphi_x = \varphi_{p2} - ((\varphi_{p2} - \varphi_{p1}) / 2) e^{-x/\lambda^*} \quad (3)$$

$$q_x = q_0 e^{-x/\lambda^*} \quad (4)$$

Waarin:

φ_x	: stijghoogte in het eerste watervoerende pakket op een afstand x tot de grens	(m)
φ_p	: polderpeil	(m)
φ_{p1}	: polderpeil	(m)
φ_{p2}	: polderpeil	(m)
λ^*	: vervangende spreidingslengte	(m)
q_x	: debiet per lengte-eenheid in een aquifer met een dikte D op een afstand x tot een kanaal ($q=vD$)	(m ² /d)
q_0	: debiet per lengte-eenheid in een aquifer met een dikte D op de rand van een kanaal ($q=vD$)	(m ² /d)
x	: afstand	(m)

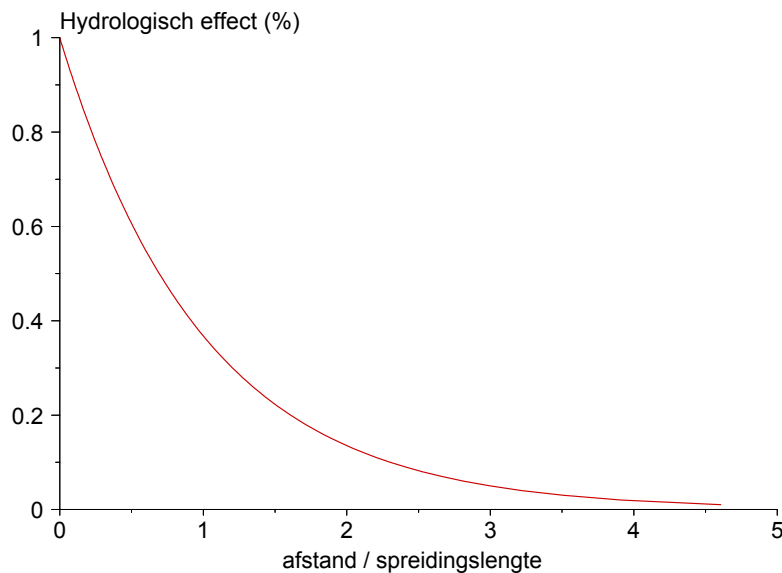
In de figuur 2 is een situatieschets in de vorm van een dwarsdoorsnede weergegeven.



Figuur 2 Situaties voor de effecten van 2 gebieden met een verschillend polderpeil (Naar Edelman, 1972)

Aan de hand van formule 3 en 4 kan geconcludeerd worden dat de ratio tussen het debiet op een afstand x vanaf

de grens en het debiet op de grens gelijk is aan de ratio tussen het stijghoogteverschil op een afstand x tot de grens en het stijghoogteverschil tussen de twee polderpeilen. De afname van zowel het debiet als het stijghoogteverschil is logaritmische met de afstand tot de grens volgens $e^{-x/\lambda}$ (Edelman, 1972; TNO, 1964; Verruijt, 1974). In figuur 2 is deze afname van het debiet bij toename van de afstand (x) weergegeven. Aan de hand van figuur 3 kan geconcludeerd worden dat het effect van peilverschillen in de theorie oneindig ver door gaat. Praktisch gezien blijkt echter dat op een afstand groter dan driemaal de spreidingslengte (3λ) nog maar een beïnvloeding van 5% plaatsvindt.



Figuur 3 Afname van de invloed van een verschillend peil in het eerste watervoerende pakket voor gebieden met een rechte grens (naar Van der Gaast en Massop, 2003)

Op elke afstand vanaf de grens is ook de ratio tussen $(\varphi_p - \varphi_x)$ en q_x gelijk. Het polderpeil (φ_p) is immers een constante. Om de invloed van hydrologische ingrepen op veranderingen in de stijghoogte te kunnen bepalen kan formule 3 als volgt herschreven worden:

$$x = -\lambda \ln \left(\frac{(\varphi_{p2} - \varphi_x)}{(\varphi_{p2} - \varphi_{p1})/2} \right) \quad (5)$$

Met formule 5 kan de afstand tot de grens berekend worden voor elke stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket. Met deze formule kan in een GIS de afstand van verschillende verlagings- of verhogingsisohypsen bepaald worden (Van der Gaast en Van Bakel, 1997).

De formules van Mazure zijn gebaseerd op effectberekeningen in het eerste watervoerende pakket. In de meeste gevallen is men echter geïnteresseerd in de beïnvloeding op de freatische grondwaterstand. Voor effectberekeningen op de freatische grondwaterstand moet naast het toevoegen van de drainageweerstand, ook rekening gehouden worden met de weerstand die aanwezig is tussen het eerste watervoerende pakket en het freatische pakket (Van der Gaast en Stuyt, 2000)

De freatische grondwaterstand ligt altijd tussen het polderpeil en de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket (figuur 2). Indien er geen weerstands biedende laag aanwezig is en de c -waarde dus 0 dagen bedraagt, is de freatische grondwaterstand gelijk aan de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Bij een zeer lage drainageweerstand ten opzichte van de weerstand van het afdekkende pakket zal de freatische grondwaterstand het polderpeil benaderen (Van der Gaast en Massop, 2003).

Om de invloed van hydrologische ingrepen op veranderingen in de stijghoogte van het freatische grondwater te kunnen bepalen kan gebruik gemaakt worden van de volgende formule (Van der Gaast en Massop, 2003):

$$x = -\lambda * \ln \left(\frac{(\varphi_{p2} - \varphi_f)}{(\varphi_{p2} - \varphi_{p1})/2} \frac{c^*}{c_d} \right) \quad (6)$$

5.5 Waterhuishoudkundige maatregelen

Voor het ontwateringsadvies wordt bekeken in hoeverre de te verwachten effecten in het landbouwgebied kunnen worden gecompenseerd door waterhuishoudkundige maatregelen. Hierbij kan gedacht worden aan het aanpassen van het oppervlaktewaterpeil in het landbouwgebied, de aanleg van drainage en het verbreden of verdiepen van bestaande waterlopen. Ook de aanleg van nieuwe waterlopen is een mogelijkheid om de vernatting te compenseren. Deze laatste optie kost echter relatief veel areaal, waardoor in eerste instantie gekeken wordt naar de aanleg van buisdrainage. Voor het drainageontwerp wordt gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt:

$$L^2 = \frac{8k_2 dm + 4k_1 m^2}{q} \quad (7)$$

Waarin:

$$d = \frac{D}{1 + \frac{8D}{\pi L} \operatorname{Ln} \frac{D}{\pi r}} \quad (8)$$

Waarin:

L	: drainafstand	(m)
q	: specifieke afvoer	(m/d)
k, k_1, k_2	: doorlaatfactor	(m/d)
k_r	: radiale doorlaatfactor	(m/d)
m	: opbolling	(m)
d	: dikte van de equivalentlaag	(m)
D	: diepte van de ondoorlatende laag beneden draandiepte	(m)
r	: straal van de drain	(m)
u	: natte omtrek van de drain	(m)

6 Resultaten

6.1 De bodemgesteldheid

De resultaten van de bodemkartering bestaan o.a. uit een:

- Een boorpuntenkaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 3) met de locaties en nummers van de beschreven boringen;
- Een bodemkaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 4)
- Een Gt-kaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 5)
- Een keileemkaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 6)
- Twee tabellen met boor- en laaginformatie (bijlage 7 en 8);
- Tabel met de gegevens per kaarteenheden (bijlage 13).

De bodemgesteldheid van het onderzoeksgebied is weergegeven op de bodemkaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 4). Deze kaart geeft informatie over de gronden en het grondwaterstandsverloop, maar is alleen naar de bodemeenheden ingekleurd. De grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 12 500 (bijlage 5) geeft dezelfde informatie, maar is alleen naar grondwatertrappen ingekleurd.

In het onderzoeksgebied komen veengronden (10.4 ha), moerige gronden (61.2 ha), zandgronden (131.5 ha) en keileemgronden (10.8 ha) voor. De gronden zijn verder onderverdeeld in 9 verschillende bodemtypes (tabel 1).

Veengronden zijn gronden die tussen 0 en 80 cm – mv. voor meer dan de helft van de dikte uit veen bestaan. Ze komen in geringe oppervlakte voor in het noorden, oosten en zuidoosten van het gebied. Ze liggen vaak als een ingesloten laagte tussen de moerige gronden en zandgronden. De veengronden hebben meestal een zanddek; het organische-stofgehalte in de bovengrond varieert van 3-8 %. In het oosten van het gebied (perceel 18) komt een kaartvlak voor waarbij de bovengrond bestaat uit moerig materiaal (venig zand: 15-20% organische stof). Bij de veengrond in perceel 7 (bijlage 1) bestaat de ondergrond uit een dik pakket veenmosveen (bodemcode: zVs). In perceel 1 bestaat de ondergrond uit een relatief dun veenpakket dat tussen 60 en 80 cm – mv overgaat in dekzand; op de overgang van het veen naar het zand komt een meerbodemiaag voor (bodemcode: zVz). Bij de overige veengronden gaat het veenmosveen binnen 120 cm – mv. over in dekzand waarin zich een humuspodzol-B heeft ontwikkeld. De overgangslaag naar de zandondergrond is vaak gliedeachtig en slecht doorlatend. Het zand vlak onder de gliedelaag is vaak zeer fijn zandig en lemig en daardoor vaak ook minder goed doorlatend. Op basis van verschil in aard en dikte van boven- en ondergrond zijn de veengronden op de bodemkaart onderverdeeld in 4 legenda-eenheden (bodemtypes).

Moerige gronden zijn gronden met een moerige (venige) bovengrond of een moerige tussenlaag die binnen 40 cm – mv. begint en 10 tot 40 cm dik is. Op grond van de aard van de ondergrond, zand met humuspodzol-B, zijn alleen moerige podzolgronden onderscheiden. Alle moerige podzolgronden in het onderzoeksgebied hebben een zandbovengrond. Het humusgehalte in de bovengrond varieert van 4 tot 10%. De moerige podzolgronden komen verspreid in het onderzoeksgebied voor. Onder de bovengrond komt veelal een mengsel voor van veenmosveen en dekzand (met podzolresten). Binnen 80 cm – mv. gaat dit mengsel over in bruin tot grijsbruin, humusarm, leemarm tot zwak lemig, matig fijn zand. Plaatselijk komt op de overgang van het veenmosveen naar de humuspodzol-B een dunne gliedelaag voor. Sommige humuspodzol-B-horizonten zijn zeer fijnzandig en lemig ontwikkeld (kazige B-horizont). Bij bijna 60% van de moerige gronden gaat het dekzand tussen 60 en 120 cm – mv. over in keileem.

Zandgronden zijn minerale gronden die tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van hun dikte uit zand bestaan. Ze mogen geen moerige bovengrond of moerige tussenlaag hebben. De totale oppervlakte aan zandgronden bedraagt ca. 131.5 ha (ca. 60%). Omdat in het onderzoeksgebied alleen maar veldpodzolgronden voorkomen hoeft er geen verdere onderverdeling plaats te vinden op grond van bodemvorming (humuspodzol-B, hydromorfe kenmerken) en dikte van de bovengrond.

Veldpodzolgronden zijn zandgronden met een humuspodzol-B en met een humushoudende bovengrond dunner dan 30 cm. De veldpodzolgronden zijn onder relatief natte en voedselarme omstandigheden ontstaan. Door de meest neerwaartse beweging van het grondwater (inzijging) en het relatief zure milieu is ijzer in oplossing gegaan met als gevolg dat veel veldpodzolgronden zijn ontijzerd. Alleen in de humuspodzol-B of vlak daaronder kunnen zich enige ijzer- en aluminiumverbindingen hebben opgehoopt. Ze zorgen in combinatie met humusinspoeling vaak voor verkitting. De mate van verkitting is het grootst op die plekken waar een dik pakket

dekzand voorkomt. Begint de keileem relatief ondiep dan is ook het dekzand iets lemiger en daardoor minder verkit. De veelal zwarte, humushoudende bovengrond is 25-30 cm dik en bevat 3-8% organische stof. Het gemiddelde organische-stofgehalte bedraagt ca. 6%. De meeste veldpodzolgronden bestaan uit leemarm en zwak, matig fijn zand. Op plaatsen waar de keileem binnen 60 cm – mv. voorkomt zijn de bovengronden door de invloed van de keileem veelal sterk lemig. Dit is met name het geval in de Tachtig Bunder. Vlak onder de bovengrond komen plaatselijk nog resten veenmosveen voor die veelal vermengd zijn met de bruine inspoelingslaag (humuspodzol). Ook komen er lokaal nog plekken voor met loodzand (uitspoelingslaag; E-horizont). Veelal is dit grijswitte zand door grondbewerking opgenomen in de bovengrond of ondergrond en daardoor vaak minder goed waarneembaar. De loodzandlagen zijn het best ontwikkeld in leemarm materiaal. De ondergrond bestaat bij de meeste veldpodzolgronden uit bruingeel tot grijs leemarm, matig fijn dekzand. Bij veel veldpodzolgronden (ca. 60%) gaat het dekzand binnen 120 cm – mv. over in keileem. Op de wat hogere en schralere dekzandruggen begint de keileem meestal wat dieper of ontbreekt nagenoeg. Op deze plekken treffen we ook vaak het ten opzichte van dekzand wat grovere keizand aan. Naar textuur van de bovengrond zijn binnen de veldpodzolgronden 3 legenda-eenheden onderscheiden.

Keileemgronden zijn minerale gronden die tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van hun dikte uit keileem bestaan. De keileemgronden (ca. 11 ha) hebben een humeus zanddek dat bestaat uit sterk lemig, matig fijn zand. Vlak onder de bovengrond komt vaak een keizandachtige overgangslaag voor met enkele stenen. De keileem begint net binnen 40 cm. De eerste 20 cm is vaak zandig ontwikkeld of enigszins verweerd. Soms wordt de keileem onderbroken door één of meerdere lagen die zandig zijn. Vaak gaat de keileem binnen 250 cm – mv. over in premorenaal zand (Formatie van Eindhoven). De keileemgronden komen alleen voor in het gebied Tachtig Bunder.

De toevoegingen die op de bodemkaart en in het digitale bestand voorkomen, geven informatie over kenmerken van de bodem die we niet konden of wilden gebruiken als criterium bij het indelen van de gronden. In totaal zijn er 4 toevoegingen onderscheiden. Twee toevoegingen hebben betrekking op het voorkomen van keileem binnen 120 cm – mv. Daarbij is een onderverdeling gemaakt naar begindiepte (40-80 cm – mv. en 80-120 cm – mv.). De andere twee toevoegingen hebben betrekking op menselijke ingrepen als grondbewerking en afgraving.

.../X: keileem beginnend tussen 40 en 80 cm – mv.

Gronden met deze toevoeging (ca. 61 ha) komen voornamelijk voor ten westen van de Fochteloërveenweg. De toevoeging komt het meeste voor bij de veldpodzolgronden.

.../x: keileem beginnend tussen 80 en 120 cm – mv.

Gronden met deze toevoeging (ca. 57 ha) komen verspreid voor in het gebied. De toevoeging komt het meeste voor bij de moerige podzolgronden en de veldpodzolgronden.

.../F: dieper dan 40 cm verwerkt

Gronden met deze toevoeging (ca. 53 ha) komen vooral voor in het noordwesten van het gebied. Het betekent meestal dat de lagen tot maximaal 80 cm – mv. met elkaar zijn vermengd. Vaak is de grondbewerking bedoeld om het stagnerende effect van veen- en/of (verkitte) zandlagen te verminderen of op te heffen.

.../G: meer dan 40 cm afgegraven

Gronden met deze toevoeging (ca. 7 ha) komen voor in het gebied de Tachtig Bunder, ten noorden van het fietspad. Een van oorsprong hoge zandrug is hier waarschijnlijk afgegraven. Door de afgraving ontbreekt veelal de humuspodzol-B en rust de bovengrond direct op geelgrijs, humusarm dekzand.

