

# Bodemchemisch onderzoek Pompveld - Andelsch Broek



Foto: Jan Vermeer

## Eindrapportage



*Titel rapport:*  
*Bodemchemisch onderzoek Pompveld - Andelsch Broek*

*Auteurs:*  
*Mark van Mullekom & Fons Smolders*

*Opdrachtgever:*  
*Waterschap Rivierenland*

*Rapportnummer: 2016.14*

**Contactgegevens:**

Onderzoekcentrum B-WARE BV  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

*Contactpersoon:*  
Mark van Mullekom  
Tel: 024-3652815  
m.vanmullekom@b-ware.eu  
www.b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2016.





# Inhoudsopgave

1. Aanleiding en doel van het onderzoek	7
2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden	11
3. Veldwerkzaamheden en analyses	15
3.1. Veldwerkzaamheden	15
3.2. Analyses	16
4. Natuurontwikkelingsmogelijkheden	19
4.1. Algemene bodemchemie en trends in de diepte	19
4.2. Natuurpotenties per locatie	21
4.3. Aanvullende inrichtingsmaatregelen	33
5. Literatuur	37
Bijlage 1. Boorprofielen	39



# 1. Aanleiding en doel van het onderzoek

## *Inleiding en doel*

Onderzoekcentrum B-WARE heeft in opdracht van Waterschap Rivierenland een bodemchemisch onderzoek uitgevoerd ten behoeve van het project Natura2000 Pompveld Andelsch Broek, waar ecologische en hydrologische maatregelen uitgevoerd zullen worden. Bodemonderzoek is gewenst om de kansrijke plekken, knelpunten en oplossingsrichtingen in kaart te brengen bij de geplande omvorming van voormalige landbouwgronden naar natuur. Wat ontbreekt is informatie over de biogeochemie in relatie tot de gewenste natuurbeheertypen.



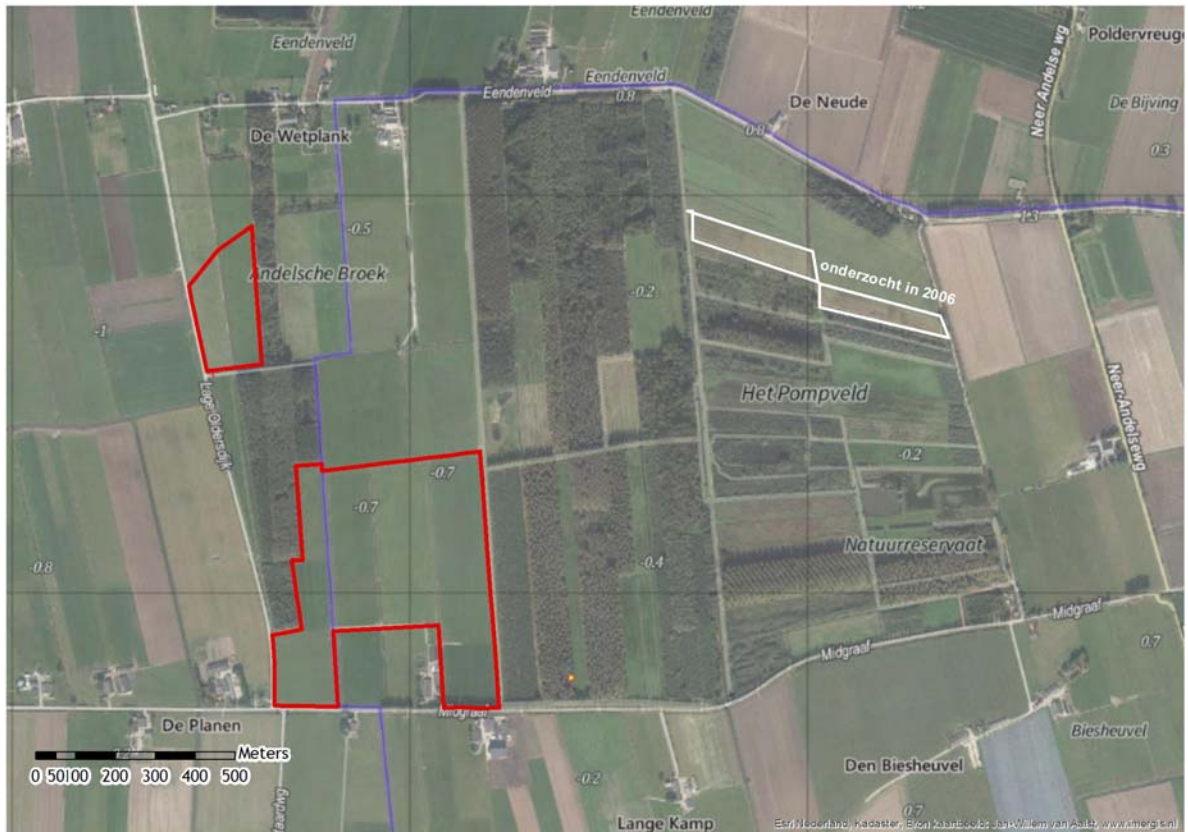
*Figuur 1.1. Foto van het noordelijke (links) en zuidelijke (rechts) deelgebied. Foto's: Jan Vermeer.*

Vanwege de vroegere (intensieve) bemesting is de toplaag van de bodem in het onderzoeksgebied naar verwachting verrijkt met fosfaat. Om herstel/ontwikkeling van waardevolle, schrale natuurtypen mogelijk te maken dient effectieve verschraling van de bodem plaats te vinden. Op basis van de bodemchemische samenstelling wordt de kansrijkdom voor de ontwikkeling van botanisch waardevolle graslanden (nat schraalland of vochtig hooiland) in kaart gebracht.

Het onderzoeksgebied bestaand uit twee deelgebieden. Een noordelijk deel van 4 hectare (twee watergingspercelen) en een zuidelijk deel van 27 hectare (4 percelen). Aangezien het zuidelijke deelgebied gelegen is in een munitie verdacht gebied werden de onderzoekslocaties voor aanvang van de bodemboringen vrijgegeven (of beperkt verplaatst) na scanning door een explosievenexpert.

De volgende vragen worden beantwoord:

- 1) Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en hoe lang duurt het om deze te verschralen?
- 2) Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor, wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte?
- 3) Welke natuurpotenties zijn er op basis van de bodemchemie en het bodemtype?
- 4) Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen bij de omvorming van voormalige landbouwgronden naar soortenrijke, voedselarme natuurbeheertypen?



*Figuur 1.2. Overzicht van het rood omlijnende noordelijke (4 hectare; links) en zuidelijke (27 hectare; rechts) onderzoeksgebied. Wit omlijnend is het in 2006 onderzochte en in 2008 ontgraven gebied weergegeven. Foto's: Jan Vermeer.*

#### *Onderzoek Pompveld 2006*

Onderzoekcentrum B-WARE heeft in 2006 reeds een onderzoek uitgevoerd (Tomassen et al., 2006) op 6 locaties op een tweetal percelen in Pompveld (ten oosten van de huidige onderzoeksgebieden, figuur 1.2). In het najaar van 2008 hebben op deze locatie ontgrondingswerkzaamheden plaatsgevonden. Er is 30 cm afgegraven van het circa 50 cm dikke kleidek (op veen).



*Figuur 1.3. Foto's van het onderzochte voedselrijke perceel in 2006 perceel voor (links: 2006) en na (rechts: 2014) het afgraven van de voedselrijke toplaag van de kleibodem.*



In het kader van een door Onderzoekcentrum B-WARE uitgevoerde en gefinancierde ontgrondingsevaluatie heeft op deze locatie in 2013 opnieuw een bemonstering van de toplaag plaatsgevonden. In de ijzerrijke kleibodem werden Olsen-P concentraties gemeten van circa 250  $\mu\text{mol/l}$ . Waarschijnlijk heeft door de ijzerrijkdom van de bodem extra P-immobilisatie (verlaging van de Olsen-P concentratie) plaatsgevonden in de nieuwe toplaag door oxidatie van ijzer. In 2014 is een vegetatieopname gemaakt door prof. dr. Jan Roelofs. De vegetatie (figuur 1.3) bestond 7 jaar na uitvoering uit onder andere ruige zegge, dwergzegge, blauwe zegge, kruipende boterbloem, pitrus, gestreepte witbol, rode en witte klaver. Lokaal werd moeraskartelblad aangetroffen evenals één brede orchis. Er heeft op deze locatie geen herintroductie plaatsgevonden van maaisel.

#### *Kader*

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Naast de bodemchemie zijn de grondwaterkwaliteit en (variatie in) grondwaterstanden van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Deze (geo)hydrologische aspecten maken geen onderdeel uit van dit onderzoek. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.



## 2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden

De bodem is geen statische entiteit. Bodembiota hebben een belangrijke invloed op de bodemstructuur, humusopbouw, vorming van bodemhorizonten en nutriëntenbeschikbaarheid. De abiotische bodemcondities zijn in belangrijke mate sturend voor de vegetatie. Ze zijn relatief eenvoudig te meten en te interpreteren en worden dan ook vaak gebruikt om veranderingen in de vegetatiesamenstelling te begrijpen en beheers- of herstelmaatregelen op te stellen in het kader van bijvoorbeeld natuurontwikkelingsprojecten.

Als gevolg van het zeer intensieve gebruik van het agrarisch gebied in Nederland levert de omvorming van voormalige landbouwgronden tot voedselarme (natte) natuurgebieden vaak problemen op. Wanneer gestreefd wordt naar de ontwikkeling van natuurbeheertypen als nat schraalland (N10-01) of vochtig hooiland (N10-02) is een (matig) voedselarm milieu vereist. Wanneer er in de bodem een overmaat is aan alle voedingstoffen gaan enkele snelgroeiende soorten (Gestreepte witbol, Gewoon struisgras, Akkerdistel, Witte klaver of Engels raaigras) overheersen en ontstaat een ruigtevegetatie. In vochtige tot natte P-rijke terreindelen treedt vaak massale groei van Pitrus of algenbloei op (figuur 2.1 en figuur 2.2).



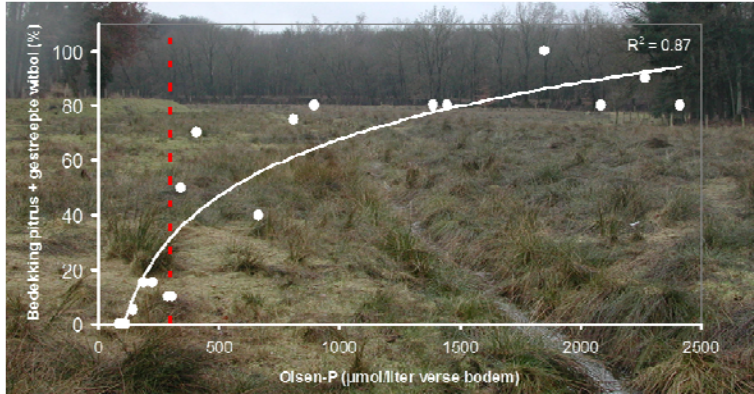
*Figuur 2.1. Pitrusontwikkeling en verruiging op (natte) voormalige landbouwgronden na het onvoldoende verwijderen van de fosfaatrijke grond. Foto's: Maarten Veldhuis en Mark van Mullekom.*

De kansen op een goede natuurontwikkeling (en het vóórkomen van doelsoorten) op voormalige landbouwgronden, wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) in de bodem. In dit onderzoek zijn twee fosfaatconcentraties leidend: de totaal-P concentratie (totale hoeveelheid fosfor in de bodem) en de Olsen-P concentratie (de voor planten beschikbare hoeveelheid fosfor). Welke natuurbeheertypen zich kunnen ontwikkelen is echter niet alleen afhankelijk van de fosfaatconcentraties maar, onder andere, ook van de pH en de mate van buffering van de bodem en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater.

Een bruikbare grenswaarde voor P-deficiëntie van bodems is een Olsen-P concentratie van 200-350 micromol P per liter verse bodem (figuur 2.2). Deze concentraties worden over het algemeen gemeten in soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden. De Olsen-P concentraties in de toplaag van landbouwgronden liggen meestal echter ver boven de vereiste niveaus.

Daarnaast zijn de totaal-P concentraties van de bodems van belang. Uit de totale fosfaatvoorraad kan door bodemprocessen weer P vrijkomen in de plantbeschikbare P-fractie. IJzerrijke bodems en kleibodems zijn van nature vaak relatief rijk aan totaal-P. Dergelijke bodems binden namelijk zeer goed fosfaat. Aangezien het fosfaat ook voor een groot deel wordt geïmmobiliseerd, kan op

dit soort bodems de P-beschikbaarheid toch relatief laag blijven. Wel zullen dan veelal wat minder schrale graslandtypen kunnen worden ontwikkeld, zoals dotterbloemhooilanden, glanshaverhooilanden en kamgrasweiden. Voor dit soort vegetatietype kan een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van  $\pm 300-800(-1000)$  (dotterbloemhooiland) en  $\pm 800-1200$  (glanshaverhooiland) micromol per liter verse bodem.



Figuur 2.2. Relatie tussen de concentratie Olsen-P in de bodem en de bedekking van ruigtesoorten Pitrus en Witbol (Smolders et al., 2008).

Wanneer de vereiste inrichtingsmaatregelen te ingrijpend of niet te realiseren zijn kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland. 'Kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er eigenlijk geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. In dit onderzoek wordt gerekend met een indicatieve Olsen-P streefconcentratie van circa (1200-)1500  $\mu\text{mol/l}$ . Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ( $P-z < 1$ ). Uit lopend onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is.