Het grondwaterstandsverloop is van betekenis voor de water- en luchthuishouding van de grond. Het grondwaterstandsverloop geven we op kaart weer met grondwatertrappen (bijlage 5). Op basis van een combinatie van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt een grondwatertrap ingedeeld. Het vaststellen van GHG en GLG is gebaseerd op profielkenmerken, vegetatie, relatieve hoogteverschillen, waterhuishouding en metingen. Bij het vaststellen van de grondwatertrap zijn grondwaterstandmetingen in peilbuizen en boorgaten (bijlage 11) belangrijke hulpmiddelen om de schattingen te toetsen en eventueel bij te stellen. De grondwaterstanden die in de eerste 43 boorgaten zijn gemeten, zijn grondwaterstanden die onder GHG-niveau lagen, omdat er sprake was van een vorstperiode en de periode voorafgaande aan de vorstperiode was ook niet al te nat. De metingen in de boorgaten vanaf boor_nr 44 waren duidelijk natter, maar hierbij zijn de grondwaterstanden nadelig beïnvloed door sneeuw en smeltende sneeuw.

In totaal hebben we 8 grondwatertrappen (tabel 2) onderscheiden. Door de stagnerende werking van de keileem treden grote fluctuaties op. Meer dan 70% van de oppervlakte aan gronden heeft een GHG ondieper dan 40 cm – mv. Dit betekent dat veel gronden in de winterperiode vrij nat zijn. In de zomerperiode zakken de grondwaterstanden op veel plaatsen tot dieper dan 150 cm – mv.

De keileemkaart geeft extra informatie over de verbreiding van de keileem. Omdat de begindiepte van de keileem (bovenste getal) en de dikte van het keileempakket (onderste getal) van belang zijn voor het voorspellen van de effecten van de vernatting, zijn beide gegevens op de keileemkaart weergegeven. De keileem (code: x2, in bijlage 8) die in het onderzoeksgebied voorkomt is over het algemeen vrij homogeen van samenstelling. Het materiaal bestaat uit een mengsel van klei, leem en zand en enkele grindjes. Soms komt er een steen in het mengsel voor. De bovenste 100 à 150 cm van de grijze keileem is veelal roestig (foto 2) en gaat op een diepte waar zich ongeveer de GLG bevindt, over in blauwgrijze keileem. Dieper dan 200 cm – mv. is de blauwgrijze keileem enigszins slap. Soms wordt de keileem onderbroken door een laag die zandig is. Het materiaal wordt zandige keileem (code: x1) genoemd. Wanneer het materiaal nog maar weinig leem en klei bevat dan spreken we van keizand. Het keizand (code: xz) komt veelal ook voor op de overgang van dekzand naar keileem. Ten westen van de Fochteloërveenweg gaat de keileem bijna overal binnen 250 cm – mv. over in het fijnzandige, premorenale zand (Formatie van Eindhoven). In het onderzochte deel van het Compagnonsveld loopt de keileem plaatselijk door tot 350 cm – mv. Dit is hoofdzakelijk het geval in de zuidelijke helft van het Compagnonsveld. Ten westen van de Fochteloërveenweg begint de keileem op veel plaatsen binnen 60 cm – mv. Ten oosten van de Fochteloërveenweg begint de keileem gemiddeld genomen dieper. Ter hoogte van de parkeerplaats (omgeving diepboorlocatie 1), in het noorden van het gebied, ontbreekt de keileem plaatselijk of is vrij dun.



Foto 2 Een grondboring met keileem

Tabel 1 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden bodemtypen

Hoofdcode	Benaming	Ha	%Ha
aVp	Madeveengrond; veenmosveen op dekzand met humuspodzol (kazig)	3.2	1.5
zVs	Meerveengrond; veenmosveen op zeggeveen; zand dieper dan 120 cm - mv.	2.1	1.0
zVp	Meerveengrond; veenmosveen op dekzand met humuspodzol (kazig)	4.6	2.1
zVz	Meerveengrond; veenmosveen en zeggeveen; zand binnen 120 cm - mv.	0.5	0.2
zWp	Moerige podzolgrond met zanddek	61.2	28.3
Hn51	Veldpodzolgrond; bovengrond bestaat uit leemarm, matig fijn zand	47.5	22.0
Hn53	Veldpodzolgrond; bovengrond bestaat uit zwak lemig, matig fijn zand	44.1	20.4
Hn55	Veldpodzolgrond; bovengrond bestaat uit sterk, matig fijn zand	39.9	18.5
zKX	Keileemgrond	10.8	5.0

Tabel 2 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden Gt-klassen

Gt-klasse	GHG cm – mv.	GLG Cm – mv.	Ha	%Ha
IIIa	0-25	80-120	9.9	4.6
Vao	0-25	120-180	65.6	30.4
Vbo	25-40	120-180	35.5	16.4
Vad	0-25	180-220	2.7	1.3
Vbd	25-40	180-220	39.8	18.4
Vlo	40-80	120-180	18.5	8.6
Vld	40-80	180-220	34.1	15.8
Vlld	80-140	220-280	7.8	3.6

6.2 De doorlatendheidsmetingen en diepboringen

Dankzij de gevolgde werkwijze, waarbij in eerste instantie de bodem en Gt-kaart is gemaakt en de boorgaten open gelaten zijn, was het mogelijk, op basis van de actuele grondwaterstand en materiaalsoort, vier meetlocaties (bijlage 3) te selecteren. In tabel 3 is een overzicht van de resultaten weergegeven. De uitkomsten hebben betrekking op 1 locatie per materiaalsoort, waarbij in twee boorgaten duplo metingen zijn uitgevoerd. Bij de meting is over een periode van ongeveer 2 minuten om de 10 seconden een meting uitgevoerd, waardoor ruim 10 waarden per meting worden verkregen. Voor het relatief goed doorlatende keizand zijn een aantal metingen niet meegenomen bij de middeling, aangezien bij controle is gebleken dat het drukverschil na verloop van tijd te gering is en niet meer voldoet aan de criteria. Op basis van deze waarden is een inschatting van de onnauwkeurigheid gegeven in de vorm van de standaarddeviatie. Uit eerder onderzoek is gebleken dat een schatting van de onzekerheid op deze wijze meestal de totale onzekerheid omvat (Massop e.a., 2005).

In de keileem is maar één meting uitgevoerd. De doorlatendheid van dit materiaal is zeer laag, waardoor metingen veel tijd in beslag nemen. Dit heeft er toe geleid dat er om praktische redenen maar één meting in een relatief zandig ontwikkeld traject van de keileem kon worden uitgevoerd. Deze meetwaarde kan tevens gezien worden als maximum waarde voor de doorlatendheid van de keileem.

Tabel 3 Resultaten van de doorlatendheidsmetingen met de boorgatenmethode

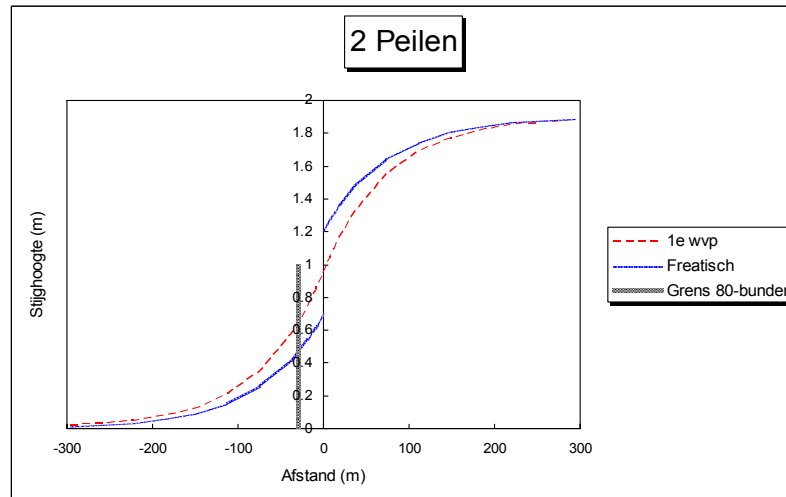
Materiaal­soort	Locatie omgeving boor_nr	k-waarde m/d	Standaarddeviatie m/d
Dekzand	1003	0.53	0.17
Keileem	1019	0.04	Maximum
Keizand	1001	1.57	0.57
Premorenaal zand	1008	0.58	0.18

Om meer inzicht te krijgen in de k-waarde en dikte van het premorenaal pakket, de Formatie van Eindhoven en de zandig ontwikkelde Formatie van Peelo, zijn een drietal diepe boringen tot in de potklei verricht (bijlage 14). De dikte van het pakket blijkt ongeveer 10 meter te bedragen, met uitzondering van de noordoost hoek (omgeving diepboorlocatie 1). Op deze locatie (bijlage 1) is een boring tot een diepte van 15 m – mv. verricht en is de potklei niet aangetroffen. Naast de diepboringen is voor de bepaling van het doorlaatvermogen een putproef bij diepboorlocatie 2 uitgevoerd. Het resultaat van de putproef is een doorlaatvermogen van 20 m²/dag,

hetgeen ongeveer overeenkomt met een k-waarde van 2 m/d.

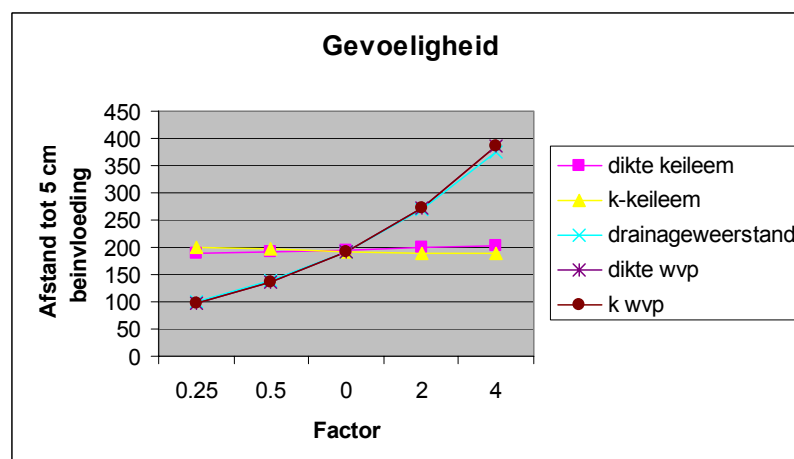
6.3 De effecten

Voor het bepalen van de effecten van ingrepen is gebruik gemaakt van een spreadsheet waarin de formules uit paragraaf 5.4 zijn opgenomen. Door gebruik te maken van deze formules kan inzicht verkregen worden in de te verwachten effecten. Daarnaast kunnen ze worden gebruikt om voor een aantal situaties de effecten te kwantificeren. In figuur 4 is een voorbeeld, gebaseerd op een gemiddelde situatie in het gebied, van de analytische berekening weergegeven.



Figuur 4 Voorbeeld van de analytische berekening

In de berekening die ten grondslag ligt aan de bovenstaande figuur is uitgegaan van een peilverschil van 1.9 m, een keilempakket van 1.5 m met een k-waarde van 0.02 m/d, een watervoerend pakket met een dikte van 10 m met een gemiddelde k-waarde van 2 m/d en een drainageweerstand van 200 dagen. De effectberekening kan gezien worden als een berekening voor de gemiddelde situatie in het gebied, waarbij de effecten op de freatische grondwaterstand relatief gering zijn. Voor de interactie tussen het effect op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand is vooral de dikte en doorlatendheid van de keileem in relatie tot de drainageweerstand van belang. Voor de laterale (horizontale) uitstraling van het opzetten van het peil is vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket van belang. In figuur 5 is de gevoeligheid van verschillende parameters op de freatische grondwaterstand weergegeven. In de figuur is de afstand weergegeven waarop een effect op de freatische grondwaterstand van 5 cm te verwachten is. Uit de figuur komt naar voren dat vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket van belang is voor de te verwachten effecten. Daarnaast is ook de drainageweerstand van belang. De weerstand van de keileem heeft veel minder effect op de te verwachten verhoging van de freatische grondwaterstand. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de weerstand van de keileem een relatief gering effect heeft op de laterale (horizontale) verbreiding van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket, terwijl dit wel de drijvende kracht is achter de ruimtelijke effecten.

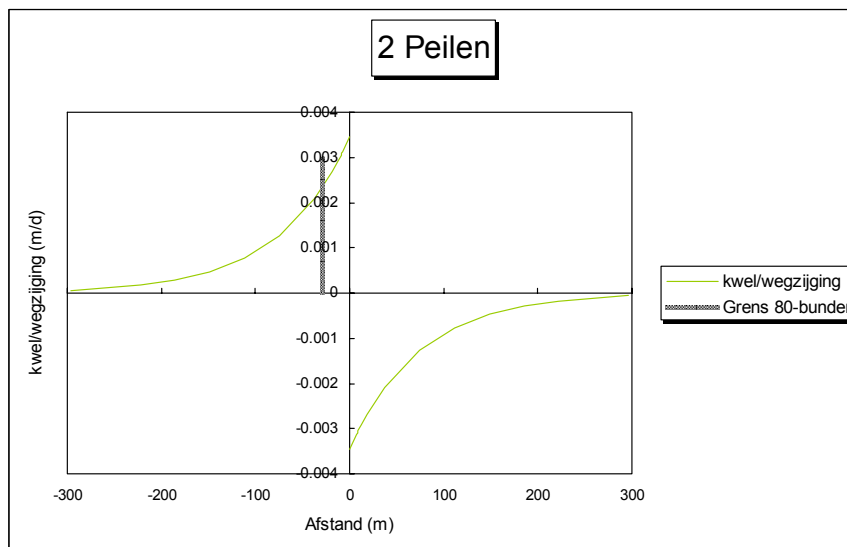


Figuur 5 De gevoeligheid van verschillende parameters op het te verwachten effect in het freatisch grondwater
7 Mogelijke oplossingen binnen de Tachtig Bunder.

Voor het nivelleren van de effecten wordt gekeken naar twee opties, namelijk de aanleg van buisdrainage zonder peilaanpassing in het landbouwgebied en de betekenis van een eventuele peilaanpassing van 20 cm in het landbouwgebied.

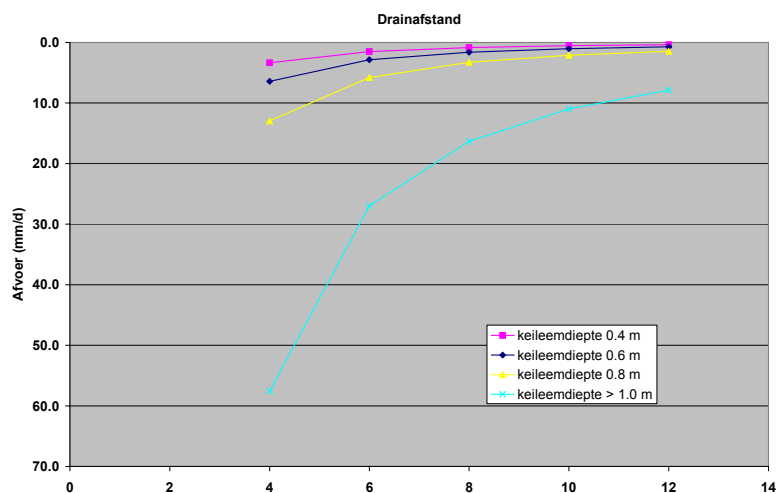
7.1 Aanleg buisdrainage

Voor de aanleg van buisdrainage wordt er van uitgegaan dat de grondwaterstandsverhoging moet worden gecompenseerd. Op basis van de analytische berekeningen kan de verticale stroming als gevolg van de peilverhoging worden bepaald in de vorm van een toename van de kwel. In figuur 6 is voor de gemiddelde situatie de kwel/wegzijing weergegeven. In het toekomstig natuurgebied (rechter kant van de figuur) neemt de wegzijing af naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Omgekeerd geldt voor het landbouwgebied dat de kwel afneemt naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Om hier op in te kunnen spelen is het gewenst de aanleg van buisdrainage aan te passen aan de afstand tot de grens. Vooral in de zone grenzend aan het Compagnonsveld is de kwel in het landbouwgebied groot. In de eerste 100 meter neemt de kwel af van ongeveer 3.5 mm/d naar ongeveer 1 mm/d. Indien de keileem ontbreekt is de maximale kwel in de zone grenzend aan het Compagnonsveld ongeveer 5 mm/d.