Als gevolg van het landbouwkundig gebruik is er een overmaat aan nutriënten aanwezig in de bodem. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af. Voor de fosfaatbeschikbaarheid gaat dit niet op omdat dit in de bodem sterk wordt gebonden. Hiervoor is specifieke verschraling vereist. Het afvoeren van nutriënten via het gewas gaat echter langzaam, omdat slechts een klein deel van de droge stof uit N, P of K bestaat. Verschraling van voormalige landbouwgronde door middel van maaien en afvoeren (P-afvoer 10 kg/ha/jr) duurt veelal tientallen tot honderden jaren. Dit neemt echter niet weg dat het goed kan worden toegepast om, eventueel in combinatie met andere maatregelen, fosfaat af te voeren. Daarnaast voorkomt maaien het ontwikkelen van bomen en struwelen. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jr): een 'natuurvriendelijke' vorm van het voeren van intensieve landbouw met een productieve zode (inclusief stikstof en kalibemesting) of met een grasklavermengsel (inclusief kalibemesting) de P-afvoer worden vergroot. Een mogelijk nadeel van verschrulingsbeheer is dat doorgaans slechts de bovenste 25(-30) cm van de bodem wordt verschraald wat een probleem kan zijn in grondwatergevoede systemen met een relatief dikke (>40 cm) voedselrijke bouwvoor. Door middel van uitmijnen kan fosfaat ongeveer vier keer zo snel aan de bodem worden onttrokken.

Inzet van grazers in weiden en halfopen landschappen voorkomt het dichtgroeien waardoor variatie in het gebied ontstaat. Begrazing van natte terreinen waarin zich Pitrus heeft gevestigd, lijkt vaak een averechts effect te hebben, omdat de meeste grazers nauwelijks Pitrus eten. Door

betreding ontstaan bovendien open plekken in de vegetatie waar Pitrus weer kan kiemen en de dominantie hiervan juist toeneemt. De netto afvoer van nutriënten door middel van begrazen is echter beperkt.

Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag daarom in veel gevallen een geschikt alternatief. De ontgrondingsdiepte kan worden bepaald door op verschillende diepten de Olsen-P en totaal-P concentratie te meten. Deze maatregel dient te worden getoetst op de inpasbaarheid in het hydrologische systeem.

Na ontgroning wordt het introduceren van doelsoorten (vers maaisel/plagsel) uit lokale referentiegebieden geadviseerd. Zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich namelijk doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op de vaak sterk ontwaterde en sterk bemeste voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

In grondwatergevoede systemen is de grondwaterinvloed en -kwaliteit van belang. Het grondwater dient globaal van oktober tot april uit te treden aan maaiveld of via capillaire opstijging de wortelzone te bereiken. De periode die nodig is om de basenvoorraad 'op te laden' in de winter is afhankelijk van de basenrijkdom (hardheid) van het water. Tijdens de lichte verdroging in de zomer moet de basenvoorraad namelijk voldoende zijn om een al te grote verzuring door oxidatie te voorkomen.

Indien (her)vernatting van grondwatergevoede systemen plaatsvindt, door maaiveldverlaging of bijvoorbeeld het dempen van ontwateringsloten, is het van belang dat voldoende doorstroming plaatsvindt. Stagnatie van water kan leiden tot het vrijkomen van fosfor en ongewenste verzuiging. Dit wordt versterkt onder sulfaatrijke omstandigheden. Afvoer vindt, indien mogelijk, bij voorkeur plaats via het bestaande reliëf. Daarnaast is het van belang om een natuurlijk peilbeheer te hanteren met wisselende waterstanden. Droogval van de toplaag in de zomermaanden is vaak essentieel voor de immobilisatie van fosfaat en de vegetatieontwikkeling. Het vrijkomen van fosfaat gaat onder natte omstandigheden sneller bij hoge (zomer)temperaturen dan bij lagere (winter)temperaturen.



### 3. Veldwerkzaamheden en analyses

#### 3.1. Veldwerkzaamheden

Op 24, 25 en 26 februari 2016 werd op 30 locaties een profielbeschrijving tot 150 cm-mv uitgevoerd en werden bodemmonsters verzameld. De 30 monsterlocaties worden gegeven in figuur 3.1 en 3.2 (op een hoogtekaart). Aangezien het zuidelijke deelgebied gelegen is in een munitie verdacht gebied werden de onderzoekslocaties voor aanvang van de bodemboringen vrijgegeven (of beperkt verplaatst) na scanning door een explosievenexpert.

De bemonsteringsstrategie is als volgt vastgesteld door de opdrachtgever:

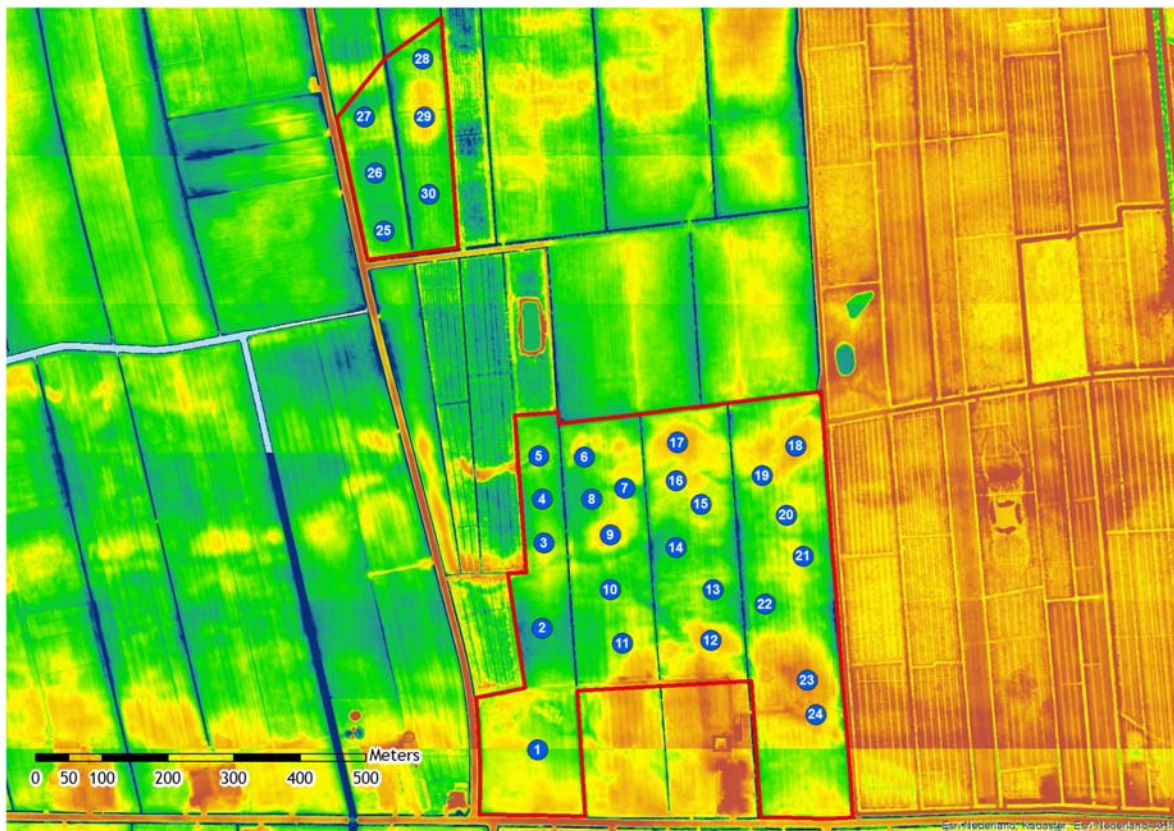
Locatie 1-24: op 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm en 40-60 cm-mv bodemmateriaal verzamelen;

Locatie 25-30: op 50-60cm en 60-80 cm-mv bodemmateriaal verzamelen.

De exacte monsterdieptes waren afhankelijk van de boorprofielen.



Figuur 3.1. Overzicht van de ligging van de 30 monsterlocaties.



Figuur 3.2. Overzicht van de ligging van de 30 monsterlocaties op een hoogtekaart.

### 3.2. Analyses

De volgende analyses werden uitgevoerd op het laboratorium van Onderzoekcentrum B-WARE:

#### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en het vochtverlies berekend. Dit alles werd in duplo uitgevoerd. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien van de monsters werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt in dit type bodems goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

#### *Olsenextractie*

Het Olsen-extract werd uitgevoerd ter bepaling van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M NaHCO<sub>3</sub> bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105 r.p.m. Het extract werd vervolgens geanalyseerd op een ICP.



### *Bodemdestructie*

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het bodemmateriaal te bepalen. Dit werd uitgevoerd door het bodemmateriaal na het drogen op 60 °C te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd en de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. De destruatens werden vervolgens geanalyseerd op een ICP.

### *Elementenanalyse*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si) en zink (Zn) in bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL).



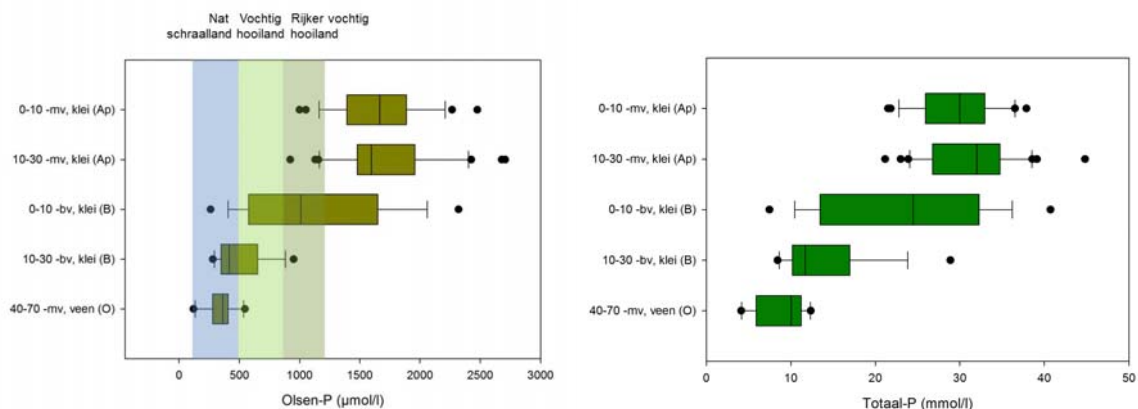
## 4. Natuurontwikkelingsmogelijkheden

### 4.1. Algemene bodemchemie en trends in de diepte

In het onderzoeksgebied is overwegend sprake van een kleibodem met in de ondergrond een (kleiige) veenlaag van variërende dikte en op variërende diepte (bijlage 1). Lokaal zijn ook zandige lagen aangetroffen. Bij de beschrijving van de natuurpotenties per locatie wordt het bodemtype per locatie nader toegelicht.

Het feit dat de bodem overwegend kleiig is blijkt onder andere uit het feit dat de totaal-aluminiumconcentratie van de bodems sterk is gecorreleerd met de totaal-kaliumconcentratie (figuur 4.2, linksonder). In lutumdeeltjes komt aluminium en kalium in een vaste verhouding waardoor deze zeer sterke correlatie kan worden verklaard. De gemeten aluminiumconcentratie in de destructieanalyse is dan ook een goede maat voor de concentratie (verweerbare) lutumdeeltjes in de bodem. Het kleigehalte van de bodem correleert echter niet met de totaal-calciumconcentratie (figuur 4.2, rechtsonder).

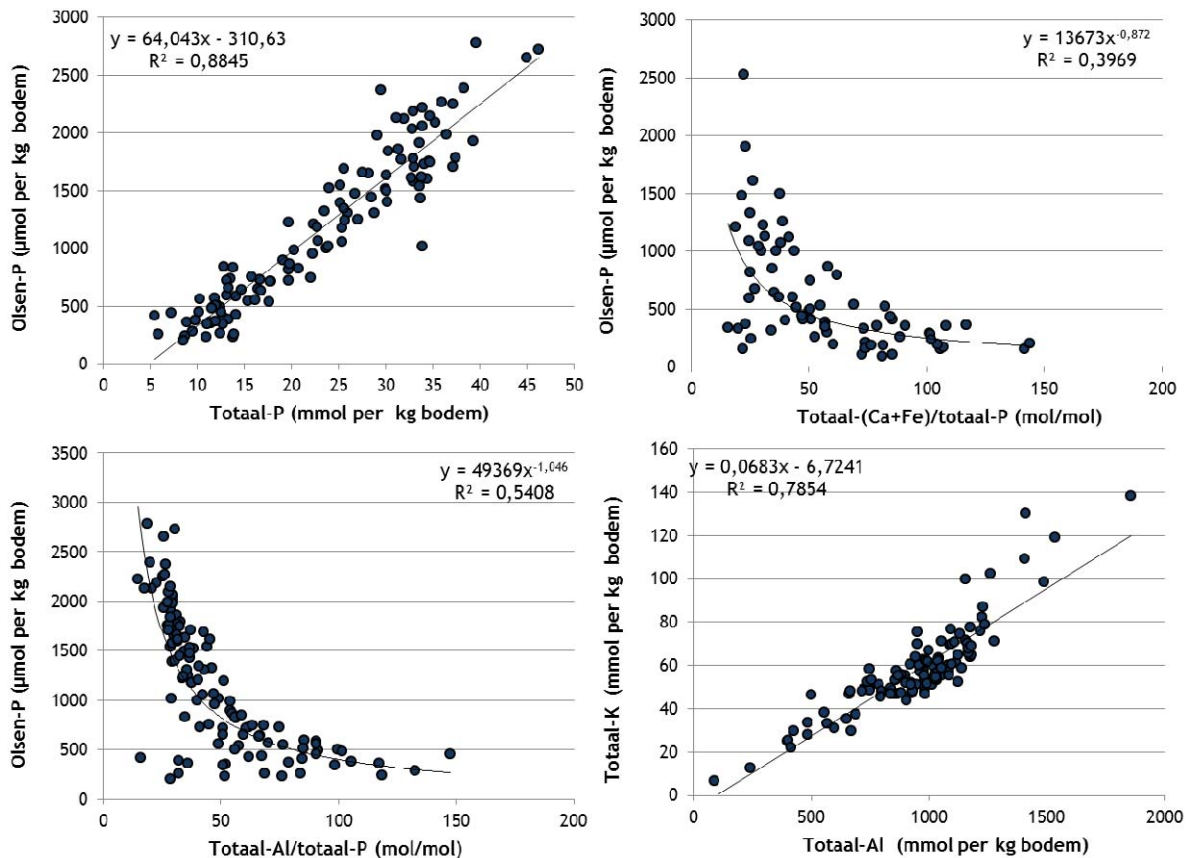
Een lage fosfaatbeschikbaarheid biedt, zoals beschreven in hoofdstuk 2, goede kansen voor de ontwikkeling van (vochtige-natte) voedselarme natuur. Als gevolg van het landbouwkundig gebruik is de P-beschikbaarheid voor planten (Olsen-P concentratie) en de totaal-P concentratie (lokaal fors) te hoog (10 mmol/l lijkt de ‘natuurlijke, onbelaste, achtergrondconcentratie’ voor de kleibodem), met name in de bouwvoor (Ap horizont). De variatie in fosfaatconcentraties in de bouwvoor en direct onder de bouwvoor is behoorlijk groot. Dit kan worden veroorzaakt door het verschil in grondgebruik (bemestingsintensiteit, grondbewerking), bodemtype en door het verschil in bodemchemie (variatie in ijzer- of calciumconcentraties). Zowel de totaal-P concentraties als de Olsen-P concentraties nemen over het algemeen af in de diepte (figuur 4.1). In de bodemlaag onder de bouwvoor variëren de P-concentraties opvallend sterk en is (nog) niet op alle locaties sprake van P-arme omstandigheden: het alleen afgraven van de bouwvoor zou (lokaal) niet toereikend zijn (vooral in de twee westelijke percelen; locatie 1-11). Op een diepte vanaf 10 cm onder de bouwvoor (deze diepte is op verzoek van de opdrachtgever niet overal bemonsterd) en in de veenbodems zijn de Olsen-P concentraties voldoende laag voor de beoogde natuurontwikkeling.



**Figuur 4.1.** Boxplots van de totaal-P (boven) en Olsen-P (onder) concentratie uitgedrukt per liter bodem. De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer. In de Olsen-P boxplot zijn door middel van arceringen globale grenswaarden voor nat schraalland (blauw), vochtig hooiland (groen) en een rijker vochtig hooiland (grijs-groen) weergegeven.

In paragraaf 4.2 worden per deelgebied en per monsterlocatie de natuurontwikkelingsmogelijkheden (bron: referentiedatabase B-WARE) en geschikte inrichtingsmaatregelen toegelicht.

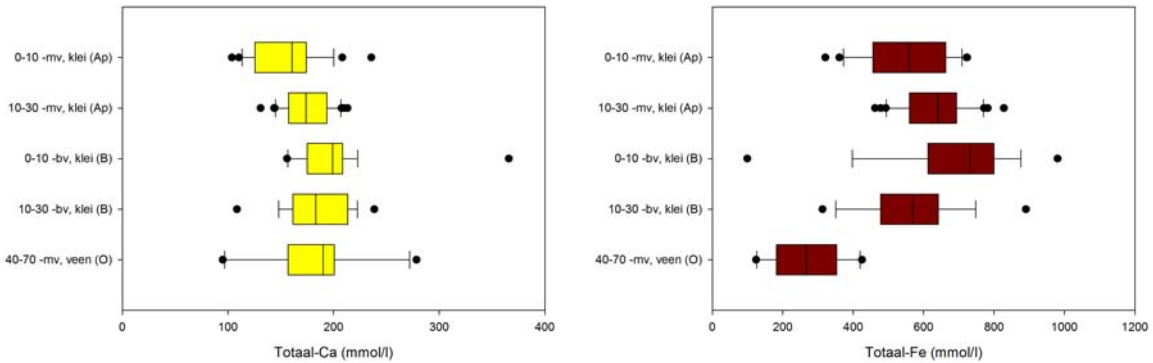
In figuur 4.2 (boven) worden de Olsen-P en totaal-P concentraties van de bodems tegen elkaar uitgezet ( $r^2 = 0,8845$ ). De hoeveelheid voor planten beschikbaar fosfaat (Olsen-P) wordt dus voor een groot deel bepaald door de totaal-P voorraad in de bodem. Er zijn echter meerder parameters van invloed op de Olsen-P concentratie. Het fosfor kan aan ijzer gebonden zijn in de bodem, maar ook aan calcium of aluminium. Fosfor wordt in bodems zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals  $Fe_3(PO_4)_2$  (onder anaërobe condities) en  $FePO_4$  onder aërobe condities. Voor de P-immobiliserende werking van calcium is de vorming van relatief slecht oplosbare calciumfosfaat complexen verantwoordelijk. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei (aluminium is indicatief voor het lutumpercentage) is een sterke P-binder.



Figuur 4.2. Correlaties tussen de Olsen-P en de totaal-P concentratie van de bodems (linksboven), tussen de Olsen-P en de (Ca+Fe)/P ratio van de bodems (rechtsboven), tussen de Olsen-P en de Al/P ratio van de bodems (linksonder) en de totaal-Al en de totaal-K concentratie (rechtsonder).

De calcium-, aluminium en ijzerconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In figuur 4.2 (rechtsboven en linksonder) is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en aluminium blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag. De variatie in de calcium- en ijzerconcentratie in de diepte wordt weergegeven in figuur 4.3. Er is sprake van een ijzerrijke ( $\pm 500-700$  mmol/l) en (matig)

calciumhoudende kleibodem ( $\pm 150-220$  mmol/l). De lager calciumconcentraties in de toplaag zijn mogelijk het gevolg van oxidatieprocessen (van ammonium), waarbij zuur wordt gevormd en ontkalking kan plaatsvinden, tijdens het landbouwkundig gebruik. De veenbodems zijn minder ijzerrijk dan de kleibodem maar desondanks nog als ijzerhoudend/ijzerrijk te typeren ( $\pm 200-375$  mmol/l). De calciumconcentraties komen over het algemeen overeen met de kleibodems ( $\pm 150-200$  mmol/l).



*Figuur. 4.3. Boxplots van de totaal-Fe (links) en totaal-Ca (linksonder) concentraties van de bodems. De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.*

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Er is echter geen zoutextractie uitgevoerd om dit te specificeren. Tijdens de ontgrondingsevaluatie in 2013 zijn bij totaal-calciumconcentraties van circa 180-230 mmol/l (vergelijkbaar met de totaal calciumconcentraties in het huidige onderzoek), Ca-NaCl concentraties gemeten van 45.000-70.000  $\mu\text{mol/l}$ . Dit duidt op sterk gebufferde bodems die geschikt zijn voor de ontwikkeling van dotterbloemhoiland.

#### 4.2. Natuurpotenties per locatie

In dit onderzoek wordt standaard gerekend met de volgende Olsen-P streefconcentraties:

- <300-500  $\mu\text{mol/l}$  voor de ontwikkeling van een vochtig-nat schraalland op veen of zand (tot-Al < 400 mmol/l);
- <500-900  $\mu\text{mol/l}$  voor de ontwikkeling van een vochtig hoiland(/nat schraalland) op klei of kleiig veen.

In de praktijk is het mogelijk dat de Olsen-P concentratie na ontgronding lager uitvalt omdat extra fosfaat immobilisatie plaatsvindt door de ijzerhydroxides in de bodemlaag die het nieuwe maaiveld vormen (zoals ook lijkt te zijn gebeurd in het in 2008 ontgraven perceel in het Pompveld). Bij lagere Olsen-P concentraties is het risico op verzuuring het kleinst.

Per monsterlocatie worden in tabel 4.1 de belangrijkste abiotische factoren kort toegelicht. Hierin zijn onder andere de fosfaatconcentraties opgenomen (Olsen-P en totaal-P). Op basis van de verhouding tussen de Olsen-P en P-totaal concentratie (beschikbare P-fractie) is een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieert op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed wordt door o.a. het lutumgehalte en de ijzer- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis

van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie is per bemonsterde laag een verschrallingsduur berekend bij traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jr). Gericht uitmijnen (P-afvoer: 40 kg/ha/jr; hoofdstuk 2) gaat vier keer zo snel. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte dienen, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar te worden opgeteld. Wanneer wordt ingezet op verschralling van een fosfaatrijke toplaag is het belangrijk om te realiseren dat vernatting van een fosfaatrijke toplaag kan leiden tot P-mobilisatie en verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling.

De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie, grondwaterkwaliteit en hydrologische omstandigheden (deze maken geen onderdeel uit van deze opdracht) maar onder andere ook van het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke inrichtingswensen. De beschikbare gegevens vormen in elk geval een basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

Deze indicatieve arceringen horen bij de volgende klassen in de tabellen vanaf paragraaf 4.2:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Fe-t	Maaien en afvoeren (M) in jaren	
%	mmol/l	mmol/l	mmol/l	0	voldoende P-arm
<5	<200	<20	<40	<10	kansrijk voor verschralling door middel van maaien en afvoeren
6-10	201-400	21-50	41-100	11-40	matig kansrijk voor verschralling door middel van maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	101-250	41-80	kansrijk voor verschralling door middel van uitmijnen
26-50	801-1200	101-150	251-500	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling door middel van uitmijnen
>50	>1200	151-250	501-800	201-400	ongeschikt voor verschralling I
		>250	>800	>400	ongeschikt voor verschralling II

Tabel 4.1a. Overzicht van de grondsoort, algemene horizont (HZT), actuele grondwaterstand (GWS; 24-26 februari in cm-mv), gemiddeld laagste (GLG) en hoogste (GHG) grondwaterstand indien waarneembaar in het boorprofiel, berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ( $GVG = 5,4 + 0,83 * GHG + 0,19 * GLG$ ), en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in  $\mu\text{mol}$  per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, M3 = indicatieve verschrallingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300  $\mu\text{mol/l}$  en een totaal-P concentratie van minimaal 3 mmol/l. M5 en M9: idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 en 900  $\mu\text{mol/l}$ .

Nr	Diepte	Bodemtype	HZT	GWS	GLG	GHG	GVG	V	MV	OS	Ols-P	P-t	Al-t	K-t	Ca-t	Mg-t	Fe-t	S-t	M3	M5	M9
1	0-10	Klei, bv	Ap	40	90	20	39	49	0,7	12	1819	30,9	795	69	116	177	385	27	81	70	49
	10-20	Klei, bv	Ap					28	1,2	5	2706	44,8	1142	74	201	258	757	20	125	114	93
	20-30	Klei, intact	B					28	1,2	10	2319	40,7	1168	73	206	261	771	19	111	100	78
	45-65	Ver. veen, kleilig	O					45	0,7	23	547	10,0	685	38	214	133	286	49	28	5	0
2	0-10	Klei, bv	Ap	30	90	20	39	33	1,1	13	1720	31,7	1109	75	175	241	696	21	82	70	47
	10-20	Klei, bv	Ap					31	1,1	13	1353	29,2	1056	62	193	230	653	25	71	58	31
	20-30	Klei, intact	B					33	1,1	8	1629	32,3	1241	77	212	256	709	27	82	70	45
	30-50	Klei, intact	B					38	1,0	18	951	22,6	903	48	206	177	569	32	97	67	7
	50-70	Ver. veen, kleilig	O					53	0,6	28	404	11,0	683	42	189	117	337	54	18	0	0
3	0-10	Klei, bv	Apx	30	100	20	41	34	1,0	13	1727	33,4	1246	88	164	240	690	24	86	74	50
	10-20	Klei, bv	Apx					32	1,1	13	1130	26,7	1309	71	208	262	772	19	61	47	17
	20-30	Klei, intact	B					31	1,1	13	1470	32,4	1154	63	197	231	759	19	80	67	39
	40-60	Klei, intact	B					41	0,9	16	864	28,9	837	41	205	137	621	32	118	76	0
4	0-10	Klei, bv	Ap	30	110	20	43	36	1,0	13	1500	24,5	703	48	104	144	384	20	61	51	31
	10-20	Klei, bv	Ap					31	1,1	13	1435	25,5	1182	75	155	226	625	20	63	52	30
	20-30	Klei, intact	B					31	1,1	11	861	20,7	1173	64	185	254	800	18	42	27	0
	40-60	Klei, intact	B					40	0,8	15	340	10,7	902	48	158	172	701	21	8	0	0
5	0-10	Klei, bv	Ap	50	95	20	40	39	0,9	16	1512	29,9	822	60	122	166	453	27	75	62	38
	10-20	Klei, bv	Ap					35	1,0	16	1576	33,0	965	57	157	194	553	29	83	70	44
	20-30	Klei, intact	B					32	1,0	13	1353	26,9	1161	67	169	221	625	25	65	53	28
	30-50	Klei, intact	B					34	1,0	14	723	18,2	1101	60	177	216	712	23	66	35	0
	50-65	Veraardend veen	O					46	0,6	31	282	4,6	312	21	95	51	124	28	0	0	0

1. De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 31-45 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1800-2700  $\mu$ mol/l). De toplaag van 0-10 cm is iets minder sterk verrijkt met fosfaat (en bevat minder calcium en ijzer). Planten (grassen/kruiden) kunnen over het algemeen echter tot een diepte van 25-30 cm wortelen om nutriënten op te nemen. Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 200 jaar maaien en afvoeren (of 50 jaar uitmijnen). Wanneer 45 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 10 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 550  $\mu$ mol/l) kleiige veenlaag aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 214 mmol/l en Fe-t 286 mmol/l). Er zijn geen analyses beschikbaar van de onderkant van het kleipakket waardoor niet kan worden vastgesteld in hoeverre 30 of 35 cm afgraven (dan resteert een kleipakket van 15-10 cm) kansen biedt voor de beoogde natuurontwikkeling. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerd kleibodems op een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30-35 cm afgraven op deze locatie mogelijk een reële optie is.
2. De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 29-32 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1350-1700  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 130 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Wanneer 30 cm wordt afgegraven komt een matig voedselrijke (totaal-P 23 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 950  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke, in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer (<10 jaar), geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 206 mmol/l en Fe-t 569 mmol/l). Mogelijk neemt de P-concentratie in deze bodemlaag af in de diepte waardoor 35-40 cm afgraven (dan resteert een kleipakket van 15-10 cm) tot betere bodemchemische omstandigheden leidt. De kleiige veenlaag onder de kleilaag is relatief voedselarm (Olsen-P 404  $\mu$ mol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland.
3. De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 27-33 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1150-1750  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 120 jaar maaien en afvoeren (of 30 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een matig voedselrijke (totaal-P 29 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 850  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een wat voedselrijker vochtig hooiland (Ca-t 205 mmol/l en Fe-t 621 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerd kleibodems op een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30-35 cm afgraven op deze locatie ook een reële optie lijkt.
4. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 25 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1450-1500  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 90 jaar maaien en afvoeren (of 20-25 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een matig voedselrijke (totaal-P 21 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 850  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 185 mmol/l en Fe-t 800 mmol/l). Op 40-60 cm-mv is de kleibodem voedselarm (totaal-P 11 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 350  $\mu$ mol/l) en zeer geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland. De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerde kleibodems op

een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30-35 cm afgraven op deze locatie mogelijk ook een reële optie is.