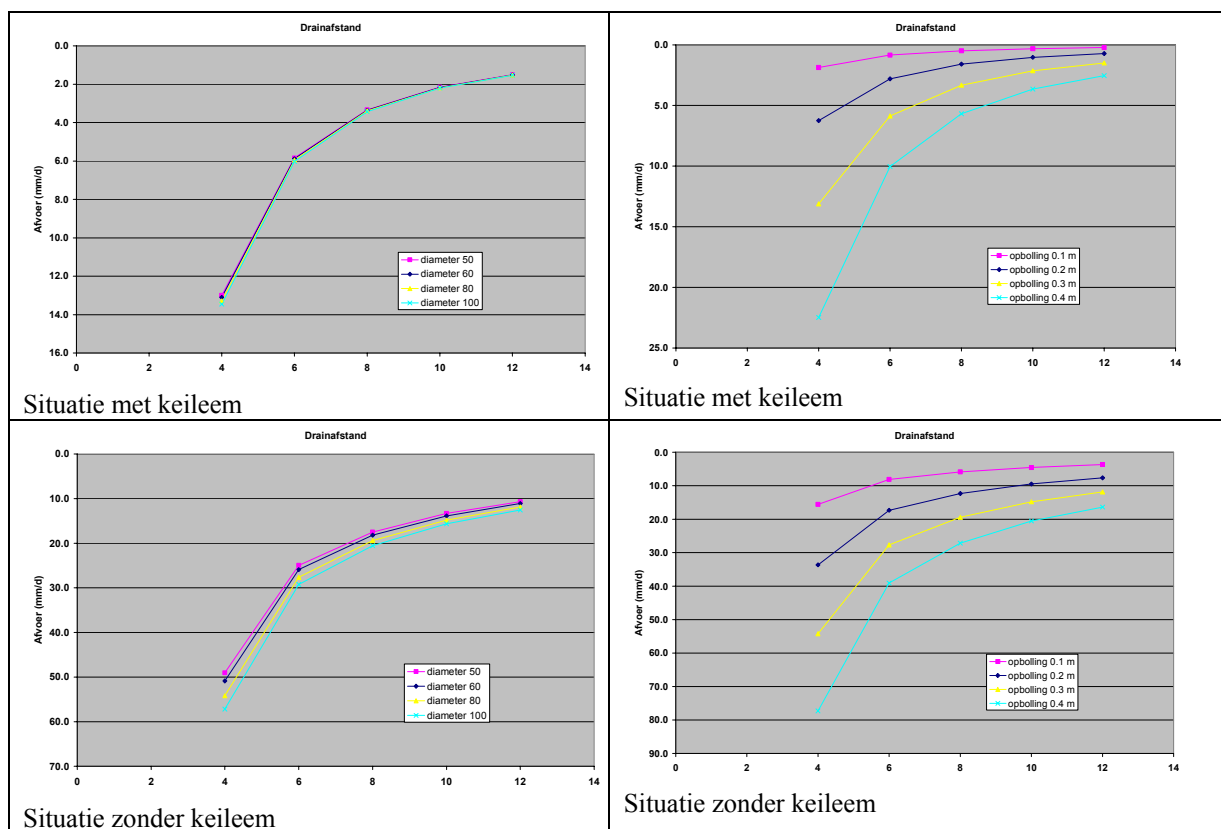
Figuur 6 Gemiddelde situatie van de kwel en wegzijing

Om de invloed van de keileemdiepte op de drainage weer te geven zijn er een aantal berekeningen uitgevoerd voor verschillende keileemdiepten. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt. Voor verschillende drainafstanden en keileemdieptes is de mogelijke afvoer berekend. In de figuur komt duidelijk naar voren dat de diepte van de keileem veel invloed heeft op de afvoer. Bij de berekeningen is namelijk gebruik gemaakt van een opbolling van 30 cm. Indien de drainage in de keileem ligt is bij een gelijkblijvende opbolling de horizontale doorstroming beperkend.



Figuur 7 Afvoer bij verschillende drainafstanden in relatie tot de keilemdiepte

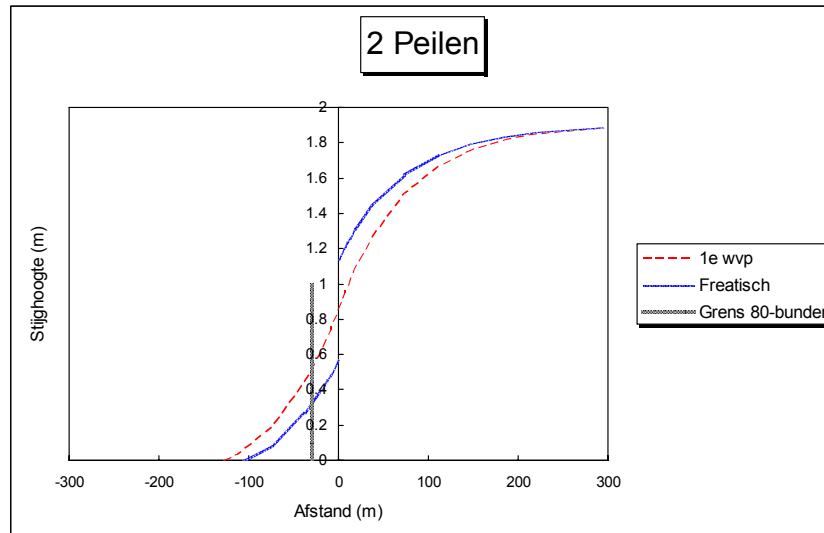
Op basis van de bovenstaande figuur zijn de vervolgberekeningen uitgevoerd voor de situatie met en zonder keileem (figuur 8). In de figuren is gekeken wat het effect is van de draindiameter en de opbolling en is vervolgens voor verschillende drainafstanden de mogelijke afvoer weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de diameter van de drain maar een relatief gering effect heeft op de mogelijke afvoer. De opbolling is daarentegen in hoge mate bepalend voor de afvoer. Indien wordt uitgegaan van het compenseren van de vernatting mag bij de situatie met keileem op basis van de berekeningen nabij de grens een kwel van ongeveer 3,5 mm/dag worden verwacht. Om dit te compenseren is een drainafstand van 6 m bij een opbolling van 30 cm voldoende. Bij een draindiepte van 70 cm is de grondwaterstand in deze situatie 40 cm – mv. De kwel neemt echter snel af bij toename van de afstand tot de grens. Op een afstand van 50 meter is de kwel ongeveer 2 mm/d. Als gevolg hiervan is de opbolling bij een drainafstand van 6 meter ongeveer 20 cm, waardoor de grondwaterstand uitkomt op ongeveer 50 cm – mv bij een draindiepte van 70 cm. Bij een afstand van 100 meter is de opbolling als gevolg van kwel nog ongeveer 10 cm bij dezelfde drainafstand.



Figuur 8 Afvoeren bij verschillende drainafstanden bij situaties met en zonder keileem

7.2 Aanpassing van het peil in het landbouwgebied

In figuur 9 is het effect van een peilverlaging in het landbouwgebied van 20 cm weergegeven. Deze peilaanpassing heeft tot gevolg dat de ruimtelijke effecten in het landbouwgebied door deze compenserende maatregel worden beperkt. Voor de gemiddelde situatie worden de effecten beperkt tot een invloed van ongeveer 100 meter (vergelijk figuur 4 en 9). Doordat het peilverschil als gevolg van de verlaging nog groter is wordt de zone grenzend aan het Compagnonsveld weliswaar smaller, maar zijn de effecten nabij de grens groter. De kwel in deze zone neemt enigszins toe.



Figuur 9 Effect van een peilverlaging van 20 cm in het landbouwgebied

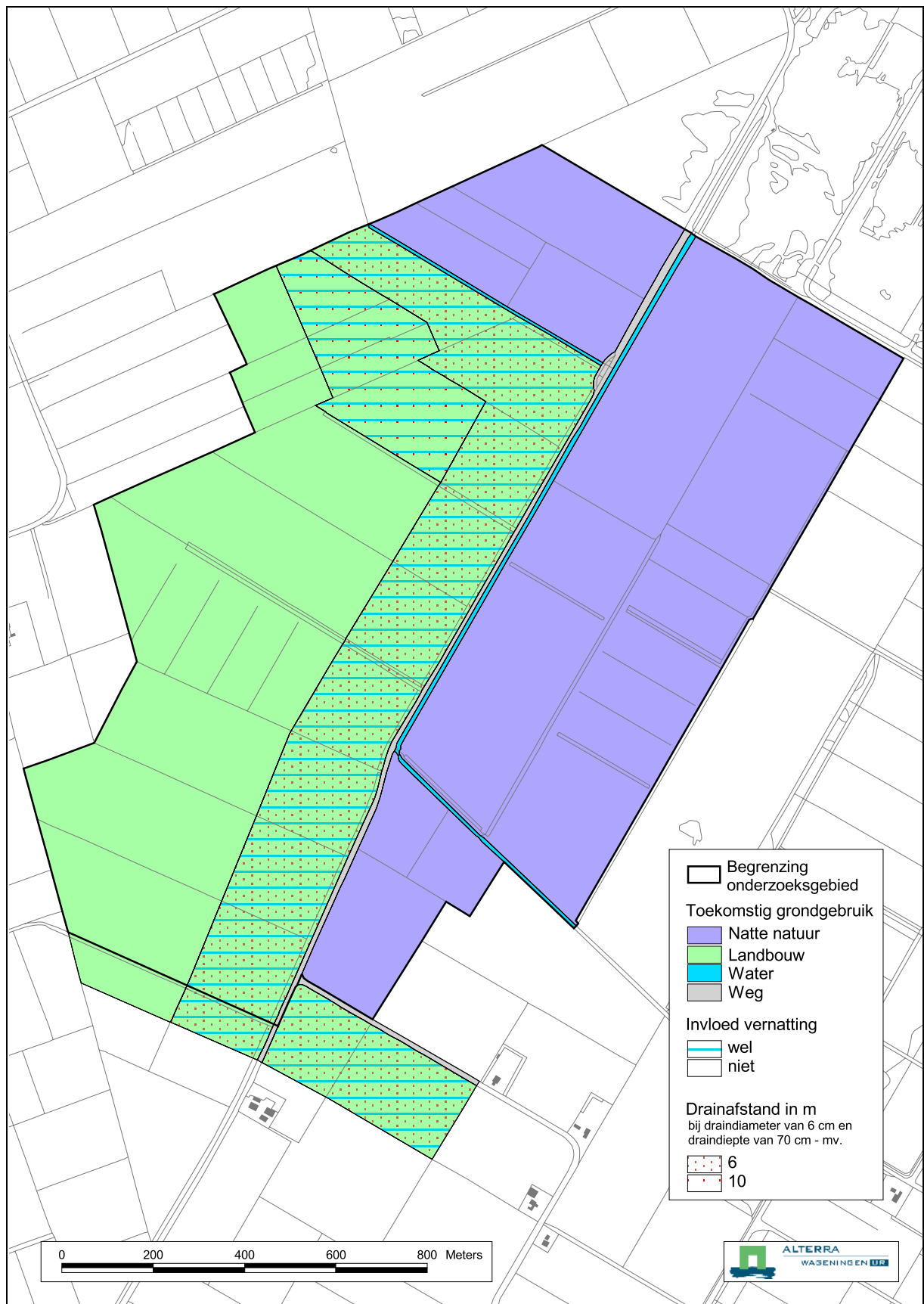
8 Het ontwateringsadvies

Het ontwateringsadvies beperkt zich alleen tot de gebieden (figuur 10) die door de peilverhoging worden beïnvloed. Dat neemt niet weg dat ook de landbouwgronden die buiten de beïnvloeding liggen, en door de aanwezigheid van keileem in het najaar, de winter en het vroege voorjaar vrij nat kunnen zijn, eveneens drainagebehoefte zijn.

Voor de aanleg van drainage wordt uitgegaan van een draindiepte van 70 cm – mv. Het relatief ondiep leggen van de drains heeft als voordeel dat de drainage op minder locaties in de keileem komt te liggen en er door de hogere ontwateringsbasis iets meer tegendruk aan de kwel wordt gegeven. Het is van belang de drainage vooral in de keileem in sleuven te leggen die opgevuld worden met grof zand. Om de drainage te bevorderen is het raadzaam de sleuf tot aan de bouwvoor op te vullen. Mede hierdoor is het mogelijk om te werken met een draindiameter van 6 cm. Op de gronden waar de keileem dieper dan 80 cm – mv. (zie keileemkaart; bijlage 6) begint is het niet nodig de drainsleuven op te vullen met grof zand. Verder is het van belang om te draineren in de breederichting van de percelen. Op deze manier wordt de drainage haaks gelegd op de beweringsrichting, hetgeen vooral bij aardappelteelt de drainerende werking bevordert. Door in de breederichting te draineren is het ook eenvoudiger de drainafstanden aan te passen aan de afstand tot de grens waar het peil is opgezet. Om praktische redenen worden ruimtelijk niet al te veel verschillen in draindiameter, draindiepte en drainafstanden voorgesteld. De draindiameter en draindiepte zijn in het voorstel vastgezet op respectievelijk 6 cm en 70 cm – mv. Bij de aanleg van de drainage is het aan te raden om rekening te houden met de ligging van de bestaande drains. Ook al werken ze niet meer optimaal, ze leveren toch een bijdrage aan de afvoer. In figuur 10 is een kaart weergegeven met de geadviseerde draindiameter, draindiepte en drainafstand. In het kaartje is tevens aangegeven tot hoever de beïnvloeding van de peilverhoging in het Compagnonsveld ongeveer reikt. Dit houdt dan ook automatisch de grens in tot waar gedraineerd zou moeten worden. De totale oppervlakte aan te draineren grond bedraagt ca. 61 ha. Op ca. 11 ha volstaat een drainafstand van 10 m.

In de zone van 50-100 m, grenzend aan het Compagnonsveld, zal de kwel het grootst zijn. Deze kwel zal voor een deel worden afgevangen door de vaart (Vierde Opwijk) vlak langs en ten oosten van de Fochteloërveenweg. De drains zullen hier continu afvoeren, en neerslag zal resulteren in een verhoging van de freatische grondwaterstand. Voor een situatie met keileem nabij de grens met een kwel van 3 tot 4 mm/dag is de opbolling als gevolg van kwel tussen de 20 en 30 cm. Uitgaande van een draindiepte van 70 cm – mv. is de grondwaterstand ongeveer 45 cm, zonder rekening te houden met verdamping. In de zomer, met relatief hoge verdamping, wordt de kwel deels weggevangen. In het vroege voorjaar en het najaar, wanneer de verdamping gering is, zal bij veel neerslag de grondwaterstand stijgen, waardoor een nattere situatie ontstaat dan in het groeiseizoen. Hierdoor is het vooral in een zone van 50-100 m langs de weg niet eenvoudig te allen tijde een gewenste situatie te handhaven, terwijl dit wel de locatie is waar de toegang tot het perceel gelegen is. Er vanuitgaande dat er in de Tachtig Bunder langs de Fochteloërveenweg en langs de Compagnonweg goede bermsloten komen zal er in combinatie met de intensieve drainage geen nattere situatie ontstaan dan in de huidige situatie. Dat in de strook vlak langs de Fochteloërveenweg en Compagnonweg de situatie na ingreep zelfs nog iets verbetert ten opzichte van de huidige situatie blijkt uit de berekende verschillen tussen de huidige GHG en GLG met de toekomstige GHG en GLG (figuur 11).

Naast een goede werking van de drainage is het ook van belang dat het water dat via de drains of via andere wegen in de sloten komt, vlot in westelijke richting wordt afgevoerd. Dit betekent dat in de Tachtig Bunder een aantal sloten en waterlopen moet worden aangepast.



Figuur 10 Beïnvloedingskaart en de compenserende maatregelen, schaal 1 : 12 500



Figuur 11 Verschil in GHG en GLG tussen huidige en toekomstige situatie

9 Conclusies en aanbevelingen

Als gevolg van het geringe doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket is de ruimtelijke verbreiding van de grondwaterstandsverhoging als gevolg van het voorgenomen peilverschil relatief gering (ca. 200 m). De combinatie van een geringe pakketdikte met een niet al te grote doorlatendheid (k -waarde = 2 m/dag) heeft tot gevolg dat er een relatieve weerstand (kleine spreidingslengte) is tegen laterale (zijwaartse/horizontaal) stroming, waardoor het effect beperkt blijft.