- De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 27-33 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1350-1600  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 130 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Wanneer 30 cm wordt afgegraven komt een voedselarme-matig voedselrijke (totaal-P 18 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 700  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 177 mmol/l en Fe-t 712 mmol/l). De fosfaatconcentraties van de kleibodem op 40-50 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Op 50-65 cm-mv is zeer P-arm veraardend veen aangetroffen.

Conclusie perceel: Zie figuur 4.3 en 4.4 voor een overzicht van de ruimtelijke variatie in verschrallingsduur en (minimale) ontgrondingsdieptes. De gemiddelde verschrallingsduur tot een Olsen-P concentratie van 700  $\mu$ mol/l (gemiddelde 500-900  $\mu$ mol/l) voor de toplaag van 25 cm bedraagt 135 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Dit biedt slechts op de (zeer) lange termijn perspectieven. Het afgraven van de voedselrijke toplaag is een interessant alternatief. De gemiddelde berekende GVG (let op: op basis van een geschatte GLG/GHG in het bodemprofiel en niet op basis van hydrologische data) in het perceel is 40 cm-mv. De bouwvoordikte is 20 cm. Echter, ook onder de bouwvoor van 20 cm is de bodem rijk aan fosfaat. Voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland lijkt een ontgroning van 35-40 cm optimaal. Een ontgroning van 30 cm (bouwvoor + 10 cm) kan mogelijk ook volstaan (echter niet van alle bodemlagen zijn chemische data beschikbaar). Zoals vermeld is het op ijzerrijke kleibodems mogelijk dat de Olsen-P concentratie na ontgroning lager uitvalt omdat extra fosfaat immobilisatie plaatsvindt door de ijzerhydroxides in de bodemlaag die het nieuwe maaiveld vormt (zoals ook lijkt te zijn gebeurd in het in 2008 ontgraven perceel in het Pompveld). Advies: 35 cm afgraven.

Tabel 4.1b. Overzicht van het bodemtype, de grondwaterstanden en de bodemchemie. Zie tabel 4.1a voor een uitgebreide toelichting.

Nr	Diepte	Bodemtype	HZT	GWS	GLG	GHG	GVG	V	MV	OS	Ols-P	P-t	Al-t	K-t	Ca-t	Mg-t	Fe-t	S-t	M3	M5	M9
6	0-10	Klei, bv	Ap	30	100	10	33	31	1,1	14	2266	36,5	1084	70	162	232	657	27	99	89	69
	10-20	Klei, bv	Ap					37	0,9	15	2104	33,4	882	70	131	191	524	28	89	80	60
	20-30	Klei, intact	B					31	1,0	13	2015	33,2	976	60	157	204	612	23	88	78	57
	45-65	Veraardend veen	O					55	0,6	33	418	12,4	787	61	186	118	347	63	22	0	0
7	0-10	Klei, bv	Ap	25	80	10	29	32	1,1	11	1552	28,1	831	65	157	192	539	23	71	59	37
	10-20	Klei, bv	Ap					34	0,9	13	2181	35,0	695	47	158	162	478	26	94	84	64
	20-30	Klei, intact	B					35	0,9	15	2030	30,6	695	45	156	161	480	22	82	72	53
	30-50	Klei, intact	B					38	0,8	14	581	10,5	790	43	183	129	313	31	32	9	0
	50-70	Veraardend veen	O					71	0,3	46	119	4,1	132	9	112	25	146	71	0	0	0
8	0-10	Klei, bv	Ap	30	90	20	39	35	0,9	14	1634	32,2	972	57	208	214	599	24	82	70	45
	10-20	Klei, bv	Ap					34	0,9	20	1513	25,8	781	43	154	169	493	18	65	54	33
	20-30	Klei, intact	B					32	1,0	12	1094	26,4	1116	62	206	245	795	20	60	45	15
	40-55	Veraardend veen	O					53	0,6	33	403	10,1	514	25	191	89	249	62	12	0	0
9	0-10	Klei, bv	Ap					35	1,0	13	1389	29,9	910	60	174	215	576	21	73	60	33
	10-20	Klei, bv	Ap	30	95	20	40	31	1,0	13	1730	31,1	882	54	175	203	562	21	80	69	47
	20-30	Klei, zandig, insp.	Bx					29	1,0	11	1189	25,6	969	61	175	215	554	16	60	46	19
	45-65	Klei, zandig, intact	C					25	1,2	5	417	13,5	706	37	172	197	497	9	24	0	0
10	0-10	Klei, bv	Ap	25	75	10	28	30	1,1	10	2475	37,9	557	52	123	144	452	21	104	94	75
	10-20	Klei, bv	Ap					26	1,1	10	2425	36,4	757	54	155	177	537	20	100	90	72
	20-35	Klei, bv	Ap					23	1,3	8	2678	39,1	697	48	172	173	506	19	163	149	122
	35-55	Grof zand	C					20	1,4	1	567	7,5	119	9	366	71	99	3	22	6	0
	0-10	Klei, bv	Ap	20	90	10	31	33	1,0	14	1386	26,3	1075	65	160	239	689	19	64	53	29
11	10-20	Klei, bv	Ap					30	1,1	12	1592	32,0	1108	62	171	238	677	21	81	69	43
	20-30	Klei, bv	Ap					30	1,0	13	1915	32,3	1010	57	160	219	640	21	85	75	54
	40-55	Klei, intact	B					35	0,9	13	338	8,4	990	52	162	173	574	15	4	0	0



6. De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 33-37 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 2000-2250  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 180 jaar maaien en afvoeren (of 45 jaar uitmijnen). Wanneer 45 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 12 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 400  $\mu$ mol/l), kleiige (Al-t 787 mmol/l) veenlaag aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 186 mmol/l en Fe-t 347 mmol/l). Er zijn geen analyses beschikbaar van de onderkant van het kleipakket waardoor niet kan worden vastgesteld in hoeverre 30 of 35 cm afgraven (dan resteert een kleipakket van 15-10 cm) kansen biedt voor de beoogde natuurontwikkeling. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerd kleibodems op een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30-35 cm afgraven op deze locatie ook een reële optie lijkt.
7. De kleiige bouwvoor van 20 cm is, evenals de kleilaag op 20-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 28-35 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1550-2200  $\mu$ mol/l). De toplaag van 0-10 cm is iets minder rijk aan fosfaat. Planten (grassen/kruiden) kunnen over het algemeen echter tot een diepte van 25-30 cm wortelen om nutriënten op te nemen. Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 150 jaar maaien en afvoeren (of 35-40 jaar uitmijnen). Wanneer 30 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 10 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 580  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 183 mmol/l en Fe-t 313 mmol/l).
8. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 26-32 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1500-1600  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 120 jaar maaien en afvoeren (of 30 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een (matig) voedselrijke (totaal-P 26 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1100  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke in combinatie met (fors) aanvullend verschrallingsbeheer geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 206 mmol/l en Fe-t 795 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerd kleibodems op een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30 cm afgraven op deze locatie (er blijft dan een kleilaag over van 10 cm op veraardend veen) ook een reële optie lijkt. Op 45-65 cm-mv is de licht kleiige veraarde veenbodem voedselarm (totaal-P 13 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 400  $\mu$ mol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland.
9. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 30-31 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1400-1750  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 120 jaar maaien en afvoeren (of 30 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een (matig) voedselrijke (totaal-P 26 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1200  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke in combinatie met (fors) aanvullend verschrallingsbeheer geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 175 mmol/l en Fe-t 554 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat vrijwel alle geanalyseerd kleibodems op een diepte van 10-30 cm onder de bouwvoor voldoende P-arm zijn voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland waardoor 30-35 cm

afgraven op deze locatie (dan resteert een kleipakket van 15-10 cm) ook een reële optie lijkt. Op 45-65 cm-mv is de zandige kleibodem voedselarm (totaal-P 13 mmol/l en Olsen-P  $\pm 400$   $\mu\text{mol/l}$ ) en geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland.

10. De kleiige bouwvoor van 35 cm is (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 36-39 mmol/l en Olsen-P  $\pm 2400-2700$   $\mu\text{mol/l}$ ). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu\text{mol/l}$  vereist circa 210 jaar maaien en afvoeren (of 50 jaar uitmijnen). Wanneer 35 cm wordt afgegraven komt een voedselarme-matig verrijkte (totaal-P 7,5 mmol/l en Olsen-P  $\pm 570$   $\mu\text{mol/l}$ ), kalkrijke (366 mmol/l) en matig ijzerhoudende (99 mmol/l) zandbodem aan het oppervlak welke, mogelijk in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer, geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland.
11. De kleiige bouwvoor van 30 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 26-32 mmol/l en Olsen-P  $\pm 1400-1900$   $\mu\text{mol/l}$ ). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu\text{mol/l}$  vereist circa 130 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 8 mmol/l en Olsen-P  $\pm 350$   $\mu\text{mol/l}$ ) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 162 mmol/l en Fe-t 574 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. Uit figuur 4.1 blijkt echter dat de fosfaatconcentratie direct onder de bouwvoor sterk variëren waardoor bij minder dan 40 cm afgraven het risico op verzuuring aanwezig is (indien men dit risico wil nemen raden wij aan om bij voorkeur 35 in plaats van 30 cm af te graven).

Conclusie perceel: Zie figuur 4.3 en 4.4 voor een overzicht van de ruimtelijke variatie in verschrallingsduur en (minimale) ontgrondingsdieptes. De gemiddelde verschrallingsduur tot een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$  (gemiddelde 500-900  $\mu\text{mol/l}$ ) voor de toplaag van 25 cm bedraagt 152 jaar maaien en afvoeren (of 35-40 jaar uitmijnen). Dit biedt slechts op de (zeer) lange termijn perspectieven. Het afgraven van de voedselrijke toplaag is een interessant alternatief. De gemiddelde berekende GVG (let op: op basis van een geschatte GLG/GHG in het bodemprofiel en niet op basis van hydrologische data) in het perceel is 33 cm-mv. De bouwvoordikte is 20 (locatie 6-9) en 30-35 (locatie 10-11) cm. Echter, ook onder de bouwvoor van 20 cm is de bodem rijk aan fosfaat. Voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland lijkt een ontgroning van 35 cm optimaal. Een ontgroning van 30 cm is wellicht ook voldoende (op basis van de trends in het gebied), echter niet van alle bodemlagen zijn chemische data beschikbaar. Zoals eerder vermeld kan de Olsen-P concentratie in de praktijk na ontgroning lager uitvallen omdat extra fosfaat immobilisatie plaatsvindt door de ijzerhydroxides in de bodemlaag die het nieuwe maaiveld vormen (zoals ook lijkt te zijn gebeurd in het in 2008 ontgraven perceel in het Pompveld). Advies: 35 cm afgraven.

Tabel 4.1c. Overzicht van het bodemtype, de grondwaterstanden en de bodemchemie. Zie tabel 4.1a voor een uitgebreide toelichting.

Nr	Diepte	Bodemtype	HZT	GWS	GLG	GHG	GVG	V	MV	OS	Ols-P	P-t	Al-t	K-t	Ca-t	Mg-t	Fe-t	S-t	M3	M5	M9
12	0-10	Klei, bv	Apx	10	110	0	26	38	0,9	13	1557	33,9	949	53	161	201	602	20	86	72	45
	10-20	Klei, bv	Apx					34	1,0	14	1894	38,6	994	59	161	211	644	22	101	89	63
	20-30	Klei, intact	B					32	1,0	11	579	14,0	1272	71	182	241	732	13	21	6	0
	40-60	Klei met ijzeroer	C					29	1,2	7	279	16,6	1267	66	208	309	891	6	0	0	0
13	0-10	Klei, bv	Ap	20	100	20	41	37	0,9	16	1783	26,2	772	48	125	164	466	19	68	59	41
	10-20	Klei, bv	Ap					35	0,9	15	1509	32,5	1038	66	170	224	647	24	81	68	41
	20-30	Klei, bv/intact	Ap/B					35	1,0	15	1705	35,7	1169	79	169	237	652	24	92	79	53
	40-55	Klei, intact	B					36	0,9	12	439	11,2	1019	53	215	176	559	30	17	0	0
	55-75	Veraardend veen	O					48	0,7	22	357	11,8	675	34	196	122	425	50	12	0	0
14	0-10	Klei, bv	Ap	10	90	0	23	36	1,0	16	1407	33,2	1218	78	171	253	724	26	82	67	37
	10-20	Klei, bv	Ap					36	1,0	14	1493	32,6	1445	96	169	272	724	23	81	68	40
	20-30	Klei, bv	Ap					36	1,0	14	1755	32,6	1030	62	162	225	643	23	84	73	50
	40-60	Klei, intact	B					36	0,9	12	810	17,3	935	49	158	198	535	27	68	41	0
15	0-10	Klei, bv	Ap	20	105	10	34	40	0,9	16	1917	32,4	906	57	162	200	554	21	85	75	54
	10-20	Klei, bv	Ap					34	1,0	14	2189	35,5	1020	68	176	221	617	22	96	86	65
	20-30	Klei, bv	Ap					32	1,0	14	2079	38,1	1041	65	198	233	692	22	102	90	67
	40-50	Klei, intact	B					37	0,9	14	411	9,3	845	43	183	173	663	15	8	0	0
16	0-10	Klei, bv	Ap	30	100	10	33	36	0,9	13	1000	21,5	1014	56	191	220	665	19	47	34	7
	10-20	Klei, bv	Ap					36	1,0	14	1738	34,6	1131	74	189	234	652	25	90	77	52
	20-30	Klei, bv	Ap					37	0,9	14	1516	31,7	1444	112	178	257	645	22	80	66	40
	40-60	Ver. veen, kleilig	O					50	0,7	25	366	10,3	789	43	278	146	372	59	12	0	0
17	0-10	Klei, bv	Ap	40	100	20	41	31	1,1	8	1354	21,8	738	53	236	237	464	21	53	43	23
	10-20	Klei, bv	Ap					30	1,1	11	1702	26,8	983	62	144	203	571	20	69	59	39
	20-30	Klei, bv	Ap					30	1,1	11	1895	28,7	1226	86	144	229	615	20	75	66	47
	40-55	Klei, zandig	Bc					18	1,5	3	385	8,7	596	37	109	174	360	6	9	0	0

12. De kleiige bouwvoor van 20 cm is (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 34-39 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1550-1900  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 140 jaar maaien en afvoeren (of 35 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 14 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 580  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een (nat schraalland/)vochtig hooiland (Ca-t 182 mmol/l en Fe-t 732 mmol/l). Op 40 cm diepte is de P beschikbaarheid nog lager.
13. De kleiige bouwvoor van 25 cm is, evenals de kleilaag op 25-30 cm-mv direct onder de bouwvoor, verrijkt met fosfaat (totaal-P 26-36 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1500-1800  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 140 jaar maaien en afvoeren (of 35 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 11 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 450  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 215 mmol/l en Fe-t 559 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv (5-15 cm onder de bouwvoor) zijn niet geanalyseerd. Op de nabijgelegen locatie 12 is de bodem direct onder de bouwvoor voldoende voedselarm (let op: dit is niet overal het geval, zie figuur 4.1) waardoor (30-)35 cm afgraven op deze locatie ook een optie lijkt (analyses ontbreken dus dit is een risico).
14. De kleiige bouwvoor van 30 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 33 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1400-1750  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 140 jaar maaien en afvoeren (of 35 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme-matig voedselrijke (totaal-P 17 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 800  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 158 mmol/l en Fe-t 535 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. De P-concentraties direct onder de bouwvoor variëren sterk (figuur 4.1).

Met name in de twee westelijke percelen is de bodem direct onder de bouwvoor nog verrijkt. Op locatie 12 (en in het oostelijke perceel) is de bodem direct onder de bouwvoor echter voedselarm waardoor (30-)35 cm afgraven op deze locatie ook een optie lijkt (analyses ontbreken dus dit is een risico).

15. De kleiige bouwvoor van 30 cm is (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 32-38 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1900-2100  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 180 jaar maaien en afvoeren (of 45 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 9 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 400  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 183 mmol/l en Fe-t 663 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. De P-concentraties direct onder de bouwvoor variëren sterk (zie toelichting locatie 14). Het (30-)35 cm afgraven op deze locatie lijkt ook een optie (analyses ontbreken dus dit is een risico).
16. De kleiige bouwvoor van 30 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 21-35 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1000-1750  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 110 jaar maaien en afvoeren (of 25-30 jaar uitmijnen). De toplaag van 0-10 cm is minder sterk verrijkt met fosfaat (en bevat minder calcium en ijzer). Dit biedt weinig perspectief in verband met de hoge P-concentraties op 10-30 cm-mv en het feit dat planten (grassen/kruiden) over het algemeen tot een diepte van 25-30 cm kunnen wortelen om nutriënten op te nemen. Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 9 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 350  $\mu$ mol/l) kleiige veenbodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 278 mmol/l en Fe-t 372 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. De P-concentraties direct onder de bouwvoor variëren sterk (zie toelichting locatie 14). Het 30 of 35 cm (indien dit voldoende draagvlak biedt voor beheer met standaard machines) afgraven op deze locatie lijkt ook een optie (analyses ontbreken dus dit is een risico).
17. De kleiige bouwvoor van 30 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 22-29 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1350-1900  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 110 jaar maaien en afvoeren (of 25-30 jaar uitmijnen). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 9 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 400  $\mu$ mol/l) zandige kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland (Ca-t 109 mmol/l en Fe-t 360 mmol/l). De fosfaatconcentraties op 30-40 cm-mv zijn niet geanalyseerd. De P-concentraties direct onder de bouwvoor variëren sterk (zie toelichting locatie 14). Het (30-)35 cm afgraven op deze locatie lijkt ook een optie (analyses ontbreken dus dit is een risico).

Conclusie perceel: Zie figuur 4.3 en 4.4 voor een overzicht van de ruimtelijke variatie in verschrallingsduur en (minimale) ontgrondingsdieptes. De gemiddelde verschrallingsduur tot een Olsen-P concentratie van 700  $\mu$ mol/l (gemiddelde 500-900  $\mu$ mol/l) voor de toplaag van 25 cm bedraagt 127 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Dit biedt slechts op de (zeer) lange termijn perspectieven. Het afgraven van de voedselrijke toplaag is een interessant alternatief. De gemiddelde berekende GVG (let op: op basis van een geschatte GLG/GHG in het bodemprofiel en niet op basis van hydrologische data) in het perceel is 33 cm-mv. De bouwvoordikte is overwegend 30 cm (locatie 13-17) en 20 cm op locatie 12 (zuidelijke deel). Voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland lijkt een ontgraving van 20 cm in het zuiden (locatie

12) en 40 cm op de overige locaties optimaal. Op locatie 13-17 ontbreken analyses direct onder de bouwvoor (30-40 cm-mv). De P-concentraties direct onder de bouwvoor variëren sterk waardoor het afgraven van 30 of 35 cm een risico (verruiging) vormt: met name in de twee westelijke percelen is de bodem direct onder de bouwvoor nog verrijkt. Echter, op locatie 12 en in het oostelijke perceel is de bodem direct onder de bouwvoor voedselarm waardoor (30-)35 cm afgraven op de locaties 13-17 ook een optie lijkt. Aanvullende analyses kunnen duidelijkheid verschaffen over de vereiste ontgrondingsdiepte. Zoals eerder vermeld, kan de Olsen-P concentratie in de praktijk na ontgroning lager uitvallen omdat extra fosfaat immobilisatie plaatsvindt door de ijzerhydroxides in de bodemlaag die het nieuwe maaiveld vormen (zoals ook lijkt te zijn gebeurd in het in 2008 ontgraven perceel in het Pompveld). Advies: 20 cm afgraven in het zuidelijke deel (locatie 12) en 35(-40) cm in het overige deel.

*Tabel 4.1d. Overzicht van het bodemtype, de grondwaterstanden en de bodemchemie. Zie tabel 4.1a voor een uitgebreide toelichting.*

Nr	Diepte	Bodemtype	HZT	GWS	GLG	GHG	GVG	V	MV	OS	Ols-P	P-t	Al-t	K-t	Ca-t	Mg-t	Fe-t	S-t	M3	M5	M9
18	0-10	Klei, bv	Ap	30	95	20	40	45	0,8	15	1906	23,8	635	41	144	156	321	20	63	55	39
	10-20	Klei, bv	Ap					32	1,0	11	1238	23,0	926	53	185	212	462	18	54	43	20
	20-30	Klei, intact	B					32	1,0	11	584	10,8	976	50	215	213	398	18	16	5	0
	45-65	Klei	C					28	1,3	6	356	12,0	1591	129	212	341	593	11	12	0	0
19	0-10	Klei, bv	Ap	30	95	20	40	34	1,0	14	1699	28,2	888	48	177	204	563	23	73	62	41
	10-20	Klei, bv	Ap					33	1,0	13	1534	27,9	1033	54	190	219	605	21	70	59	36
	20-30	Klei, verstoord	Bx					34	1,1	12	682	15,6	1044	50	206	207	664	16	27	13	0
	40-55	Klei, verstoord	Bx					39	0,9	16	526	11,7	1003	47	239	176	510	28	24	3	0
20	0-10	Klei, bv	Ap	20	100	10	33	47	0,8	19	2136	30,4	569	40	110	143	361	24	82	73	55
	10-20	Klei, bv	Ap					30	1,2	12	1388	26,6	1370	91	180	261	633	17	65	53	29
	20-30	Klei, intact	B					35	1,1	12	422	11,0	1156	60	223	236	772	15	10	0	0
	40-60	Klei, intact	B					27	1,3	6	297	14,0	727	42	162	220	419	7	0	0	0
21	0-10	Klei, bv	Ap	20	80	10	29	44	0,8	17	1273	25,8	821	49	128	193	544	18	62	49	24
	10-20	Klei, bv	Ap					32	1,1	11	922	21,2	1159	61	202	258	828	16	45	30	2
	20-30	Klei, intact	B					37	0,9	12	425	11,8	1743	130	188	261	830	18	11	0	0
	40-60	Klei, intact	B					42	0,8	17	416	9,8	977	55	218	174	459	36	17	0	0
22	0-10	Klei, bv	Ap	20	80	10	29	32	1,1	13	1052	24,5	1161	65	192	267	722	19	55	40	11
	10-20	Klei, bv	Ap					29	1,2	12	1157	23,9	1289	71	213	291	783	20	55	42	17
	20-30	Klei, intact	B					34	1,1	11	926	23,3	1302	79	209	293	828	17	49	33	2
	30-55	Klei, intact	B					39	0,9	14	465	10,9	929	49	218	173	591	33	18	0	0
23	0-10	Klei, bv	Ap	30	80	30	46	46	0,8	17	2152	36,5	1115	103	133	216	505	30	98	88	66
	10-20	Klei, bv	Ap					31	1,1	12	1598	31,6	1023	57	195	237	700	21	80	68	43
	20-30	Klei, intact	B					33	1,0	11	261	14,3	1206	70	204	276	981	13	0	0	0
	50-70	Klei, sterk venig	O					53	0,6	29	336	7,0	495	29	192	104	194	39	5	0	0
24	0-10	Klei, bv	Ap	25	80	15	33	36	1,0	14	1827	30,0	856	57	151	201	573	22	78	68	48
	10-20	Klei, bv	Ap					29	1,2	11	1552	32,0	1099	59	210	246	752	18	81	68	42
	20-30	Klei, intact	B					33	1,1	10	254	9,2	1092	58	199	236	876	11	0	0	0
	45-65	Veraardend veen	O					58	0,5	28	266	6,3	354	16	172	70	237	40	0	0	0

18. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 23-24 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1550-1700  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 100 jaar maaien en afvoeren (of 25 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 11 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 580  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 144 mmol/l en Fe-t 615 mmol/l).

19. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 28 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1250-1900  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 80 jaar maaien en afvoeren (of 20 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme tot matig voedselrijke (totaal-P 16 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 680  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een (nat

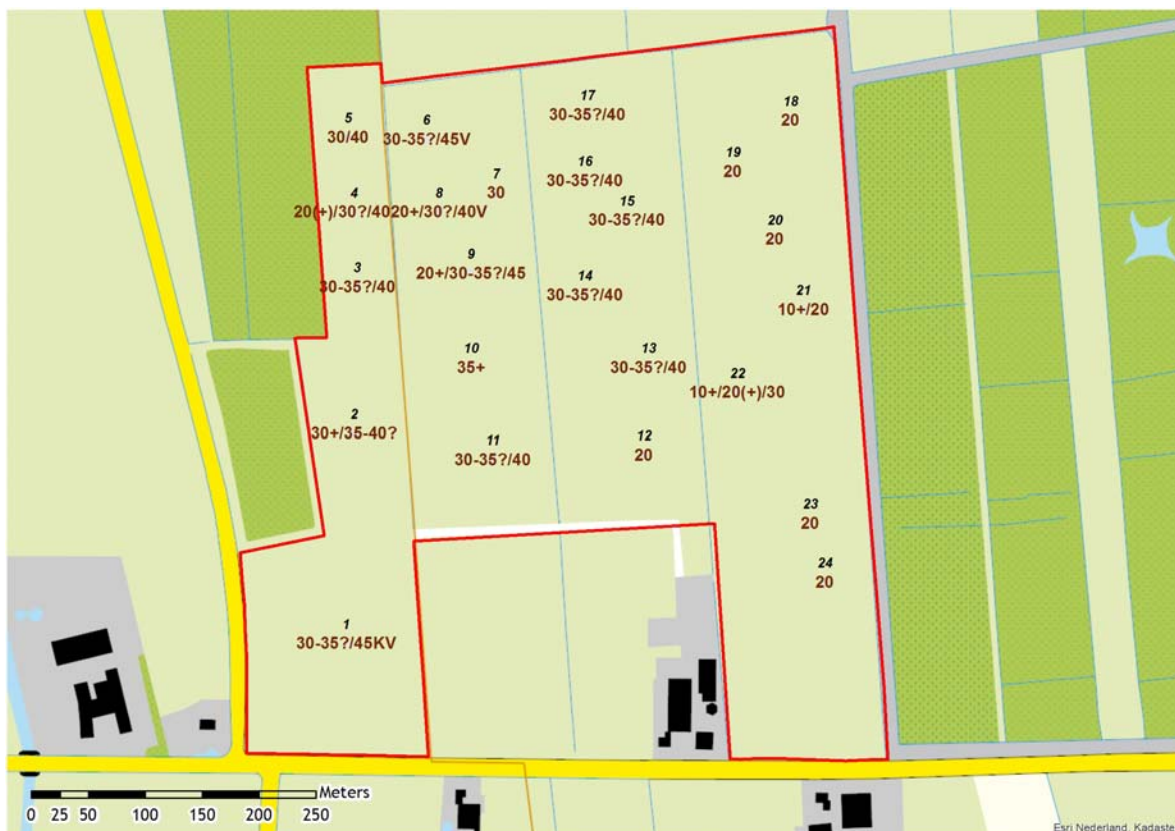
schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 206 mmol/l en Fe-t 664 mmol/l). De P-concentraties nemen in de diepte verder af.

20. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 27-30 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1400-2150  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 100 jaar maaien en afvoeren (of 25 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 11 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 425  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 223 mmol/l en Fe-t 772 mmol/l). Op 40 cm diepte is de P beschikbaarheid in de kleibodem nog lager maar de totaal-P concentratie neemt niet verder af.
21. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 21-26 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 900-1300  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 50 jaar maaien en afvoeren (of 10-15 jaar uitmijnen). Wanneer slechts 10 cm wordt afgegraven is aanvullend verschrallingsbeheer vereist voor een verdere verlaging van de P-concentraties (totaal-P 21 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 900  $\mu$ mol/l). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een voedselarme (totaal-P 12 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 400  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 206 mmol/l en Fe-t 569 mmol/l). Op 40 cm diepte is de P-concentratie nog iets lager.
22. De kleiige bouwvoor van 20 cm is verrijkt met fosfaat (totaal-P 24 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1050-1150  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 60 jaar maaien en afvoeren (of 15 jaar uitmijnen). Wanneer slechts 10 cm wordt afgegraven is aanvullend verschrallingsbeheer vereist voor een verdere verlaging van de P-concentraties (totaal-P 24 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1150  $\mu$ mol/l). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een matig voedselrijke (totaal-P 23 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 900  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke (mogelijk in combinatie met zeer beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (Ca-t 209 mmol/l en Fe-t 828 mmol/l). Op 30-55 cm-mv is de kleibodem voedselarm (totaal-P 11 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 450  $\mu$ mol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 218 mmol/l en Fe-t 591 mmol/l).
23. De kleiige bouwvoor van 20 cm is (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 32-36 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1600-2150  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 130 jaar maaien en afvoeren (of 30-35 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 14 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 250  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 204 mmol/l en Fe-t 981 mmol/l). Op 50 cm diepte is de P concentratie nog lager.
24. De kleiige bouwvoor van 20 cm is (sterk) verrijkt met fosfaat (totaal-P 32 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 1550-1800  $\mu$ mol/l). Verschraling tot een vochtig hooiland (de kleibodem is kalkhoudend en ijzerrijk) met een Olsen-P concentratie van 500-900  $\mu$ mol/l vereist circa 110 jaar maaien en afvoeren (of 25-30 jaar uitmijnen). Wanneer 20 cm wordt afgegraven komt een relatief voedselarme (totaal-P 9 mmol/l en Olsen-P  $\pm$ 250  $\mu$ mol/l) kleibodem aan het oppervlak welke geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t 199 mmol/l en Fe-t 876 mmol/l). Op 50 cm diepte is de P concentratie nog lager.

Conclusie perceel: Zie figuur 4.3 en 4.4 voor een overzicht van de ruimtelijke variatie in verschralingsduur en (minimale) ontgrondingsdieptes. De gemiddelde verschralingsduur tot een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$  (gemiddelde 500-900  $\mu\text{mol/l}$ ) voor de toplaag van 25 cm bedraagt 95 jaar maaien en afvoeren (of 25 jaar uitmijnen). Dit biedt slechts op de lange termijn perspectieven. Het afgraven van de voedselrijke toplaag is een interessant alternatief. De gemiddelde berekende GVG (let op: op basis van een geschatte GLG/GHG in het bodemprofiel en niet op basis van hydrologische data) in het perceel is 36 cm-mv. De bouwvoordikte is 20 cm. Voor de ontwikkeling van een nat schraalland/vochtig hooiland lijkt een ontgroning van 20 cm te volstaan. Onder de bouwvoor is de kleibodem P-arm. In verband met de hydrologische omstandigheden (grondwaterinvloed in de wortelzone of het maaiveld van oktober/november t/m maart/april) is een diepere ontgroning (+5-10 cm) te overwegen zodat gedurende een langere periode grondwaterinvloed in de wortelzone komt (gemiddelde berekende GVG: 36 cm-mv). De GLG is 0-10 cm-mv en GHG 60-70 cm-mv. Advies: 20(-25) cm afgraven.



Figuur 4.3. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de verschralingsduur (in jaren) van de toplaag. De verschralingsduur is berekend voor een bodempakket van 25 cm.



Figuur 4.4. Overzicht van de ruimtelijke variatie in het ontgrondingsadvies (in centimeters) voor het creëren van P-gelimiteerde omstandigheden, waarbij (+) = zeer beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist; + = aanvullend verschrallingsbeheer vereist. ? = mogelijk kansrijke toplaag, echter geen analyses beschikbaar, V = veen aan het oppervlak na ontgroning, KV = kleilig veen aan het oppervlak na ontgroning.

Tabel 4.1e. Overzicht van het bodemtype, de grondwaterstanden en de bodemchemie. Zie tabel 4.1a voor een uitgebreide toelichting. Fe/S = totaal-Fe/totaal-S ratio in mol/mol (< 1 = roodgekleurd)

Nr	Diepte	Bodemtype	HZT	GWS	GLG	GHG	GVG	V	MV	OS	Ols-P	P-t	Al-t	K-t	Ca-t	Mg-t	Fe-t	S-t	Fe/S	M3	M5	M9
25	50-60	Veraardend veen	O	5	70	0	19	71	0,3	49	230	5,3	217	12	90	37	181	62	2,9	0	0	0
	60-80	Veraardend veen	O					67	0,4	37	233	4,8	285	17	78	47	168	54	3,1	0	0	0
26	55-65	Veen, licht veraard	O	-5	60	0	17	71	0,3	45	266	4,1	239	17	67	30	148	69	2,2	0	0	0
	65-85	Veen, licht veraard	O					81	0,2	63	159	2,6	92	5	40	10	51	59	0,9	0	0	0
27	30-50	Klei, sterk venig	Bo	20	60	10	25	59	0,5	32	250	7,3	358	20	200	67	137	76	1,8	0	0	0
	50-60	Veen, intact	O					82	0,2	65	47	2,2	72	5	94	15	84	171	0,5	0	0	0
	60-80	Veen, intact	O					82	0,2	65	64	2,0	74	4	105	16	86	190	0,5	0	0	0
28	30-50	Ver. veen, kleilig	B	30	65	10	26	60	0,4	28	288	7,3	372	21	129	85	161	36	4,5	0	0	0
	50-60	Houtig veen	O					77	0,2	52	78	2,9	147	8	109	27	93	116	0,8	0	0	0
	60-80	Houtig veen	O					77	0,2	43	88	2,8	224	15	115	38	184	298	0,6	0	0	0
29	35-45	Klei	Bc	30	70	10	27	45	0,8	16	363	8,8	892	52	212	182	344	41	8,3	5	0	0
	45-60	Veraardend veen	O					67	0,3	41	148	4,8	299	19	169	59	115	71	1,6	0	0	0
	60-80	Veraardend veen	O					84	0,1	72	30	1,3	36	2	76	8	155	304	0,5	0	0	0
30	35-45	Klei, intact	B	10	70	10	27	40	0,9	13	295	9,5	935	48	180	202	945	23	40,5	0	0	0
	45-55	Veraard veen	O					59	0,4	36	269	7,1	472	30	165	70	196	83	2,3	0	0	0
	60-80	Veraard veen	O					73	0,3	53	208	4,3	196	13	89	27	109	83	1,3	0	0	0

Conclusie perceel: In verband met een waterberging-doelstelling werd in dit perceel de bodem op (overwegend) 50-80 cm-mv geanalyseerd. Lokaal is de onderkant van de kleibodem gemeten. Uit de resultaten (tabel 4.1e) blijkt dat de veenbodems allemaal voedselarm zijn en geschikt voor de ontwikkeling van een schraalland. Dit geldt zowel voor de toplaag van de veenbodems als diepere veenlagen (zie boorprofielen bijlage 1). Ook de onderkant van de kleibodems (geen bouwvoor) blijkt voldoende voedselarm.



Voor de ontwikkeling van een schraalland, en om P-nalevering te voorkomen, is het belangrijk dat de toplaag in ieder geval droogvalt in de zomerperiode. De GLG is 60-70 cm-mv, de berekende GVG 20-25 cm-mv en de GHG 0-10 cm-mv. In verband met de natte omstandigheden wordt geadviseerd de waterafvoer/peilen regelbaar te maken zodat bijgestuurd kan worden (doorstroming in de natte periode en droogval in de zomer). De exacte hydrologische omstandigheden na uitvoering kunnen namelijk niet worden voorspeld.

De totaal-Fe/totaal-S ratio van het veen is lokaal (met name daar waar sprake is van intact veen) kleiner dan 1 en daarmee ongunstig (Smolders et al., 2013). Dit kan betekenen dat onder natte omstandigheden (bij inundatie in het voorjaar en de zomer) de Fe/P ratio van het poriewater laag is waardoor er nalevering van P naar de waterlaag kan optreden (Smolders et al., 2013). Dit risico kan in kaart worden gebracht door middel van een inundatieproef. Het kan ook zinvol zijn om aanvullend de nutriëntenconcentraties te meten op verschillende dieptes met lysimeters. De wateroplosbare (labiele) P-concentratie zou in de intacte veenbodems wel eens hoog kunnen zijn. Het afdekken van (intacte) veenlagen, die aan het oppervlakte komen te liggen, met een laagje (voedselarme) klei die elders wordt ontgraven is een mogelijke oplossing.

Enkele inrichtingsmogelijkheden zijn:

- 1) Gebiedsdekkend 50 cm afgraven tot op de voedselarme veenlaag (zie de risico's in verband met de lage Fe/S ratio in de alinea hierboven) waarbij het gebied een groot deel van het jaar onder water staat en beperkt (10-20 cm) droogvalt in de zomerperiode (GLG 60-70 cm-mv);
- 2) Gebiedsdekkend 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een nat schraalland waarbij lokaal (voedselarm) veen aan het oppervlak komt (locatie 25, 28) en lokaal (locatie 26, 27, 29, 30) een kleilaag (niet de bouwvoor) aan het oppervlak komt. Voldoende waterafvoer/doorstroming is essentieel. Het is de vraag of dit voldoende is voor het realiseren van voldoende waterbergingscapaciteit.

Inundaties kunnen een negatief effect hebben op de beoogde natuurontwikkeling. Met name inundaties met voedselrijk water in de zomerperiode en inundaties waarbij voedselrijk slib wordt afgezet kunnen een negatief effect hebben op de schraallandontwikkeling. Inundaties in de winterperiode (redoxprocessen die tot (interne) eutrofiëring kunnen leiden zijn temperatuur afhankelijk en spelen met name een rol in warmere periodes; Smolders et al, 2006a), mits geen voedselrijk slib wordt afgezet, zijn minder problematisch. Dit hydrologische aspect maakt geen onderdeel uit van het onderzoek.

#### 4.3. Aanvullende inrichtingsmaatregelen

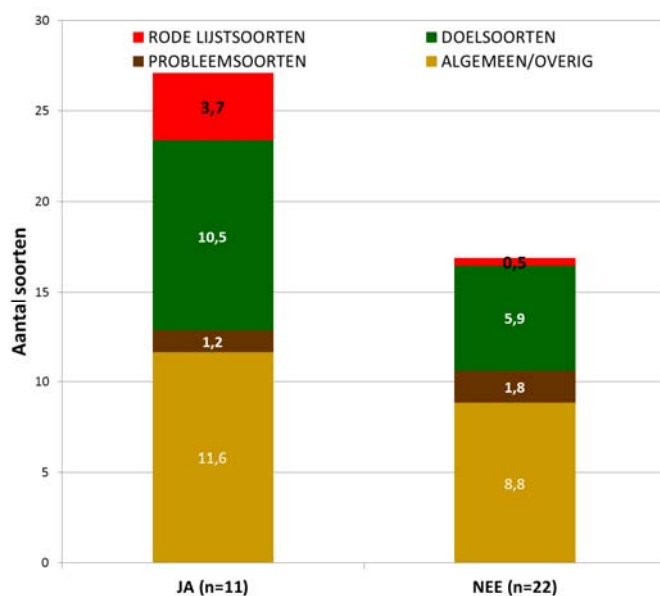
De eerste jaren na de het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maaibeheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak vele zaden aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maaibeheer en het aanbrengen van maaisel of plagsel kan de groei van ongewenste algemene soorten worden onderdrukt. Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hier van profiteren.

Wanneer de vereiste inrichtingsmaatregelen te ingrijpend of niet te realiseren zijn kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland met een Olsen-P streefconcentratie van circa (1200-)1500  $\mu\text{mol/l}$ . Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het (vroeg) maaien en afvoeren wordt voortgezet. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ( $P\text{-}z < 1$ ). Uit lopend onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief ( $\pm 1000\text{-}1200 \mu\text{mol/l}$ ) laag is.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of plagsel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten klein. Veel zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd op de herstelde terreinen. Het herintroduceren van doelsoorten uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (figuur 4.5).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter  $1\text{m}^2$  vers verzameld maaisel over  $1\text{-}2 \text{m}^2$  bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd. Mycorrhiza schimmels zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken.

Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.



*Figuur 4.5. Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's Mark van Mullekom. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE (niet gepubliceerd).*

Jaarlijks maaien en afvoeren (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jr) is op (sterk) met fosfaat verrijkte percelen niet optimaal voor een efficiënte afvoer van fosfaat. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jr): een 'natuurvriendelijke' vorm van het voeren van intensieve landbouw. Wanneer de huidige zode voldoende productieve soorten bevat kan met behulp van stikstof- en kalibemesting de P-afvoer worden vergroot. Wanneer deze te weinig productieve soorten bevat wordt geadviseerd om in te zaaien met een grasklaver mengsel. In combinatie met aanvullende kalibemesting wordt de productiviteit, en daarmee ook de P-afvoer, geoptimaliseerd. Hiervoor kunnen door middel van aanvullende analyses door het Louis Bolk Instituut gerichte bemestingsadviezen worden opgesteld. De percelen dienen gedurende een lange periode voldoende droog te vallen zodat 4-5 snedes gemaaid kunnen worden. Dit maakt het nemen van vernattingsmaatregelen meestal niet mogelijk.

Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd. Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen zoals heischrale graslanden, blauwgraslanden en dotterbloemhooilanden is grondwaterinvloed in de wortelzone of het maaiveld vereist van circa oktober/november t/m maart/april om verzuring, de vorming van regenwaterlenzen (afwatering via reliëf) en de ontwikkeling van zure vegetaties (op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallande/hooilanden) tegen te gaan.

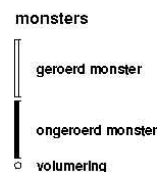
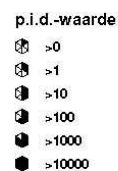
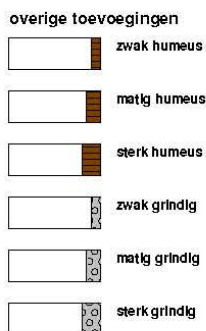
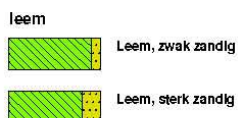
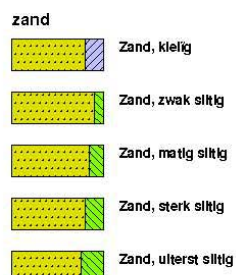
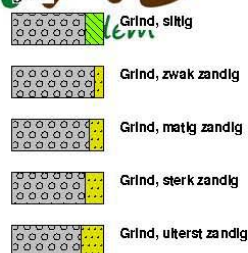


## 5. Literatuur

- Bekker, R.M., G.L. Verweij, R.E.N. Smith, R. Reine, J.P. Bakker & S. Schneider (1997). Soil seed banks in european grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* 34: 1293-1310.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009). Biodiversity, Vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- Klimkowska, A., Van Diggelen, R., Bakker, J. P. and Grootjans, A. P. (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biol. Conserv.* 140: 318-328.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M.J. Weijters, R. Bobbink, H. Tomassen & A.J.P. Smolders (2013). Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Mullekom, M. van & A.J.P. Smolders (2011). Natuurontwikkeling Oost-Veluwe:Hiemberg, Voorstonden, Leusveld & Soerense Broek. Onderzoekcentrum B-WARE rapport 2010.28.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009). Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Olsen S.R., Cole C.W., Watanabe R. & Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Dpt. of Agriculture circular* 939.
- Smolders, A.J.P., J.M.H. Van Diggelen, J.J.M. Geurts, M.D.M. Poelen, J.G.M. Roelofs, E.C.H.E.T. Lucassen, L.P.M. Lamers (2013). Waterkwaliteit in het veenweidegebied. De complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30: 145-153.
- Smolders, A., J.G.M. Roelofs & E.C.E.T. Lucassen (2011). Goede grond voor natuur - Abiotische bodemcondities sturen vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. *Bodem* 2: 11-13.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen & E. Brouwer (2009). Ontgronden als maatregel voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.
- Smolders A.J.P., Lamers L.P.M., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Velde G. & Roelofs J.G.M. (2006a). Internal eutrophication: 'How it works and what to do about it', a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93-111.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006b). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Tomassen, H., E. van Olst, J. Graafland & F. Smolders (2006). Onderzoek P-rijkdom Pompveld Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied Noord-Brabant, Tilburg. Onderzoekcentrum B-WARE Rapportnummer: 2006.16



# Bijlage 1. Boorprofielen

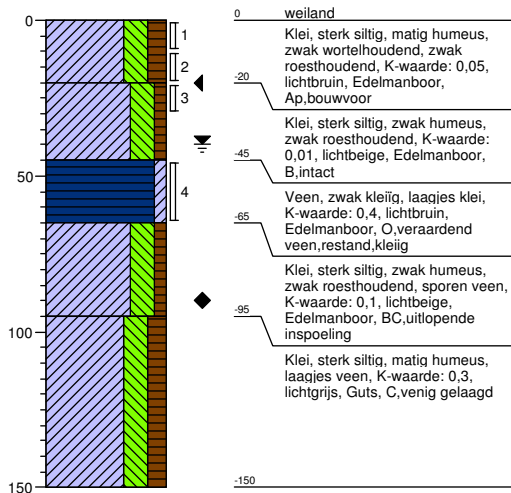


Bron: Veldwerkbureau, Jan Vermeer.

### Boring: 01

X: 129748,00  
 Y: 418815,00  
 Datum: 26-02-2016  
 GWS: 40  
 GHG: 20  
 GLG: 90

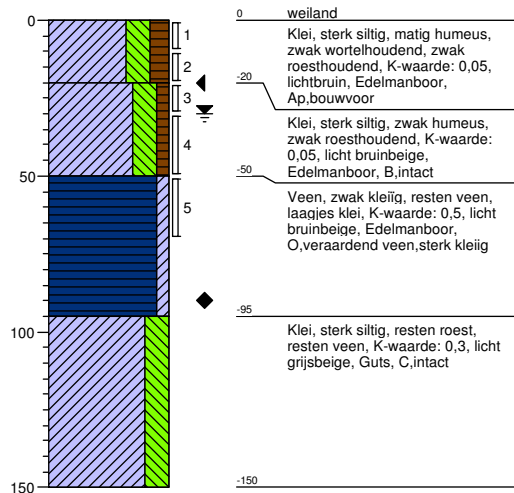
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 02

X: 129755,00  
 Y: 419000,00  
 Datum: 26-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 90

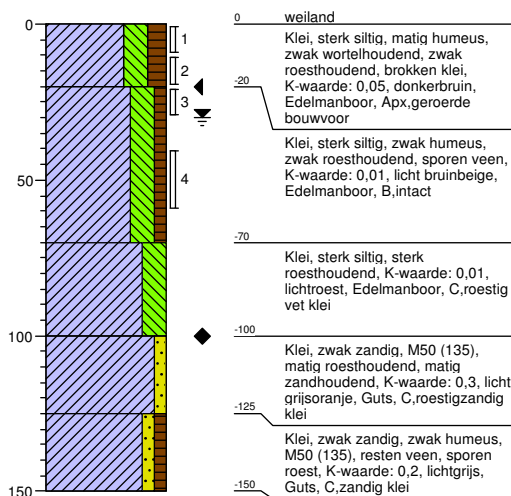
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 03

X: 129758,00  
 Y: 419129,00  
 Datum: 26-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 100

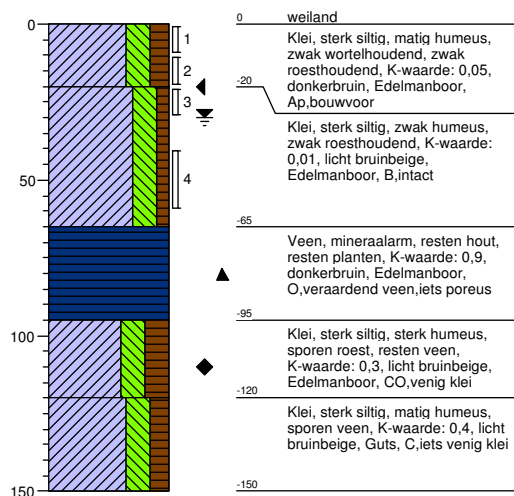
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 04

X: 129755,00  
 Y: 419195,00  
 Datum: 26-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 110

in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer

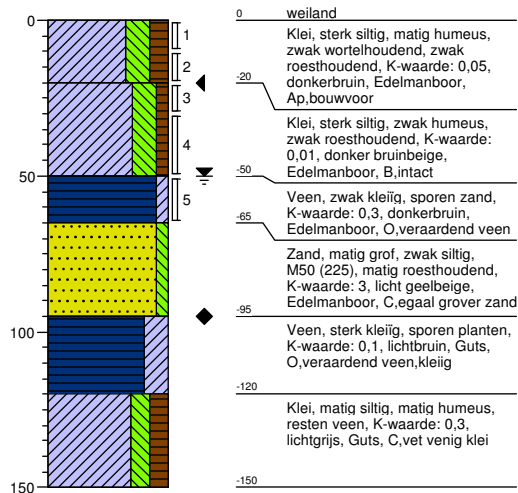




### Boring: 05

X: 129750,00  
 Y: 419261,00  
 Datum: 26-02-2016  
 GWS: 50  
 GHG: 20  
 GLG: 95

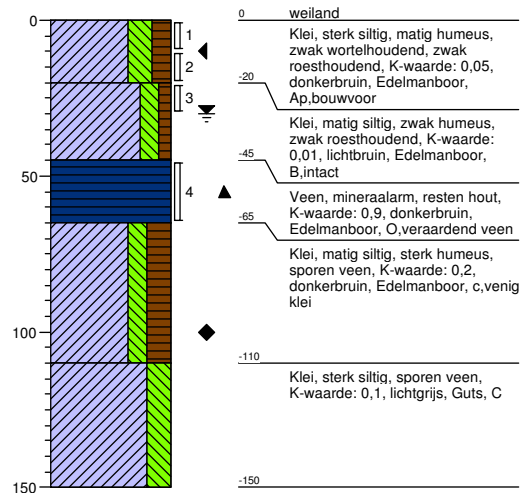
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 06

X: 129818,88  
 Y: 419259,28  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 100

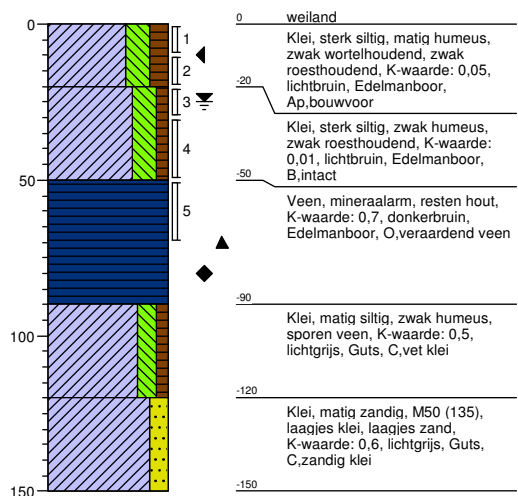
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 07

X: 129880,00  
 Y: 419212,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 80

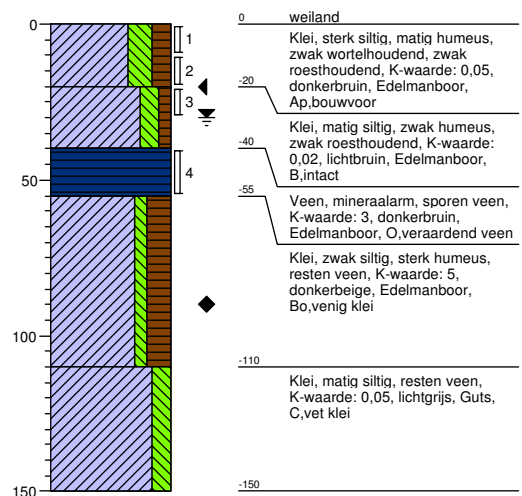
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 08

X: 129830,00  
 Y: 419195,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 90

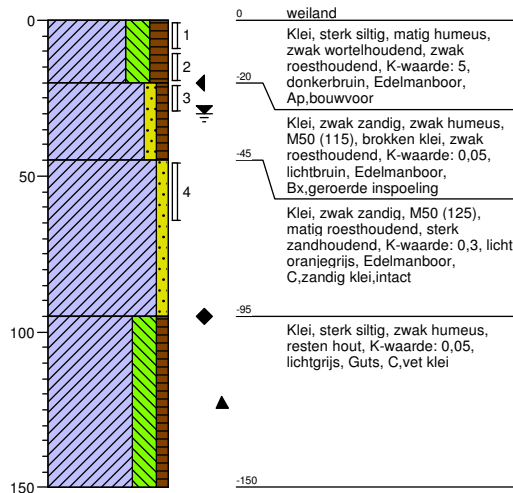
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 09

X: 129858,00  
 Y: 419141,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 95

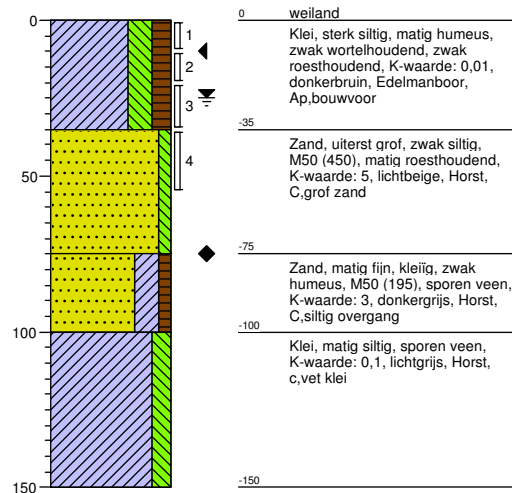
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 10

X: 129858,00  
 Y: 419058,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 75

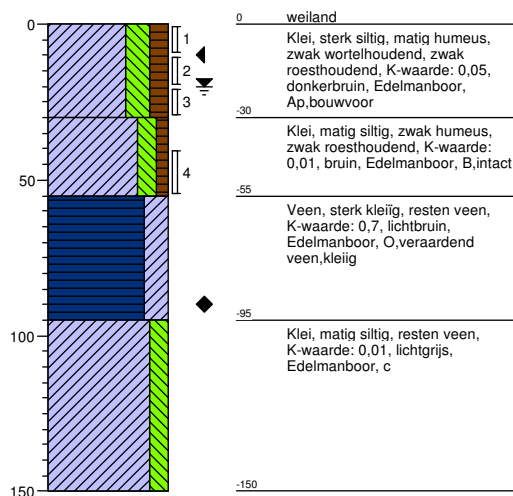
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 11

X: 129877,00  
 Y: 418977,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 90

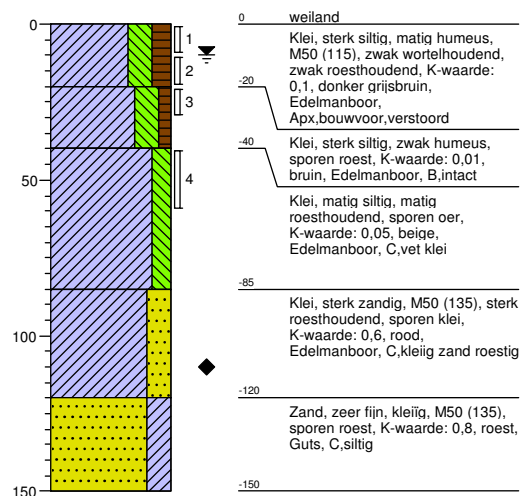
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 12