Doordat de potklei in het noorden van het onderzoeksgebied niet binnen een diepte van 15 m – mv. is aangetroffen is niet met zekerheid te zeggen dat de potklei overal voorkomt. Hierdoor kunnen de effecten in dit deel van het gebied worden onderschat.

Het effect van de peilverhoging in het Compagnonsveld op de grondwaterstanden in het landbouwgebied Tachtig Bunder is iets overschat omdat bij de analytische berekening geen rekening is gehouden met het ‘wegvangend effect’ van de vaart ten oosten van de Fochteloërveenweg (Vierde Opwijk) en de breedte van de weg en wegbermen (totale afstand ca. 30 m).

In een groot deel van het onderzoeksgebied komen door de aanwezigheid van keileem, in natte perioden, schijngrondwaterspiegels voor. Dit blijkt o.a. uit een groot areaal gronden met Gt V (GHG < 40 cm – mv.; GLG > 120 cm - mv). In dergelijke situaties is het moeilijk een verband te leggen tussen een verhoging van de GHG en de verhoging van het peil in het Compagnonsveld. De hoge grondwaterstanden zijn meer een gevolg van de neerslag in combinatie met stagnatie op de keileem dan de aanvoer van onderaf. De voorgestelde intensieve drainage in combinatie met het opvullen van de drainsleuven met grof zand zal bijdragen aan het verlagen van de hoge freatische grondwaterstand die optreedt als gevolg van stagnatie op de keileem. Alleen in perioden met een zeer hoge neerslagintensiteit zal, net als in de huidige situatie, wateroverlast optreden als gevolg van het ‘volregegen’ van het dunne zandpakket boven de keileem. De wateroverlast zal echter dankzij de intensieve drainage van korte duur zijn.

De voorgenomen inrichting van de randzone van het Fochteloërveen en de hiermee samenhangende stijging van de grondwaterstand in het landbouwgebied Tachtig Bunder kan door compenserende maatregelen (drainage in combinatie met enige aanpassingen van sloten en waterlopen) worden genivelleerd. Door de drainage zal de GHG gemiddeld ca. 10 cm omlaag gaan in de zone van 50-100 m, grenzend aan het Compagnonsveld. Bij de verder van het Compagnonsveld afgelegen gronden zal de GHG gemiddeld met ca. 15 cm omlaag gaan. De GLG 's gaan respectievelijk met gemiddeld 40 cm (zone dichtst bij het Compagnonsveld) en gemiddeld 25 cm omhoog. Bij de gronden met ondiep keileem en die het dichtst tegen de Fochteloërveenweg en Compagnonweg aanliggen (eerste 25 m) is de kans op wateroverlast in perioden met veel neerslag het grootst. Een goede bermsloot in combinatie met een goede waterafvoer moet ervoor zorgen dat de gronden daar niet oververzadigd raken. Dit is vooral van belang omdat vanaf deze kant veelal de toegang tot de percelen is.

Uit de verschillen tussen de huidige GHG en GLG en de toekomstige GHG en GLG blijkt dat de toekomstige ontwaterings situatie wat de GHG betreft, met 10-15 cm wordt verlaagd. De GLG gaat daarentegen 25-50 cm omhoog. Dit betekent dat de gronden er per saldo op vooruitgaan. Door de drainage (diepere GHG) en de invloed van de vernatting in het Compagnonsveld (ondiepere GLG) worden de fluctuaties geringer. In het groeiseizoen zullen de gronden langer profiteren van het grondwater dat via capillaire stroming vanuit het grondwater naar de wortelzone gaat. In het najaar, de winter en het vroege voorjaar zal de drainage de verhoogde grondwaterstanden nivelleren of zelfs iets verlagen.

Een peilverlaging van 20 cm in het landbouwgebied is een alternatief. Door het grotere peilverschil wordt de kwel vlak bij de grens met het Compagnonsveld groter. De zone van beïnvloeding wordt echter kleiner. In hoeverre de kosten van peilverlaging opwegen tegen de lagere drainagekosten doordat de beïnvloedingszone (ca. 100 m) smaller is, is niet nader onderzocht.

Om de grondwaterstanden vóór en na de ingreep met elkaar te kunnen vergelijken, is aan te bevelen om zo snel mogelijk peilbuizen te plaatsen. Bij het plaatsen van de peilbuizen moet erop worden gelet dat de filters zo worden geplaatst, dat wanneer er keileem voorkomt, dat ze niet door de keileem steken. Het is gewenst om in het landbouwgebied twee raaien aan te leggen, één op de plaats waar de keileem nagenoeg ontbreekt en één op de plaats waar veel keileem voorkomt. De keileemkaart kan hierbij van dienst zijn.

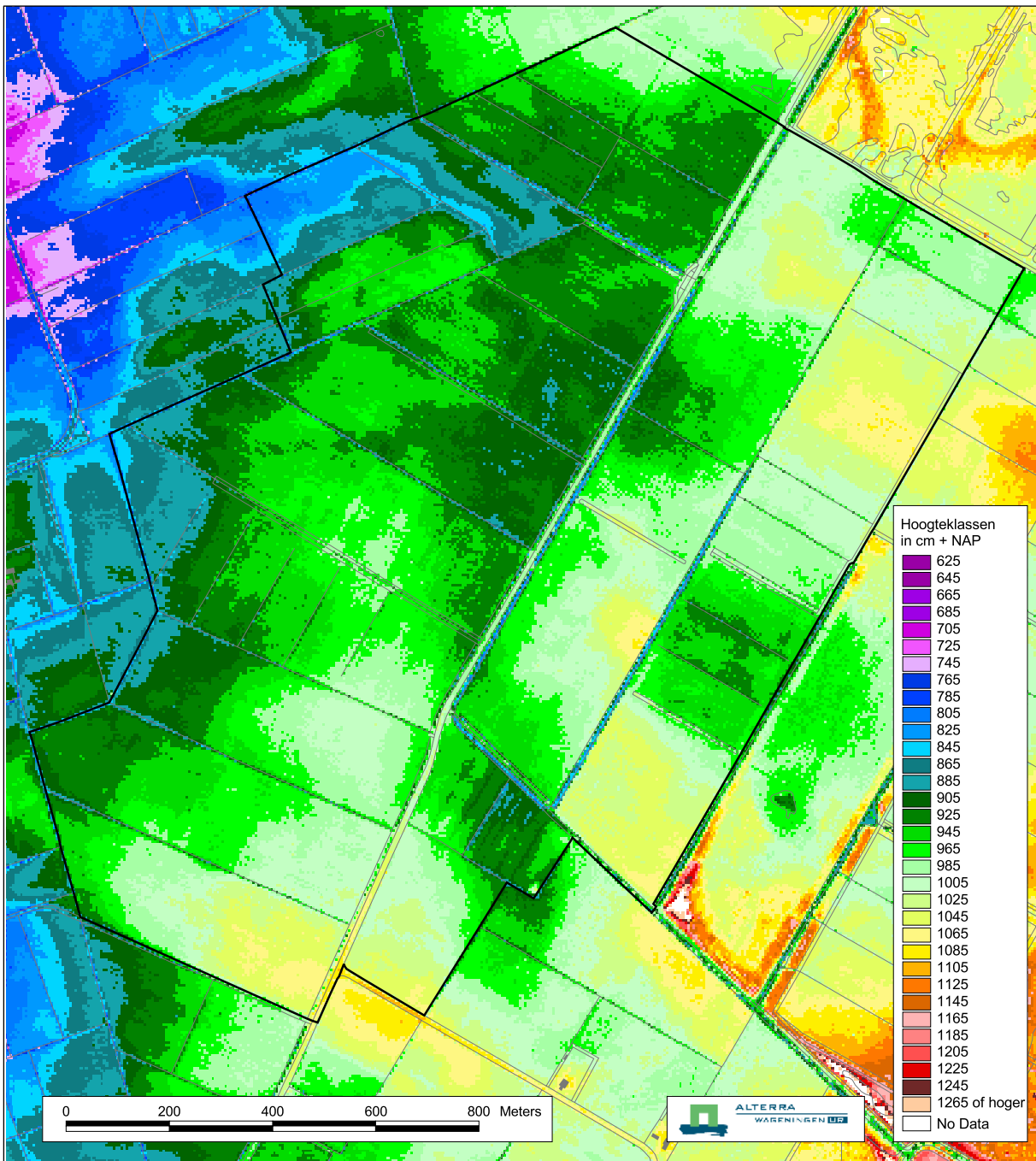
Literatuur

- Bakker, H.J. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Tweede gewijzigde druk, bewerkt door D.J. Brus en C. van Wallenburg. Wageningen, PUDOC.
- Brus, D.J. en E. Kiestra, 2002. *Kan de efficiëntie van bodemkarteringen op schaal 1 : 10 000 worden vergroot met het Actuele Hoogtebestand Nederland?* Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 498.
- Bodemkaart van Nederland, 1971. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartblad Blad 11 Oost Heerenveen*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Bodemkaart van Nederland, 1991. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartblad Blad 12 West Assen*. Wageningen, SC-DLO.
- Edelman, H.J., 1972. *Groundwater hydraulics of extensive aquifers*. International institute for land reclamation and improvement, ILRI, bulletin 13, Wageningen.
- Hurk, J.A. van de, 1963. *De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Ooststellingwerf-Zuid*. Bennekom, Stichting voor Bodemkartering.
- Gaast, J.W.J. van der en P.J.T. van Bakel, 1997. *Verdroging door droge en natte rijksinfrastructuur in Overijssel en Gelderland; een verkennende studie*. Rapport 500, DLO Staring Centrum, Wageningen
- Gaast, J.W.J. van der en L.C.P.M. Stuyt, 2000. *Drainagevergunningen. Methodiek voor de beoordeling van aanvragen voor de aanleg van buisdrainage*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 012.
- Gaast, J.W.J. van der en H.Th.L. Massop, 2003. *Spreidingslengte voor het beheersgebied van Waterschap Veluwe. Een maat voor het bufferzonebeleid*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 653.
- Massop, H.Th.L., J.W.J. van der Gaast en E. Kiestra, 2005. *De doorlatendheid van de bodem voor infiltratie doeleinden. Een gebiedsdekkende inventarisatie voor het Waterschap Peel en Maasvallei*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1212.
- Mazure, J.P., 1936. *Geohydrologische gesteldheid van de Wieringermeer*. Algemene landsdrukkerij, pp 67-131, 's-Gravenhage.
- Rus, J.S., M.J. van Houten, G. Geertsma en M. Bakker, 2001. *Integraal waterbeheer Fochteloërveen*. IWACO-rapport 25272.
- TNO, 1964. *Steady flow of ground water towards wells*. TNO, The Hague.
- Verruijt, A., *Theory of groundwater flow*. Macmillan and Co LTD, London.
- Wit, K.E., J.M.P.M. Peereboom, H.Th.L. Massop en J.W.J. van der Gaast, 1995. *Modelstudie Waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving; systeemverkenning en resultaten meetprogramma*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. SC-DLO-rapport 347.
- Walsum, P.E.V. van en A.A. Veldhuizen, 1996. *Modelstudie waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving; simulatie van scenario's voor het waterbeheer met SIMGRO*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. SC-DLO-rapport 399.

Bijlagen

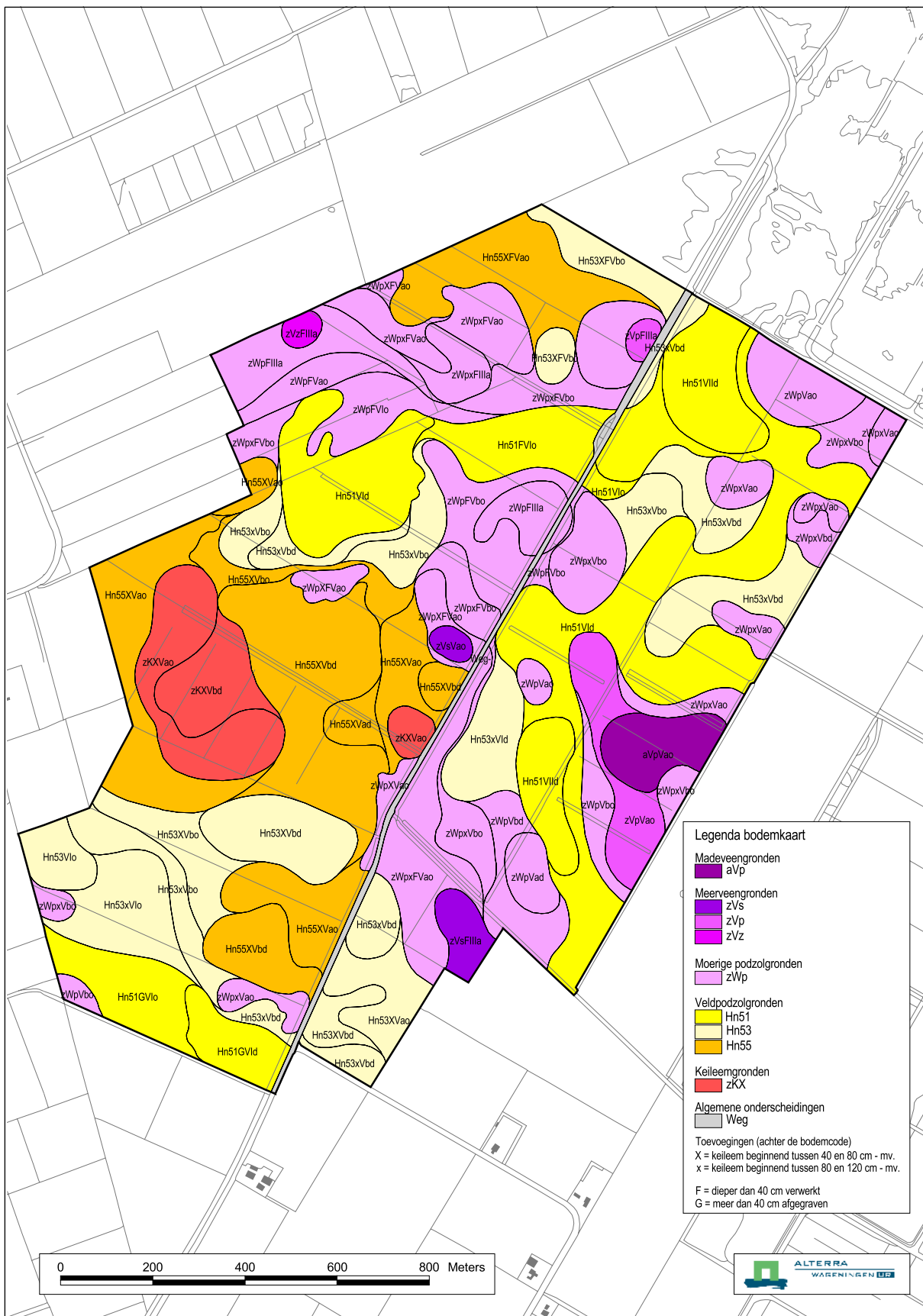
Bijlage 1 Situatiekaartje

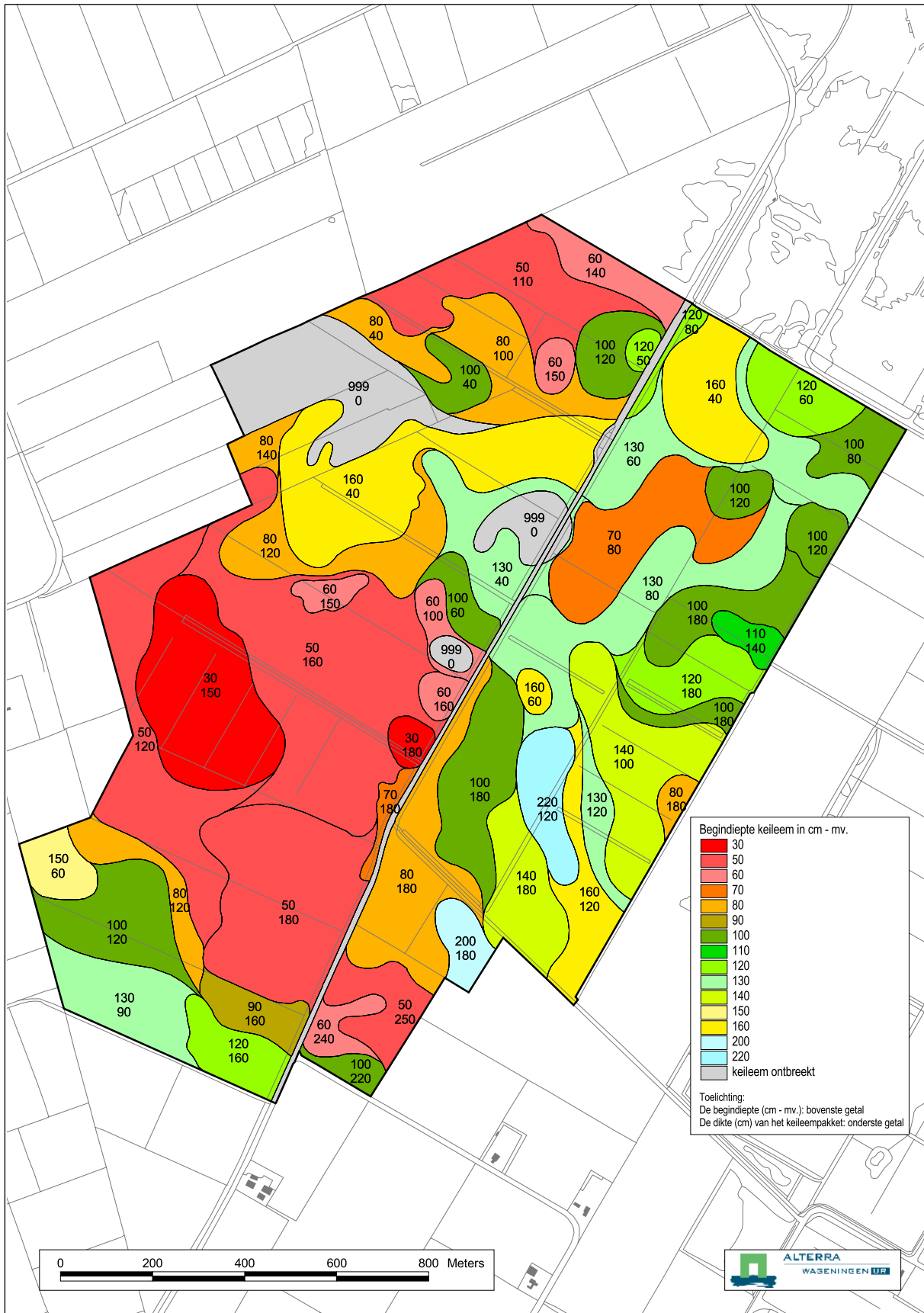




Bijlage 3 Boorpuntenkaart, schaal 1 : 12 500







Bijlage 7 De boorpuntinformatie van de beschreven boringen

Boor nr	Tkrt c	Kar teerder	Jaar	Maand	Bodem gebruik	Stpc voor	Stpc sub	Stpc cijf	Stpc kalk	Stpc acht	Stpc verg	GHG	GLG	Stpc gt	Bew
1001	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432			F	45	130	Vlo	50
1002	12C	KIE	2006	1	AM		2m	432		x7	F	25	150	Vbo	70
1003	12C	KIE	2006	1	AM		2r	431		t17	F	55	160	Vlo	55
1004	12C	KIE	2006	1	AM		2m	423			F	15	105	IIIa	55
1005	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432		x8	F	35	150	Vbo	60
1006	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432		x18	F	60	160	Vlo	60
1007	12C	KIE	2006	1	GR		2m	432		x9	F	10	115	IIIa	50
1008	12C	KIE	2006	1	GR		2m	432		x8	F	15	125	Vao	50
1009	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432		x13	F	90	200	VIIId	60
1010	12C	KIE	2006	1	AM		2m	432		x10	F	35	165	Vbo	60
1011	12C	KIE	2006	1	GX		1t	s			F	15	130	Vao	40
1012	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432		x6	F	35	200	Vbd	55
1013	12C	KIE	2006	1	AM		2r	432		x8	F	35	180	Vbo	50
1014	12C	KIE	2006	1	GR		2m	423		x15	F	50	175	Vlo	50
1015	12C	KIE	2006	1	GR		2m	432		x8		25	160	Vbo	40
1016	12C	KIE	2006	1	GR		2m	431				50	165	Vlo	40
1017	12C	KIE	2006	1	GR		2l	433			F	20	125	Vao	40
1018	12C	KIE	2006	1	GR		2l	432				15	105	IIIa	30
1019	12C	KIE	2006	1	AM		2r	433		x6		35	185	Vbd	45
1020	12C	KIE	2006	1	AM	z	K4p	235	c		F	30	200	Vbd	40
1021	12C	KIE	2006	1	AM		2r	433		x5		30	185	Vbd	50
1022	12C	KIE	2006	1	AM		2r	433		x5		35	190	Vbd	50
1023	12C	KIE	2006	1	AM		2r	433		x5		15	170	Vao	45
1024	12C	KIE	2006	1	AA	z	K4p	225	c			25	195	Vbd	50
1025	12C	KIE	2006	1	AA		2r	433		x5		25	170	Vbo	50
1026	12C	KIE	2006	1	GR		2r	433		x5		25	185	Vbd	50
1027	12C	KIE	2006	1	AA		2r	433		x4		30	200	Vbd	50
1028	12C	KIE	2006	1	AG	z	K4p	235	c			30	185	Vbd	50
1029	12C	KIE	2006	1	AG	z	K4p	235	c			15	170	Vao	40
1030	12C	KIE	2006	1	AG		2r	433		x5		15	165	Vao	40
1031	12C	KIE	2006	1	GR	z	K4p	215	c			15	160	Vao	40
1032	12C	KIE	2006	1	GR		2r	432		x5		30	190	Vbd	50
1033	12C	KIE	2006	1	GR		2r	432		x5		30	200	Vbd	50
1034	12C	KIE	2006	1	GR		2r	432		x5		20	160	Vao	45
1035	12C	KIE	2006	1	GR		2r	431		x16		50	165	Vlo	40
1036	12C	KIE	2006	1	GR		2r	432		x10		50	210	VId	40
1037	12C	KIE	2006	1	GR		2r	432		x5		30	160	Vbo	40
1038	12C	KIE	2006	1	GR		2r	433		x5		25	175	Vbo	45
1039	12C	KIE	2006	1	AA		4i	431		x10	G	50	200	VId	45
1040	12C	KIE	2006	1	AA		2r	431		x13	F	60	220	VId	60
1041	12C	KIE	2006	1	AA		2r	431		x13	F	60	175	Vlo	50
1042	12C	KIE	2006	1	AA		2r	431		x13	G	50	160	Vlo	70
1043	12C	KIE	2006	1	AA		2r	432		x10	F	45	170	Vlo	65

Bijlage 7 De boorpuntformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Tkrt c	Kar teerder	Jaar	Maand	Bodem gebruik	Stpc voor	Stpc sub	Stpc cijf	Stpc kalk	Stpc acht	Stpc verg	GHG	GLG	Stpc gt	Bew
1044	12C	KIE	2006	2	GR		2m	432		x10	F	30	160	Vbo	60
1045	12C	KIE	2006	2	GR		2r	432		x6	F	30	160	Vbo	45
1046	12C	KIE	2006	2	GR		2m	432		x8	F	15	155	Vao	50
1047	12C	KIE	2006	2	GR		2r	433		x4	F	25	160	Vbo	45
1048	12C	KIE	2006	2	GR		2r	433		x5	F	15	160	Vao	40
1049	12C	KIE	2006	2	GR		2r	433		x4	F	10	140	Vao	40
1050	12C	KIE	2006	2	GR		2r	432		x6	F	30	145	Vbo	45
1051	12C	KIE	2006	2	BL		1t	p8		x12	F	5	100	IIla	50
1052	12C	KIE	2006	2	AG		2r	431		x16	F	90	220	VIIId	50
1053	12C	KIE	2006	2	AG		2m	423				20	160	Vao	40
1054	12C	KIE	2006	2	AG		2m	432		x9		15	165	Vao	45
1055	12C	KIE	2006	2	AG		2r	432		x13		70	200	VId	40
1056	12C	KIE	2006	2	AG		2r	431			F	105	225	VIIId	50
1057	12C	KIE	2006	3	AG		2r	431		x12	F	60	195	VId	50
1058	12C	KIE	2006	3	AG		2r	432		x7		40	185	Vbd	40
1059	12C	KIE	2006	3	AG		2m	423		x10		25	195	Vbd	40
1060	12C	KIE	2006	3	AG		2r	431		x14	F	60	230	VId	45
1061	12C	KIE	2006	3	AG		2r	431		x14		40	190	VId	45
1062	12C	KIE	2006	3	AG		2m	431		x6		25	165	Vbo	40
1063	12C	KIE	2006	3	AG		2r	432		x11		60	190	VId	45
1064	12C	KIE	2006	3	AG		2r	432		x22		50	190	VId	40
1065	12C	KIE	2006	3	AG		2r	432		x13		50	185	VId	50
1066	12C	KIE	2006	3	AG		2r	432				55	200	VId	40
1067	12C	KIE	2006	3	GR		2r	431			F	75	200	VId	50
1068	12C	KIE	2006	3	GR		1h	p5		x16		5	140	Vao	40
1069	12C	KIE	2006	3	GR		1h	p5		x17		10	140	Vao	40
1070	12C	KIE	2006	3	GR		1t	p8		x12		5	140	Vao	40
1071	12C	KIE	2006	3	GR		2r	433		x11		35	190	Vbd	45
1072	12C	KIE	2006	3	GR		2r	431		x22	F	100	210	VIIId	45
1073	12C	KIE	2006	3	GR		2r	432		x9		60	200	VId	40
1074	12C	KIE	2006	3	GR		2m	432		x9		35	175	Vbo	40
1075	12C	KIE	2006	3	GR		2r	431		x23		100	230	VIIId	30
1076	12C	KIE	2006	3	GR		2r	431		x18	F	60	200	VId	45
1077	12C	KIE	2006	3	GR		2m	432		x14	F	30	190	Vbd	45
1078	12C	KIE	2006	3	GR		1t	s			F	10	115	IIla	40
1079	12C	KIE	2006	3	GR		2m	432		x8		15	175	Vao	40
1080	12C	KIE	2006	3	GR		2r	432		x8		25	185	Vbd	40
1081	12C	KIE	2006	3	GR		2r	432		x6		30	185	Vbd	40
1082	12C	KIE	2006	3	GR		2r	432		x5		15	150	Vao	40

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1001	1	0	30	1Ap	3.5			12	160			692	30		
1001	2	30	70	1BCe1	1.0			10	165			693	80		enkele veenr.
1001	3	70	100	1BCe2	0.5			10	170			411	120		
1001	4	100	180	1BCe3	0.4			8	185			520	160	XZ	
1002	1	0	30	1Ap	6.0			17	165			693	30		
1002	2	30	70	2A/B/Cu	16.0	DZ						693	40		zand+veen
1002	3	70	150	3Cg	0.5		20	36	165	1	5	510	10	X2	
1002	4	150	170	3Cr	0.4		20	36	165	1	4	510	10	X2	
1002	5	170	250	4Cr	0.3			12	145			490	110	PM	
1003	1	0	30	1Ap	4.0			9	165			692	40		
1003	2	30	60	1A/E/B	2.0			9	165			693	60		
1003	3	60	150	1BCe1	0.4			7	165			411	110		
1003	4	150	170	1BCe2	0.3			16	145			412	40		
1003	5	170	240	2Cr	1.0		11	40	100			422	15	LL	
1003	6	240	250	3Cr	0.3			12	145			490	110	PM	
1004	1	0	25	1Ap	6.0			20	155			692	20		
1004	2	25	35	2Cw	70.0	DV						693	35	VA	zwart veenmos
1004	3	35	60	2Cu	20.0	DZ						693	35		zand+br.veenmos
1004	4	60	80	3Bhe	1.0			30	115			412	20		lossleemachtig
1004	5	80	110	3Ce	0.4			8	165			412	110		steentjes
1004	6	110	200	3Cr	0.3			12	160			412	90		steentjes
1005	1	0	30	1Ap	5.0			12	165			692	30		
1005	2	30	65	1A/E/B	2.0			10	165			693	40		veenresten
1005	3	65	80	1BCe	0.4			8	165			411	70		
1005	4	80	120	2Cg	0.3		20	36	165	1	5	510	10	X2	
1005	5	120	150	3Cg	0.3			14	165			520	60	XZ	
1005	6	150	220	4Cr	0.3			12	145			490	110	PM	
1006	1	0	30	1Ap	4.0			12	165			692	30		
1006	2	30	60	1A/E/Bhe	2.0			10	165			693	40		
1006	3	60	130	1BCe1	0.4			8	165			411	90		
1006	4	130	180	1BCe2	0.4			10	170			520	70	XZ	
1006	5	180	220	2Cr	0.3		16	31	160	1	4	510	15	X2	
1006	6	220	250	3Cr	0.3			12	140			490	90	PM	
1007	1	0	25	1Ap	8.0			16	160			692	30		
1007	2	25	60	1BC/Cu	25.0	DZ		16	160			693	30		zand+veen
1007	3	60	90	1BCe	0.4			10	165			411	30	WH	
1007	4	90	160	2Cgr	0.3		16	32	165	1	5	510	15	X2	
1007	5	160	200	3Cr	0.3			14	140			490	90	PM	
1008	1	0	25	1Ap	6.0			16	160			693	30		
1008	2	25	60	1A/B/Cu	10.0			12	165			693	30		Veenresten
1008	3	60	80	1Ce	0.4			12	170			520	40	XZ	
1008	4	80	100	2Cg	0.3		15	25	170	1	5	510	30	X1	
1008	5	100	130	3Cer	0.3			14	155			490	80	PM	
1008	6	130	180	3Cr	0.3			12	155			490	80	PM	
1009	1	0	25	1Ap	6.0			14	160			692	30		
1009	2	25	60	1A/B/Cw	6.0			14	160			693	40		Veenresten
1009	3	60	130	1BCe	0.4			8	165			411	90		
1009	4	130	170	2Cg1	0.3		13	22	165	1	5	510	30	X1	

1009	5	170	250	2Cg2	0.3		18	30	165	1	4	510	15	X2	
------	---	-----	-----	------	-----	--	----	----	-----	---	---	-----	----	----	--

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1010	1	0	25	1Ap	6.0			16	160			692	30		
1010	2	25	60	1Bhe/Cu	25.0	DZ						693	30		podzol+veenmos
1010	3	60	100	1BCe	0.4			12	160			411	60		
1010	4	100	150	2Cg	0.3		18	36	165	1	5	510	15	X2	
1010	5	150	170	3Ce	0.3			14	155			520	60	XZ	
1010	6	170	220	4Cr	0.3			12	145			490	90	PM	
1011	1	0	40	1Ap	7.0			18	160			692	30		
1011	2	40	140	2Cu	80.0	S						150	15		tot 80 heterog.
1011	3	140	180	2Cr1	80.0	S						150	15		
1011	4	180	250	2Cr2	80.0	C						130	15		fijne structuur
1012	1	0	30	1Ap	6.0			15	160			692	40		
1012	2	30	55	1Bhe/2Cu	4.0			13	165			693	40		veenresten
1012	3	55	80	3Cg1	0.4		13	20	170	1	5	510	40	X1	
1012	4	80	150	3Cg2	0.3		18	34	165	1	5	510	15	X2	
1012	5	150	210	3Cg3	0.3		18	34	165	1	4	510	15	X2	
1012	6	210	245	3Cr	0.3		18	34	165	1	4	510	15	X2	
1012	7	245	250	4Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1013	1	0	25	1Ap	5.0			13	160			692	30		
1013	2	25	50	1Bhe/BC	2.0			10	165			693	40		
1013	3	50	80	1Ce	0.3			12	170			520	80	XZ	stenen
1013	4	80	200	2Cg	0.3		18	36	165	1	5	510	15	X2	zandlens op 180
1013	5	200	240	2Cr	0.3		18	36	165	1	4	510	15	X2	
1013	6	240	250	3Cr	0.3			12	145			490	110	PM	
1014	1	0	30	1Ap	6.0			12	160			692	30		
1014	2	30	60	2Cu	50.0	DV						693	15		veen+gliede
1014	3	60	85	3Bhe	3.0			20	145			412	20		
1014	4	85	150	3BCe	0.4			8	165			411	80		
1014	5	150	220	4Cgr	0.3		18	34	160	1	4	510	15	X2	
1014	6	220	250	5Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1015	1	0	30	1Ap	7.0			20	155			692	20		
1015	2	30	55	2Cu	80.0	S						150	20		br. jong veenm.
1015	3	55	65	3Bhe	2.0			12	165			411	30		
1015	4	65	80	3BCe	0.4			10	165			411	55		
1015	5	80	120	4Cg	0.3		17	32	165	1	5	510	15	X2	
1015	6	120	180	5Ce	0.3			8	175			520	70	XZ	
1015	7	180	220	6Cr	0.3		13	25	175	1	4	510	30	X1	
1015	8	220	250	7Cr	0.3			12	145			490	110	PM	
1016	1	0	35	1Aap	6.0			14	165			692	30		E-resten
1016	2	35	55	2Cu	75.0	S						150	15		iets gliede
1016	3	55	75	3Bhe	2.0			8	170			411	30	SB	
1016	4	75	170	3BCe	0.4			8	170			411	40	SB	
1016	5	170	220	3Cer	0.3			8	170			520	80		
1017	1	0	30	1Ap	3.5			12	160			693	30		
1017	2	30	80	1Bhe/Cu	10.0			20	155			693	15		glierestten
1017	3	80	120	1Ce	0.5			8	170			520	30	XZ	waterhard
1017	4	120	150	1Cr	0.3			12	145			490	110	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1018	1	0	30	1Ap	3.5			14	160			692	30		
1018	2	30	50	2Cu	80.0	S						150	15		
1018	3	50	65	3Cu	50.0	GL						150	5		meerbodemachtig
1018	4	65	90	4BCe	1.0			12	170			411	30		
1018	5	90	110	4Cer	0.5			8	200			520	60	XZ	
1018	6	110	180	4Cr	0.3			8	200			520	80	XZ	verspoeld
1019	1	0	30	1Ap	6.0			18	160			692	30		
1019	2	30	50	1Bhe	2.0			14	160			693	30		iets veen
1019	3	50	60	1BCe	0.5			12	165			411	50		
1019	4	60	80	2Cg1	0.3		14	25	165	1	5	510	25	X1	
1019	5	80	120	2Cg2	0.3		20	36	165	1	5	510	10	X2	
1019	6	120	165	2Cg3	0.3		15	28	165	1	5	510	25	X1	
1019	7	165	210	2Cg4	0.3		18	35	165	1	4	510	10	X2	
1019	8	210	220	2Cr	0.3		18	35	165	1	4	510	10	X2	blauw
1019	9	220	250	3Cgr	0.3			12	145			490	100	PM	
1020	1	0	25	1Ap	5.0			22	160			693	20		
1020	2	25	40	1A/C	3.0			24	160			693	20		keileemresten
1020	3	40	180	2Cg	0.4		20	38	165	1	5	510	10	X2	
1020	4	180	220	3Cgr	0.3			12	145			490	100	PM	
1020	5	220	240	3Cr	0.2			12	145			490	100	PM	
1021	1	0	25	1Ap	6.0			19	160			692	25		
1021	2	25	45	1Bhe	1.5			17	165			411	40		moderachtig
1021	3	45	185	2Cg	0.4		20	38	165			510	10	X2	zandlens op 120
1021	4	185	220	2Cr	0.3		20	38	165			510	10	X2	blauwgrijs
1021	5	220	250	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1022	1	0	25	1Ap	5.5			20	165			692	25		
1022	2	25	50	1Bhe	1.0			18	165			520	40	XZ	bijna moder
1022	3	50	80	2Cg1	0.4		14	25	170	1	5	510	40	X1	
1022	4	80	120	2Cg2	0.3		20	35	170	1	5	510	10	X2	
1022	5	120	140	2Cg3	0.3		13	24	170	1	5	510	40	X1	
1022	6	140	190	2Cg4	0.3		20	36	170	1	5	510	10	X2	
1022	7	190	200	2Cr	0.3		20	36	170	1	4	510	10	X2	
1022	8	200	250	3Cr	0.3			14	140			490	100	PM	
1023	1	0	25	1Ap	6.0			28	160			692	20		
1023	2	25	35	1Bhe	2.0			25	160			411	20		
1023	3	35	50	1BCe	1.0			14	165			411	40		
1023	4	50	170	2Cg	0.4		22	39	165	1	5	510	10	X2	
1023	5	170	200	3Cgr	0.3			16	155			490	80	PM	
1023	6	200	220	3Cr	0.3			14	140			490	100	PM	
1024	1	0	25	1Ap	7.0			20	160			692	25		
1024	2	25	35	1Bhe	1.0			18	160			411	25		bijna moder
1024	3	35	45	2Cu	0.5		13	25	165	1	5	510	25	X1	
1024	4	45	170	2Cg	0.3		20	36	165	1	5	510	10	X2	zandlens op 80
1024	5	170	210	3Cgr	0.3			12	140			490	100	PM	
1024	6	210	240	3Cr	0.3			12	140			490	100	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1025	1	0	25	1Ap	7.5			24	160			692	20		
1025	2	25	45	1Bhe	2.5			18	160			411	25		
1025	3	45	120	2Cg1	0.4		20	36	165	1	5	510	10	X2	
1025	4	120	170	2Cg2	0.3		11	20	170	1	5	510	40	X1	
1025	5	170	240	2Cr	0.3		20	36	165	1	4	510	10	X2	blauwgrijs
1025	6	240	250	3Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1026	1	0	25	1Ap	7.5			24	160			692	20		
1026	2	25	45	1Bhe	1.5			19	160			411	30		enkele stenen
1026	3	45	100	2Cg	0.4		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1026	4	100	130	3Cg	0.3			11	170			520	80	XZ	
1026	5	130	170	4Cg	0.3		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1026	6	170	185	4Cr	0.3		20	37	165	1	4	510	10	X2	blauwgrijs
1026	7	185	210	5Cgr	0.3			12	145			490	100	PM	
1026	8	210	240	5Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1027	1	0	25	1Ap	7.5			25	165			692	20		
1027	2	25	40	1Bhe	2.0			20	165			411	20		
1027	3	40	165	2Cg1	0.3		20	36	165	1	5	510	10	X2	
1027	4	165	190	2Cg2	0.3		20	36	165	1	4	510	10	X2	
1027	5	190	220	3Cgr	0.3			12	140			490	100	PM	
1027	6	220	250	3Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1028	1	0	25	1Ap	7.0			24	165			692	20		
1028	2	25	35	1Bhe	2.0			20	165			411	25		
1028	3	35	135	2Cg	0.3		20	37	165	1	5	510	10	X2	20 cm verweerd
1028	4	135	170	3Cg	0.3			12	155			520	80	XZ	
1028	5	170	200	3Cgr	0.3			11	145			490	100	PM	
1028	6	200	220	3Cr	0.3			11	145			490	100	PM	
1029	1	0	30	1Ap	7.0			24	160			692	20		
1029	2	30	135	2Cg1	0.4		22	38	170	1	5	510	10	X2	
1029	3	135	170	2Cg2	0.3		10	18	175	1	5	510	40	X1	zandlens
1029	4	170	200	3Cr	0.3			11	140			490	100	PM	
1030	1	0	25	1Ap	12.0			22	160			692	20		
1030	2	25	50	1Bhe	2.0			20	160			411	20		
1030	3	50	80	2Cg1	0.4		20	38	165	1	5	510	10	X2	
1030	4	80	130	2Cg2	0.3		20	38	165	1	4	510	10	X2	
1030	5	130	165	2Cgr	0.3		10	18	165	1	4	510	40	X1	gelaagd
1030	6	165	200	3Cr	0.4			12	155			490	100	PM	houtresten
1031	1	0	30	1Ap	7.0			22	160			692	20		
1031	2	30	100	2Cg1	0.4		10	18	165	1	5	510	40	X1	gelaagd
1031	3	100	150	2Cg2	0.3		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1031	4	150	220	2Cr	0.3		20	37	165	1	4	510	10	X2	blauwgrijs
1031	5	220	250	3Cr	0.3			12	140			490	110	PM	
1032	1	0	25	1Ap	7.0			16	165			692	30		
1032	2	25	35	1A/E/B	3.0			14	165			693	35		
1032	3	35	50	1Bhe	2.0			12	165			411	40		
1032	4	50	110	2Cg	0.4		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1032	5	110	160	3Cg	0.3			15	170			520	80	XZ	
1032	6	160	190	4Cg	0.3		20	37	170	1	4	510	10	X2	
1032	7	190	250	4Cr	0.3		20	37	170	1	4	510	10	X2	blauwgrijs

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1033	1	0	30	1Ap	7.0			16	165			692	30		
1033	2	30	40	1A/Bhe	6.0			16	165			693	30		
1033	3	40	55	1BCe	1.0			14	165			411	40		
1033	4	55	160	2Cg1	0.3		22	40	170	1	5	510	10	X2	
1033	5	160	195	2Cg2	0.3		22	40	170	1	4	510	10	X2	
1033	6	195	245	2Cr	0.3		22	40	170	1	4	510	10	X2	
1033	7	245	250	3Cr	0.3			12	155			490	100	PM	
1034	1	0	25	1Ap	7.0			16	165			692	30		
1034	2	25	40	1A/E/B	4.0			14	165			693	30		
1034	3	40	55	1BCe	0.6			11	170			520	40		
1034	4	55	135	2Cg	0.3		22	39	170	1	5	510	10	X2	
1034	5	135	165	3Cg	0.3			12	145			490	100	PM	
1034	6	165	180	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1035	1	0	25	1Ap	6.0			9	165			692	30		
1035	2	25	40	1A/E/Bhe	4.0			9	165			693	30		
1035	3	40	55	1Bhe	2.5			7	165			411	20	SB	
1035	4	55	85	1BCe1	0.6			7	165			411	25	SB	
1035	5	85	165	1BCe2	0.4			7	165			411	60		onderin stenen
1035	6	165	225	2Cr	0.3		20	38	165	1	4	510	10	X2	
1035	7	225	250	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1036	1	0	25	1Ap	6.0			12	165			692	30		
1036	2	25	35	1A/E/B	3.0			10	160			693	40		
1036	3	35	60	1Bhe	1.5			10	165			411	30	SB	
1036	4	60	100	1BCe	0.5			10	170			411	40	SB	stenen
1036	5	100	130	2Cg1	0.3		10	18	170	1	5	510	40	X1	
1036	6	130	210	2Cg2	0.3		20	37	170	1	4	510	10	X2	
1036	7	210	250	3Cr	0.3			12	140			490	110	PM	
1037	1	0	30	1Ap	9.0			15	160			692	30		
1037	2	30	40	1A/Bhe	11.0			15	160			693	30		veenresten
1037	3	40	45	1BCe	0.5			15	165			520	40	XZ	
1037	4	45	140	2Cg	0.3		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1037	5	140	220	2Cr	0.3		20	37	165	1	4	510	10	X2	
1037	6	220	250	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1038	1	0	30	1Ap	7.5			18	165			692	20		veenrestje
1038	2	30	45	1Bhe	2.0			18	165			411	20		
1038	3	45	55	1BCe	0.5			16	170			520	30	XZ	
1038	4	55	135	2Cg	0.3		20	38	170	1	5	510	10	X2	
1038	5	135	175	3Cg	0.3			16	175			520	80	XZ	
1038	6	175	245	4Cr	0.3		20	38	175	1	4	510	10	X2	
1038	7	245	250	5Cr	0.2			12	140			490	110	PM	
1039	1	0	25	1Ap	2.5			8	160			692	40		
1039	2	25	40	1A/C	1.0			8	160			693	60		iets podzol
1039	3	40	100	1Ce	0.2			8	160			411	120		iets roest
1039	4	100	190	2Cg	0.3		20	37	165	1	5	510	10	X2	
1039	5	190	250	2Cgr	0.3		20	37	165	1	4	510	10	X2	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1040	1	0	25	1Ap	3.0			8	165			692	40		
1040	2	25	65	1A/E/Bhe	2.5			8	165			693	60		
1040	3	65	135	1BCe	0.4			8	170			411	90		
1040	4	135	210	2Cg	0.3		20	37	170	1	4	510	10	X2	
1040	5	210	250	2Cgr	0.3		20	37	170	1	4	510	10	X2	
1041	1	0	25	1Ap	3.0			8	165			692	35		
1041	2	25	65	1A/B/C	1.5			8	165			693	60		E-resten
1041	3	65	130	1Ce	0.3			8	165			411	80		stenen
1041	4	130	175	2Cg	0.3		18	34	165	1	4	510	15	X2	
1041	5	175	200	2Cgr	0.3		18	34	165	1	4	510	15	X2	
1041	6	200	240	3Cr	0.2			11	150			490	110	PM	
1042	1	0	30	1Ap	3.0			8	160			692	30		
1042	2	30	70	1A/E/C	2.0			8	160			693	30		iets veen+podzr
1042	3	70	130	1Ce	0.3			8	165			411	100		
1042	4	130	160	2Cg	0.3		15	30	170	1	4	510	25	X1	
1042	5	160	200	2Cgr	0.3		15	30	170	1	4	510	25	X1	
1042	6	200	220	3Cr1	0.3			14	170			520	90	XZ	
1042	7	220	250	3Cr2	0.3			12	145			490	110	PM	
1043	1	0	25	1Ap	5.0			11	165			692	30		
1043	2	25	65	1A/E/Bhe	2.5			11	165			693	40		veenresten
1043	3	65	100	1BCe	0.4			11	165			411	60		
1043	4	100	135	2Cg	0.3		18	35	170	1	5	510	15	X2	
1043	5	135	210	2Cr	0.3		18	35	170	1	4	510	15	X2	blauwgrijs
1043	6	210	220	3Cgr	0.3			14	165			520	60	XZ	
1043	7	220	250	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1044	1	0	30	1Ap	6.0			14	160			692	30		
1044	2	30	60	2Cu/Bhe	25.0	DZ						693	30	ZV	veenmos+podzol
1044	3	60	100	3BCe	0.5			10	160			693	70		
1044	4	100	145	4Cg1	0.3		20	36	165	1	5	510	5	X2	
1044	5	145	160	4Cg2	0.3		14	25	165	1	4	510	20	X1	gelaagd
1044	6	160	220	4Cr	0.3		20	36	165	1	4	510	5	X2	
1044	7	220	250	5Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1045	1	0	25	1Ap	6.0			16	160			692	30		
1045	2	25	45	1A/Bhe	3.0			12	160			693	30		iets veen
1045	3	45	55	1Bhe	1.5			10	160			411	25	SB	
1045	4	55	65	1BCe	0.4			10	170			520	60	XZ	
1045	5	65	135	2Cg	0.3		20	36	170	1	5	510	5	X2	
1045	6	135	175	2Cr1	0.3		20	36	170	1	5	510	5	X2	blauwgrijs
1045	7	175	210	2Cr2	0.3		20	36	170	1	4	510	5	X2	blauwgrijs
1045	8	210	230	3Cgr	0.3			12	140			490	95	PM	
1045	9	230	250	3Cr	0.3			12	140			490	95	PM	
1046	1	0	25	1Ap	5.5			16	165			692	30		
1046	2	25	50	2Cu	50.0	S						693	25		zandbijn.
1046	3	50	80	3Bhe	2.0			12	165			693	40		heterogeen
1046	4	80	155	4Cg	0.3		22	38	165	1	5	510	3	X2	
1046	5	155	170	5Cgr	0.3			12	140			490	100	PM	
1046	6	170	200	5Cr	0.3			12	140			490	100	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1047	1	0	20	1Ap	6.0			20	160			692	30		
1047	2	20	40	1A/Bhe	3.0			20	160			693	30		
1047	3	40	70	2Cg1	0.3		15	25	165	1	5	510	20	X1	
1047	4	70	140	2Cg2	0.3		22	40	165	1	5	510	3	X2	
1047	5	140	165	3Cg	0.3			12	140			490	100	PM	
1047	6	165	180	3Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1048	1	0	25	1Ap	7.5			20	160			692	25		
1048	2	25	50	1A/Bhe	3.0			18	160			693	30		veenresten
1048	3	50	155	2Cg	0.3		20	37	165	1	5	510	5	X2	
1048	4	155	200	2Cr	0.3		20	37	165	1	4	510	5	X2	
1048	5	200	250	3Cr	0.3			14	140			490	90	PM	
1049	1	0	25	1Ap	6.0			20	165			692	30		
1049	2	25	40	1A/Bhe	2.0			18	165			693	30		
1049	3	40	70	2Cg	0.3		22	39	165	1	5	510	5	X2	
1049	4	70	130	3Cg	0.3			8	170			520	100	XZ	
1049	5	130	145	4Cgr	0.3		15	25	170	1	4	510	40	X1	
1049	6	145	150	5Cr	0.3			12	140			490	100	PM	
1050	1	0	25	1Ap	5.0			14	160			692	30		
1050	2	25	45	1A/Bhe	3.0			12	160			693	30		
1050	3	45	55	1BCe	0.3			10	160			411	70		
1050	4	55	110	2Cg	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1050	5	110	150	2Cgr	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1050	6	150	200	2Cr	0.3		20	38	165	1	4	510	5	X2	
1050	7	200	250	3Cr	0.3			12	140			490	95	PM	
1051	1	0	35	1Ap	5.0			14	160			692	30		
1051	2	35	60	2Cu1	30.0	DZ						693	30	ZV	veen+zand
1051	3	60	85	2Cu2	85.0	S						150	15		zwart en bruin
1051	4	85	100	3Bhe	3.0			32	105			411	5	KB	
1051	5	100	120	3BCe	0.6			10	165			520	70	XZ	
1051	6	120	170	4Cgr	0.3		20	36	165	1	4	510	5	X2	
1051	7	170	200	5Cr	0.3			12	140			490	90	PM	
1052	1	0	25	1Ap	6.0			9	160			692	40		
1052	2	25	45	1A/E/Bhe	2.0			9	160			693	60		
1052	3	45	70	1BCe	0.3			9	160			411	80		
1052	4	70	120	1Ce1	0.3			9	160			411	100		
1052	5	120	160	1Ce2	0.3			7	170			520	110	XZ	
1052	6	160	200	2Cg	0.3		18	34	170			510	10	X2	
1052	7	200	250	3Cer	0.3			12	140			490	95	PM	
1053	1	0	25	1Ap	6.0			14	160			692	30		
1053	2	25	60	2Cu	80.0	S						150	15		onderin gliede
1053	3	60	80	3Bhe	2.5			32	105			411	10	KB	
1053	4	80	120	3BCe	0.5			12	165			411	45		iets gelaagd
1053	5	120	190	3BCer	0.3			10	170			520	110	XZ	
1053	6	190	200	3Cr	0.3			12	145			490	100	PM	
1054	1	0	25	1Ap	7.0			14	160			692	25		
1054	2	25	50	2Cu	80.0	S						150	15		bolster

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1054	3	50	75	3Bhe	2.0			12	160			411	20	SB	
1054	4	75	95	3BCe	0.5			20	130			411	20		
1054	5	95	150	4Cg	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1054	6	150	180	5Cg	0.3			10	175			520	100	XZ	
1054	7	180	200	5Cr	0.3			12	145			490	95	PM	
1055	1	0	25	1Ap	5.0			11	160			692	30		
1055	2	25	40	1A/E/Bhe	3.0			11	160			693	30		
1055	3	40	70	1Bhe	1.0			11	160			411	25	SB	
1055	4	70	130	1BCe	0.5			9	165			411	30	SB	
1055	5	130	160	2Cg	0.3		18	35	165	1	5	510	10	X2	
1055	6	160	200	3Ce	0.3			12	145			490	95	PM	
1055	7	200	250	3Cr	0.3			10	145			490	110	PM	
1056	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			692	30		
1056	2	25	50	1A/E/Bhe	3.0			9	165			693	40		
1056	3	50	90	1Bhe	1.5			8	165			411	20	SB	
1056	4	90	175	1Ce1	0.4			9	160			411	80		
1056	5	175	200	1Ce2	0.5			8	170			520	100	XZ	
1056	6	200	220	2Cg	0.3		16	30	170	1	5	510	30	X1	
1056	7	220	250	3Cr	0.3			12	145			490	90	PM	
1057	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			692	30		
1057	2	25	50	1A/E/Bhe	2.5			9	165			693	30		
1057	3	50	90	1Bhe	1.5			9	165			411	20	SB	
1057	4	90	125	1BCe	0.3			7	165			411	30	SB	
1057	5	125	190	2Cg	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	gr. tot bl.gr.
1057	6	190	210	3Cer	0.3			12	145			490	110	PM	
1057	7	210	250	3Cr	0.2			12	140			490	95	PM	
1058	1	0	25	1Ap	6.0			11	160			692	30		
1058	2	25	40	1A/E/Bhe	3.0			11	160			693	30		
1058	3	40	60	1Bhe	2.0			10	160			411	20	SB	
1058	4	60	70	1BCe	0.5			12	165			520	40	XZ	
1058	5	70	110	2Cg1	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1058	6	110	140	2Cg2	0.3		13	24	165	1	5	510	30	X1	
1058	7	140	190	3Ce	0.3			12	140			490	90	PM	
1058	8	190	250	3Cr	0.3			12	140			490	90	PM	
1059	1	0	25	1Ap	7.0			16	160			692	20		
1059	2	25	40	2Cu	50.0	S						693	20		zandbijm.
1059	3	40	60	3Bhe	2.5			25	140			411	10	KB	
1059	4	60	100	3BCe	0.5			12	155			411	50	SB	
1059	5	100	190	4Cg	0.3		18	33	165	1	5	510	15	X2	
1059	6	190	220	4Cgr	0.3		13	24	165	1	4	510	30	X1	
1059	7	220	250	5Cr	0.2			12	145			490	95	PM	
1060	1	0	25	1Ap	5.5			9	160			692	25		
1060	2	25	45	1A/E	3.0			9	160			693	30		veenmosresten
1060	3	45	65	1Bhe	2.0			9	160			411	20	SB	
1060	4	65	100	1BCe	0.4			9	160			411	25	SB	
1060	5	100	140	1Ce	0.3			12	165			520	60	XZ	
1060	6	140	220	2Cg	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1060	7	220	250	3Cgr	0.2			8	175			520	110	XZ	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1061	1	0	25	1Ap	6.0			9	160			692	25		
1061	2	25	40	1A/E/Bhe	3.0			9	160			693	35		veenresten
1061	3	40	80	1BCe	0.5			8	165			411	20	SB	
1061	4	80	110	1Ce1	0.3			12	150			412	50		
1061	5	110	140	1Ce2	0.3			8	170			520	100	XZ	
1061	6	140	200	2Cg	0.3		20	38	165	1	4	510	5	X2	
1061	7	200	250	2Cr	0.3		20	38	165	1	4	510	5	X2	
1062	1	0	25	1Ap	8.0			12	160			692	30		
1062	2	25	40	2Cu	80.0	S						150	15		bruin
1062	3	40	60	3Bhe	2.5			8	165			411	25	SB	
1062	4	60	130	4Cg	0.3		20	38	165	1	5	510	5	X2	
1062	5	130	150	5Cg	0.3			10	170			520	80	XZ	
1062	6	150	180	5Cer	0.3			12	145			490	90	PM	
1062	7	180	200	5Cr	0.3			12	145			490	90	PM	
1063	1	0	25	1Ap	6.0			12	160			692	30		
1063	2	25	45	1Bhe	2.0			10	160			411	25	SB	
1063	3	45	70	1BCe	0.5			12	150			412	30		
1063	4	70	110	1Ce	0.4			10	170			520	70	XZ	
1063	5	110	150	2Cg	0.3		15	25	170	1	5	510	30	X1	
1063	6	150	200	2Cu	0.3		15	25	170	1	4	510	30	X1	gelaagd
1063	7	200	250	2Cr	0.2		15	25	170	1	4	510	30	X1	gelaagd
1064	1	0	25	1Ap	8.0			12	160			692	30		
1064	2	25	40	1A/Bhe	2.0			12	160			693	40		
1064	3	40	70	1BCe	0.5			10	160			411	60		
1064	4	70	190	1Ce	0.3			12	175			520	90	XZ	
1064	5	190	220	1Cr	0.3			14	180			520	90	XZ	grijs
1064	6	220	250	2Cr	0.3		20	36	170	1	4	510	5	X2	
1065	1	0	25	1Ap	8.0			12	160			692	30		
1065	2	25	40	1A/Bhe	3.0			12	160			693	30		veenresten
1065	3	40	60	1Bhe	2.5			12	160			411	20	SB	
1065	4	60	90	1BCe1	0.5			10	160			411	80		
1065	5	90	130	1BCe2	0.4			10	175			520	110	XZ	
1065	6	130	210	2Cg	0.3		20	38	170	1	4	510	5	X2	zandlens op 200
1065	7	210	240	3Cr	0.3			10	180			520	80	XZ	
1065	8	240	250	4Cr	0.3		20	38	165	1	4	510	5	X2	
1066	1	0	25	1Ap	6.0			12	160			692	30		
1066	2	25	40	1A/Bhe	4.0			10	160			693	40		veenresten
1066	3	40	75	1Bhe	2.0			8	165			411	25	SB	
1066	4	75	180	1BCe	0.5			8	160			411	65		
1066	5	180	230	1Cer	0.3			12	175			520	80	XZ	grindjes
1066	6	230	250	1Cr	0.2			12	145			490	95	PM	
1067	1	0	25	1Ap	6.0			9	160			692	30		
1067	2	25	50	1A/Bhe	8.0			10	160			693	30		veenresten
1067	3	50	80	1BCe	0.4			8	165			411	30	SB	
1067	4	80	140	1Ce1	0.3			8	165			411	60		
1067	5	140	190	1Ce2	0.3			8	175			520	150	XZ	
1067	6	190	250	1Cr	0.3			12	145			490	95	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1068	1	0	30	1Ap	16.0	DZ						692	25	VZ	
1068	2	30	50	1Cw	60.0	DV						110	10		giedeachtig
1068	3	50	80	2Bhe	5.0			36	105			411	3	KB	
1068	4	80	110	2BCe	0.4			12	160			411	40		
1068	5	110	160	2Cer	0.3			10	175			520	90	XZ	grindjes
1068	6	160	250	3Cr	0.3		20	38	170	1	3	510	3	X2	
1069	1	0	25	1Ap	16.0	DZ						692	25	VZ	
1069	2	25	40	1Cw	55.0	DV						110	20		
1069	3	40	50	2Cu	40.0	GL						160	5		
1069	4	50	60	3Bhe	4.0			35	110			411	5	KB	
1069	5	60	110	3BCe1	0.6			8	165			411	60		
1069	6	110	170	3BCe2	0.4			10	175			520	80	XZ	grindjes
1069	7	170	230	4Cr	0.3		20	38	170	1	3	510	5	X2	
1069	8	230	250	5Cr	0.2			12	145			490	95	PM	
1070	1	0	30	1Ap	7.0			15	165			693	25		onderin keileem
1070	2	30	45	2Cw	60.0	DV						110	15		
1070	3	45	75	3Cu	40.0	GL						160	5		
1070	4	75	100	4Bhe	3.0			25	120			411	5	KB	
1070	5	100	115	4BCe	0.4			10	170			520	80	XZ	
1070	6	115	200	5Cgr	0.3		20	38	170			510	5	X2	
1070	7	200	250	6Cr	0.2			12	145			490	95	PM	
1071	1	0	25	1Ap	6.0			18	160			692	30		keileemresten
1071	2	25	45	1A/Bhe	10.0			16	160			693	30		veenresten
1071	3	45	65	1Bhe	3.0			12	160			411	30	SB	
1071	4	65	110	1BCe	0.4			10	165			411	40	SB	
1071	5	110	180	2Cg	0.3		20	38	170	1	5	510	5	X2	
1071	6	180	220	3Cer	0.3			10	175			520	80	XZ	
1071	7	220	300	4Cr	0.3		20	38	165	1	3	510	5	X2	
1071	8	300	350	5Cr	0.3			12	145			490	90	PM	
1072	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			692	30		
1072	2	25	45	1A/E/B	3.0			9	165			693	40		iets veen
1072	3	45	90	1BCe	0.4			9	165			411	40	SB	
1072	4	90	190	1Ce	0.3			10	160			411	90		
1072	5	190	220	1Cer	0.3			10	165			520	110	XZ	
1072	6	220	320	2Cr	0.3		20	38	165	1	3	510	5	X2	
1073	1	0	25	1Ap	7.0			12	165			692	25		
1073	2	25	50	1Bhe	2.5			10	165			411	25	SB	
1073	3	50	70	1BCe	0.4			8	165			411	30	SB	
1073	4	70	95	1Ce	0.3			8	170			520	60	XZ	
1073	5	95	135	2Cg	0.3		20	38	170	1	5	510	5	X2	
1073	6	135	220	3Ce	0.3			10	185			520	95	XZ	
1073	7	220	250	4Cr	0.3		20	38	165	1	3	510	3	X2	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1074	1	0	25	1Ap	8.0			12	160			692	30		
1074	2	25	40	2Cu	75.0	S						150	20	VA	
1074	3	40	70	3Bhe	2.0			10	165			411	20	SB	
1074	4	70	85	3BCe	0.4			10	200			520	70	XZ	
1074	5	85	175	3Cg	0.3		13	20	185	1	5	510	30	X1	gelaagd
1074	6	175	200	3Cr	0.3		13	20	190	1	4	510	30	X1	
1074	7	200	230	4Cr	0.3			10	200			520	90	XZ	
1074	8	230	300	5Cr	0.2		20	38	170	1	3	510	5	X2	
1075	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			692	30		E-resten
1075	2	25	60	1Bhe1	2.5			10	160			411	25	SB	
1075	3	60	100	1Bhe2	1.5			8	165			411	25	SB	
1075	4	100	160	1BCe	0.4			8	170			411	65		
1075	5	160	200	1Ce1	0.3			12	155			411	65		
1075	6	200	230	1Ce2	0.3			14	170			520	55	XZ	
1075	7	230	350	2Cr	0.2		18	35	165	1	4	510	5	X2	
1076	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			693	30		
1076	2	25	45	1A/BCe	3.0			9	165			693	30		
1076	3	45	80	1Bhe	2.0			10	160			411	20	SB	
1076	4	80	160	1BCe	0.4			8	165			411	60		
1076	5	160	180	1Ce	0.3			8	180			520	90	XZ	
1076	6	180	230	2Cer	0.3		18	35	170	1	4	510	5	X2	
1076	7	230	240	3Cr	0.2			12	165			520	95	XZ	
1077	1	0	25	1Ap	5.0			9	165			693	30		iets heterogeen
1077	2	25	45	1A/BC	3.0			9	165			693	30		opgebracht
1077	3	45	60	2Cu	70.0	S						150	15		
1077	4	60	80	3Ahb	10.0			16	160			411	20		iets gliede
1077	5	80	110	3Bhe	2.5			8	165			411	20	SB	
1077	6	110	140	3BCe	0.6			8	170			411	80		
1077	7	140	185	4Cg	0.3		20	38	170	1	5	510	5	X2	gr. tot bl.gr.
1077	8	185	220	4Cr	0.3		20	38	170	1	4	510	5	X2	
1077	9	220	260	5Cr	0.3			12	190			520	60	XZ	
1077	10	260	300	6Cr	0.3		17	33	170	1	3	510	5	X2	
1078	1	0	40	1A/B/C	4.0			16	165			693	40		keileemresten
1078	2	40	60	2Cu	80.0	S						150	15	VA	zwart
1078	3	60	100	3Cu1	30.0	GL						160	3		
1078	4	100	120	3Cu2	65.0	S						150	10		zeggeachtig/br.
1078	5	120	160	3Cr	65.0	S						150	10		idem
1078	6	160	220	4Cr	0.5			16	170			520	40	XZ	
1078	7	220	250	5Cr	0.3		18	35	165	1	3	510	5	X2	
1079	1	0	30	1Ap	6.0			16	165			693	25		keileemresten
1079	2	30	50	2Cu	80.0	S						150	20		
1079	3	50	80	3Bhe	2.0			12	165			411	25	SB	
1079	4	80	180	4Cg	0.3		20	38	170	1	5	510	5	X2	
1079	5	180	210	4Cr1	0.3		20	38	170	1	4	510	5	X2	
1079	6	210	250	4Cr2	0.2		13	22	170	1	3	510	20	X1	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Laag nr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veen code	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rijping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1080	1	0	30	1Ap	6.0			12	160			692	25		E-resten
1080	2	30	40	1Bhe	2.0			8	165			411	25	SB	
1080	3	40	75	1BCe	0.5			6	170			411	40	SB	
1080	4	75	145	2Cg	0.3		22	39	170	1	5	510	5	X2	
1080	5	145	210	3Ce	0.3			15	180			520	40	XZ	
1080	6	210	260	3Cr	0.3		18	35	165	1	3	510	5	X2	
1080	7	260	300	4Cr	0.3			12	145			490	85	PM	niet zeker!
1081	1	0	25	1Ap	6.0			12	165			692	30		
1081	2	25	40	1Bhe	2.0			10	165			411	30		
1081	3	40	60	1BCe	0.4			12	160			411	40		
1081	4	60	160	2Cg	0.3		20	38	200	1	5	510	5	X2	
1081	5	160	190	2Cgr	0.3		20	38	175	1	4	510	5	X2	bl.gr.
1081	6	190	240	2Cr1	0.3		20	38	175	1	4	510	5	X2	
1081	7	240	320	2Cr2	0.3		20	38	175	1	3	510	5	X2	
1081	8	320	350	3Cr	0.3			14	140			490	100	PM	
1082	1	0	25	1Ap	8.0			14	165			692	30		veenresten
1082	2	25	40	1Bhe	2.5			12	165			411	30		
1082	3	40	55	1BCe	0.5			10	165			411	60		
1082	4	55	130	2Cg	0.3		18	35	170	1	5	510	5	X2	
1082	5	130	160	3Cgr	0.2			10	200			520	95	XZ	
1082	6	160	200	3Cr	0.2			10	200			520	95	XZ	
1082	7	200	250	4Cr	0.2		18	35	170	1	2	510	5	X2	

Bijlage 9 Verklaring van kolom "d" in de laaginformatie

Code	Omschrijving
KB	kazige B-horizont
LL	Lossleem
ME	Meerbodem
PM	premorenaal zand
SB	stugge of verkitte B-horizont
VA	Veraard
VZ	venig zand
WH	Waterhard
X1	zandige keileem
X2	Keileem
XZ	Keizand

Bijlage 10 Verklaring van kolom "geo_for_c" in de laaginformatie

Geo_for_c	Omschrijving
110	Zonder herkenbare planteresten (bv. veraard of sterk verweerd)
130	Zeggeveen;rietzeggeveen;mesotroof broekveen
150	Veenmosveen
160	Sedimentair veen (bv. gytja;bagger;meerbodem;detritus)
411	Jong dekzand
412	Oud dekzand
422	Loss in locale depressies (bv. Brabant leem)
490	Overige afzettingen (bv. eolisch premorenaal zand)
510	Keileem
520	Keizand
533	Smeltwaterafzetting; potklei
692	Antropogeen homogeen (bv. mestdek;toemaakdek)
693	Antropogeen heterogeen (bv. zand gemengd met veen)

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten

Datum	24/01/2006		25/01/2006		27/01/2006		30/01/2006		13/02/2006		01/03/2006		03/03/2006		06/03/2006		08/03/2006		Opmerkingen
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		
	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	
1001		90								95									
1002	60	110							45	45									
1003		100																	
1004		80																	
1005		112																	
1006		110																	
1007				20															
1008				20															
1009				125															
1010			95	95															
1011				57														30	
1012			125	115															ondiep boorgat tot 150
1013				90															
1014				130															
1015				89															
1016				110															
1017				55															
1018				50															
1019					droog	115			85	110								70	ondiep boorgat tot 90
1020						140											15	95	
1021					160	90				90									ondiep boorgat tot 180
1022					80	110													
1023					38	40	70	70											
1024					80	120											10	40	
1025						120												20	
1026					droog	96													ondiep boorgat tot 90
1027					95	128													
1028					droog	90													ondiep boorgat tot 60
1029					75	75													
1030					60	56													

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten (vervolg)

Datum	24/01/2006		25/01/2006		27/01/2006		30/01/2006		13/02/2006		01/03/2006		03/03/2006		06/03/2006		08/03/2006		Opmerkingen
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		
	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	
1031					55	60													
1032					105	117	80	80											
1033					95	115	90	120											
1034					70	80													
1035								115											
1036							104	104											
1037							74	77											
1038							80	120											
1039								115											
1040								117											
1041								113											
1042								105											
1043							115	115											
1044											55	60							
1045											50	45							
1046											15	15							
1047												15							
1048											25	25							
1049												5							
1050											48	80							
1051												36							
1052												205							
1053												82							
1054												128							wel nat!!
1055												180							
1056												205							
1057														85	167				
1058													140						
1059													40						
1060														140	140				

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten (vervolg)

Datum	24/01/2006		25/01/2006		27/01/2006		30/01/2006		13/02/2006		01/03/2006		03/03/2006		06/03/2006		08/03/2006		Opmerkingen
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		Boorgat		
	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	
1061														65					
1062														105					
1063														110					
1064																80			
1065																72			
1066														120					
1067														158					
1068														23					
1069														45					
1070																5			
1071													75	150					
1072														200					
1073														110					
1074														90					
1075														220					
1076														140					
1077														100					
1078														30					
1079													5	5					
1080													60	85					
1081													43	90					
1082													80	60					

Veengronden (V)

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Aard ondergrond
<i>Madeveengronden (Veengronden met een kleiarne moerige bovengrond)</i>				
aVp	venig zand	15-20	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand met humuspodzol; op overgang naar zandondergrond aliedelaaa of kaziae B-horizont
<i>Meerveengronden (Veengronden met een zanddek)</i>				
zVs	matig humeus en humusrijk zand	5-8	25-40	veenmosveen, meestal overgaand in zeggeveen
zVp		4-8	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand met humuspodzol; op overgang naar zandondergrond gliedelaag of kazige B-horizont
zVz		4-7	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand zonder humuspodzol; op overgang naar zandondergrond meerbodemiaag

Moerige Gronden (W)

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Aard ondergrond
<i>Moerige podzolgronden met een zanddek</i>				
zWp	matig humeus en humusrijk	3-8	25-40	15-40 cm veen; zand met humuspodzol beginnend tussen 30 en 70 cm - mv.

Zandgronden

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Zandgrofheid bovengrond	Lemigheid bovengrond	Aard ondergrond
Podzolgronden						
<i>Veldpodzolgronden (Hn)</i>						
Hn51	matig humeus	3-5	25	matig fijn (5)	leemarm (1)	leemarm zand
Hn53	humeus en humusrijk zand	5-9	30		zwak lemig (3)	leemarm en zwak lemig zand
Hn55	humeus en humusrijk zand	5-9	30		sterk lemig (5)	lemig zand overgaand in keileem

Oude kleigronden

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Zandgrofheid	Lemigheid bovengrond	Aard ondergrond
<i>Keileemgronden</i>						
zKX	humeus en humusrijk zand	5-9	30	matig fijn	sterk lemig	keileem

Toevoegingen

	Beschrijving
<i>Toevoegingen</i>	
.../X	keileem beginnend tussen 40 en 80 cm - mv. en ten minste 20 cm dik
.../x	keileem beginnend tussen 80 en 120 cm - mv. en ten minste 20 cm dik
<i>Verwerkte gronden</i>	
.../F	tot ca. 50 cm of dieper verwerkt
.../G	40 cm of meer afgegraven

Grondwatertrappen

	Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG in cm - mv.)			
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG in cm - mv.)	0-25	25-40	40-80	80-140
80-120	IIIa			
120-180	Vao	Vbo	Vlo	
180-250	Vad	Vbd	Vld	Vlld

Bijlage 13 Gegevens per kaarteenhed

Ke_nr	Lette r	Cij - fer	Hoofd	T o e v.	Ver- gra- ving	Gt	Bodem	Bovengrond				GHG	GLG	Aantal kaart- vlakken	Ha kaart- eenhei d
								Dikte	Org. stof	Leem	M50				
1	aV	p	aVp			Vao	aVpVao	25	18.0	16	160	10	140	1	3.2
2	zV	s	zVs		F	IIla	zVsFIIla	25	6.0	18	160	10	115	1	1.6
3	zV	s	zVs			Vao	zVsVao	30	7.0	18	160	15	130	1	0.5
4	zV	p	zVp		F	IIla	zVpFIIla	25	5.0	16	160	5	100	1	0.5
5	zV	p	zVp			Vao	zVpVao	25	7.0	14	160	5	140	1	4.1
6	zV	z	zVz		F	IIla	zVzFIIla	30	7.0	18	160	5	100	1	0.5
7	zWp		zWp		F	IIla	zWpFIIla	30	4.0	18	160	15	110	3	5.6
8	zWp		zWp	x	F	IIla	zWpxFIIla	30	8.0	16	160	10	115	1	1.6
9	zWp		zWp			Vao	zWpVao	30	7.0	16	160	15	160	2	3.6
10	zWp		zWp		F	Vao	zWpFVao	30	4.0	20	130	15	135	1	1.8
11	zWp		zWp	X		Vao	zWpXVao	30	7.0	18	160	15	160	1	0.7
12	zWp		zWp	X	F	Vao	zWpXFVao	30	7.0	20	160	5	165	3	2.3
13	zWp		zWp	x		Vao	zWpxVao	30	7.0	16	160	15	165	6	5.7
14	zWp		zWp	x	F	Vao	zWpxFVao	30	6.0	16	160	15	155	4	12.5
15	zWp		zWp			Vad	zWpVad	30	6.0	14	160	10	190	1	1.5
16	zWp		zWp			Vbo	zWpVbo	30	6.0	16	160	25	145	2	2.1
17	zWp		zWp		F	Vbo	zWpFVbo	30	6.0	14	160	30	160	2	4.5
18	zWp		zWp	X		Vbo	zWpXVbo	30	6.0	16	160	30	160	1	3.0
19	zWp		zWp	x		Vbo	zWpxVbo	30	6.0	16	160	30	160	4	4.7
20	zWp		zWp	x	F	Vbo	zWpxFVbo	30	6.0	18	160	30	160	3	4.8
21	zWp		zWp			Vbd	zWpVbd	25	6.0	14	160	30	190	1	2.9
22	zWp		zWp	x		Vbd	zWpxVbd	25	6.0	14	160	25	195	1	0.9
23	zWp		zWp		F	Vlo	zWpFVlo	30	5.5	12	160	50	165	1	3.0
24	Hn	51	Hn51			Vlo	Hn51Vlo	25	5.5	9	165	60	170	1	0.4
25	Hn	51	Hn51		F	Vlo	Hn51FVlo	25	4.0	9	165	60	165	1	4.4
26	Hn	51	Hn51		G	Vlo	Hn51GVlo	25	4.0	9	165	55	165	1	4.1
27	Hn	51	Hn51			Vld	Hn51Vld	25	4.0	9	165	65	200	2	28.0
28	Hn	51	Hn51		G	Vld	Hn51GVld	25	3.0	9	165	60	200	1	2.7
29	Hn	51	Hn51			Vlld	Hn51Vlld	25	5.0	9	165	105	220	2	7.8
30	Hn	53	Hn53	X		Vao	Hn53XVao	25	7.0	16	160	15	165	1	3.0
31	Hn	53	Hn53	X		Vbo	Hn53XVbo	25	8.0	15	160	30	160	1	3.1
32	Hn	53	Hn53	X	F	Vbo	Hn53XFVbo	25	5.5	15	160	30	160	2	3.1
33	Hn	53	Hn53	x		Vbo	Hn53xVbo	25	5.5	13	160	30	160	4	8.1
34	Hn	53	Hn53	X		Vbd	Hn53XVbd	25	7.0	16	160	30	200	2	5.7
35	Hn	53	Hn53	x		Vbd	Hn53xVbd	25	7.0	16	160	35	200	7	11.0
36	Hn	53	Hn53			Vlo	Hn53Vlo	25	6.0	11	165	50	165	1	1.8
37	Hn	53	Hn53	x		Vlo	Hn53xVlo	25	6.0	11	165	50	170	1	4.6
38	Hn	53	Hn53	x		Vld	Hn53xVld	25	6.0	11	165	50	200	1	3.4
39	Hn	55	Hn55	X		Vao	Hn55XVao	25	7.0	22	160	15	165	4	14.1
40	Hn	55	Hn55	X	F	Vao	Hn55XFVao	25	6.0	20	160	15	160	1	6.9
41	Hn	55	Hn55	X		Vbo	Hn55XVbo	25	7.0	22	160	30	170	1	2.1
42	Hn	55	Hn55	X		Vad	Hn55XVad	25	7.0	22	160	15	190	1	1.2
43	Hn	55	Hn55	X		Vbd	Hn55XVbd	25	7.0	22	160	30	195	3	15.6
44	zKX		zKX			Vao	zKXVao	25	7.0	24	160	15	170	2	7.1
45	zKX		zKX			Vbd	zKXVbd	25	7.0	24	160	30	190	1	3.7
46	W	eg	Weg			-	Weg-							1	2.3

Bijlage 14 Laagbeschrijving van de 3 diepboringen

Boor nr	Laag nr	Boven-grens	Onder-grens	Hor code	Org stof	Lutum	Leem	M 50	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1	1	0	100	1B/C	0.5		8	160	411	100		lichtbruin dekzand; heterogeen
1	2	100	200	1Ce/Cr	0.3		10	180	520	150	XZ	grindjes; grijsbruin
1	3	200	300	Cr1	0.2		10	155	490	100	PM	grindjes; lichtgrijs
1	4	300	700	Cr2	0.1		12	145	490	100	PM	lichtgrijs
1	5	700	900	Cr3	0.5		12	140	490	100	PM	bruingrijs
1	6	900	1050	Cr4	0.6		14	130	490	80	PM	donkergrijs; zwarte pikjes; Peelo?
1	7	1050	1200	Cr5	0.6		16	100	490	60	PM	donkergrijs; zwarte pikjes; leembrokies; Peelo?
1	8	1200	1500	Cr6	0.3		14	100	490	80	PM	grijs; enkele glimmers; Peelo?
2	1	0	80	1A/B/C	4.0		12	160	411	35		donkerbruin tot grijsbruin dekzand; heterogeen
2	2	80	250	2Cg	0.3	19	36	170	510	5	X2	bruinrijze tot grijze keileem; eerst roestig
2	3	250	750	3Cr1	0.2		10	140	490	95	PM	lichtgrijs
2	4	750	950	3Cr2	0.4		12	130	490	70	PM	bruingrijs; Peelo zand?
2	5	950	1050	3Cr3	0.3		8	170	490	120	PM	donkergrijs; grindjes
2	6	1050	1100	3Cr4	0.3		6	240	490	300	PM	donkergrijs matig grof zand; grindies
2	7	1100	1150	4Cr	0.7	80			533	1	PK	zeer donkergrijze potklei
3	1	0	100	1A/B/C	3.0		9	165	411	35		donkerbruin tot geelbruin dekzand; heterogeen
3	2	100	180	2Cg	0.2	18	35	170	510	5	X2	roestige keileem
3	3	180	220	3Cg	0.2		10	170	520	80	XZ	bruingrijs keizand
3	4	220	360	4Cr	0.2	18	35	170	510	5	X2	blauwgrijze keileem (slap)
3	5	360	750	5Cr1	0.2		10	135	490	80	PM	grijs
3	6	750	1100	5Cr2	0.5		10	130	490	70	PM	grijsbruin tot bruin
3	7	1100	1175	5Cr3	0.4		8	160	490	110	PM	grijsbruin; grindjes
3	8	1175	1250	6Cr	0.8	80			533	1	PK	zeer donkergrijze potklei