X: 130010,00  
 Y: 418981,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 110

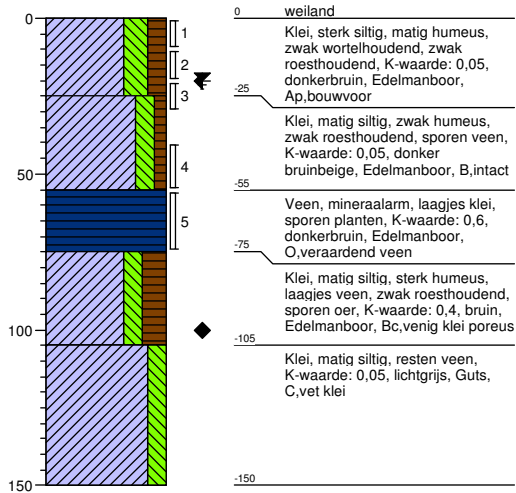
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 13

X: 130014,00  
Y: 419058,00  
Datum: 25-02-2016  
GWS: 20  
GHG: 20  
GLG: 100

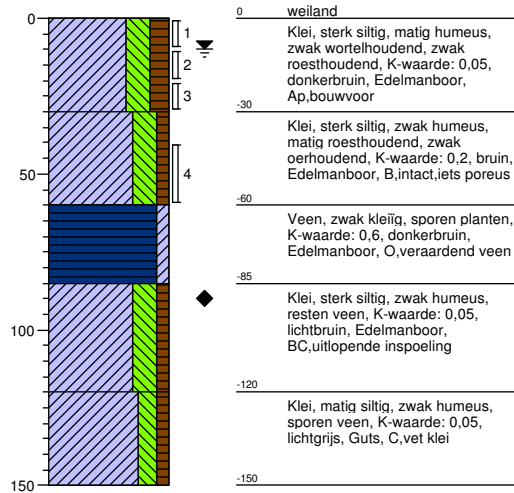
in m t.o.v. NAP  
Boormeester J. Vermeer



### Boring: 14

X: 129958,00  
Y: 419122,00  
Datum: 25-02-2016  
GWS: 10  
GHG: 0  
GLG: 90

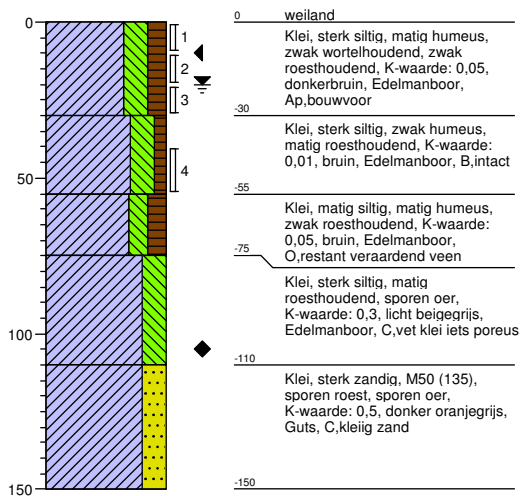
in m t.o.v. NAP  
Boormeester J. Vermeer



### Boring: 15

X: 129995,00  
Y: 419188,00  
Datum: 25-02-2016  
GWS: 20  
GHG: 10  
GLG: 105

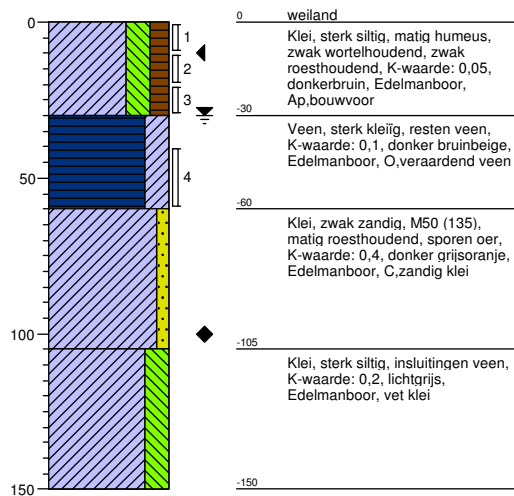
in m t.o.v. NAP  
Boormeester J. Vermeer



### Boring: 16

X: 129958,00  
Y: 419223,00  
Datum: 25-02-2016  
GWS: 30  
GHG: 10  
GLG: 100

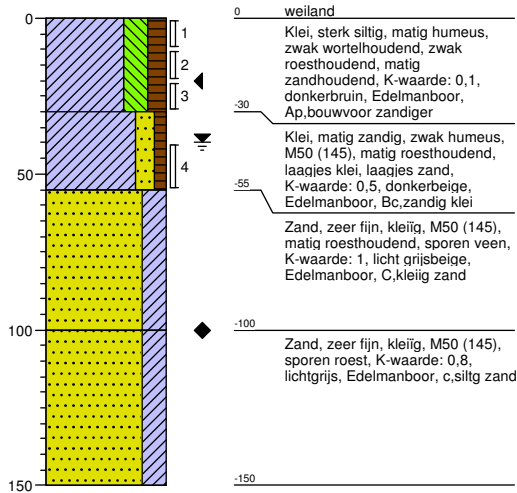
in m t.o.v. NAP  
Boormeester J. Vermeer



### Boring: 17

X: 129960,00  
 Y: 419281,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 40  
 GHG: 20  
 GLG: 100

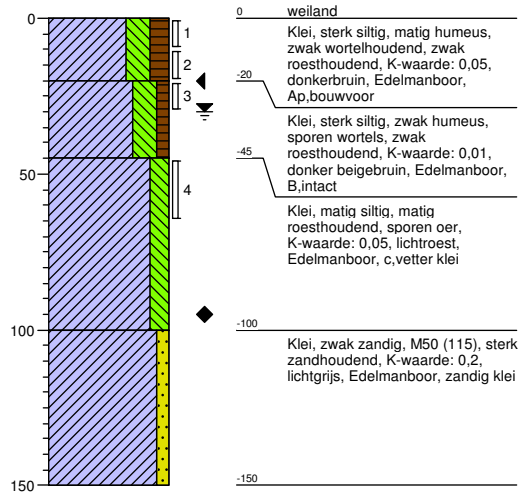
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 18

X: 130139,00  
 Y: 419276,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 95

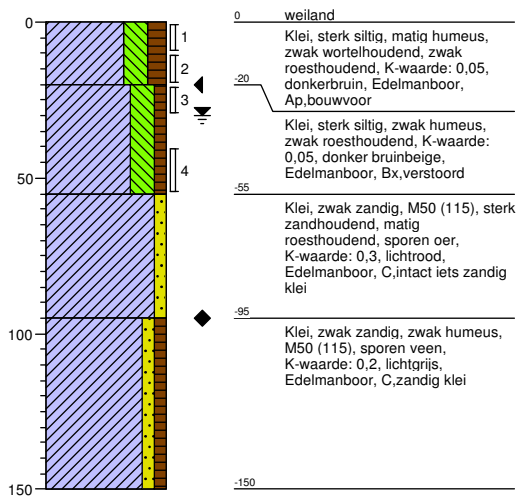
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 19

X: 130088,00  
 Y: 419231,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 95

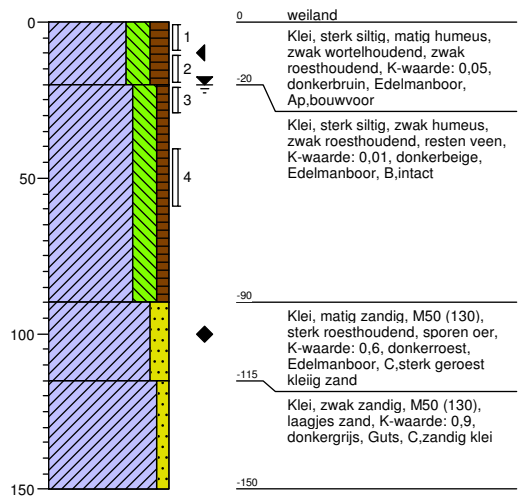
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 20

X: 130125,02  
 Y: 419171,13  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 100

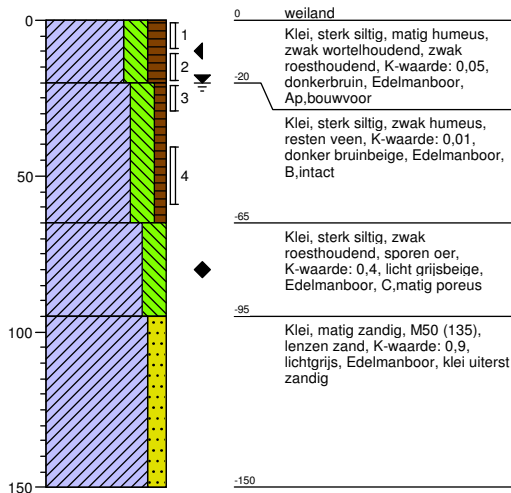
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 21

X: 130150,00  
 Y: 419109,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 80

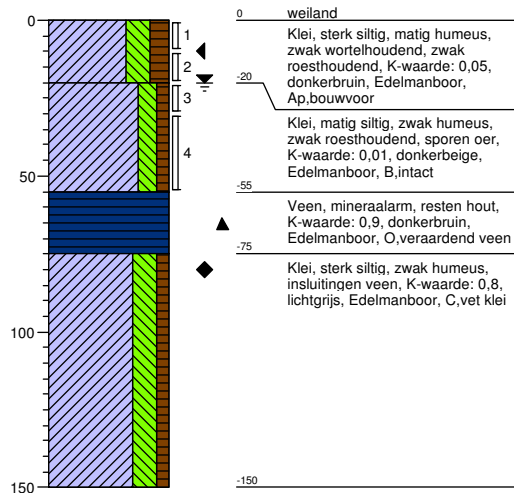
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 22

X: 130092,00  
 Y: 419036,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 80

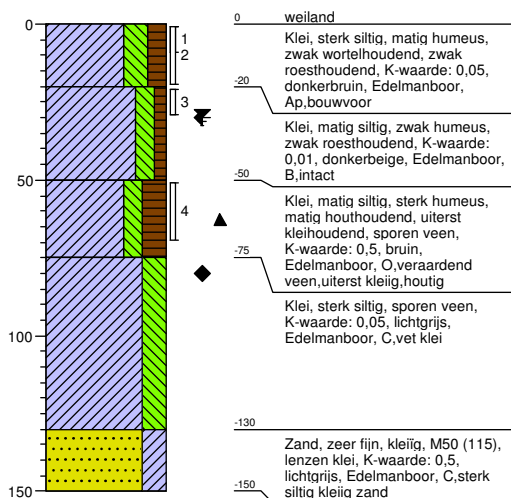
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 23

X: 130156,00  
 Y: 418921,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 30  
 GLG: 80

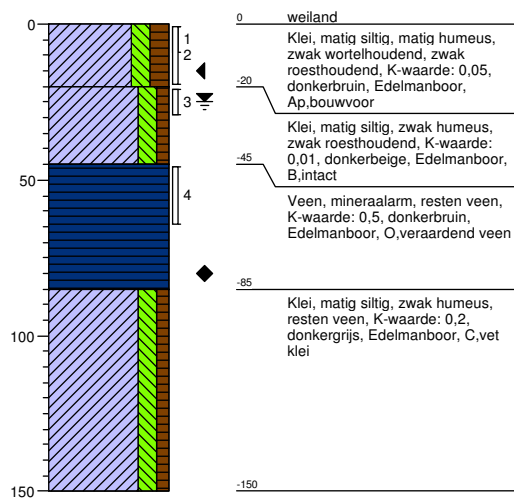
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 24

X: 130169,00  
 Y: 418869,00  
 Datum: 25-02-2016  
 GWS: 25  
 GHG: 15  
 GLG: 80

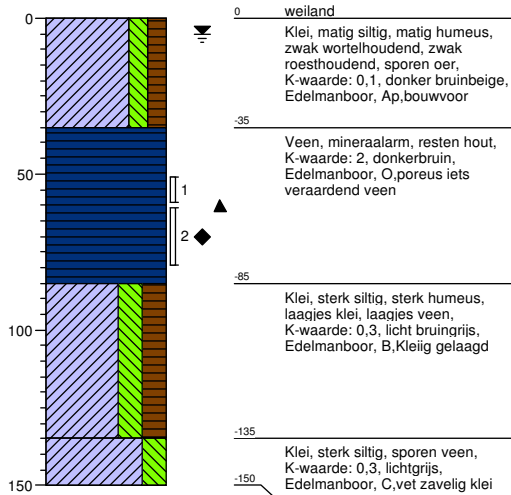
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 25

X: 129516,00  
 Y: 419601,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: 5  
 GHG: 0  
 GLG: 70

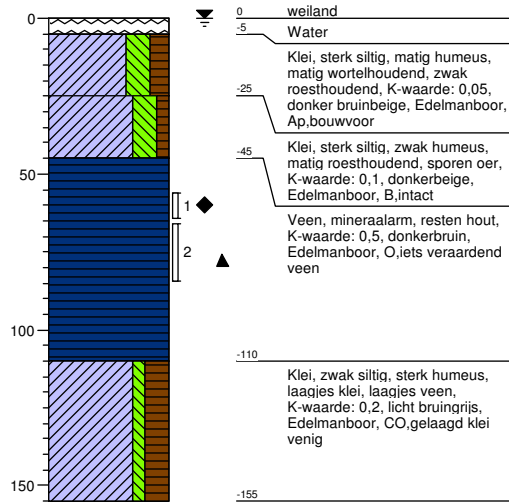
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 26

X: 129503,00  
 Y: 419689,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: -5  
 GHG: 0  
 GLG: 60

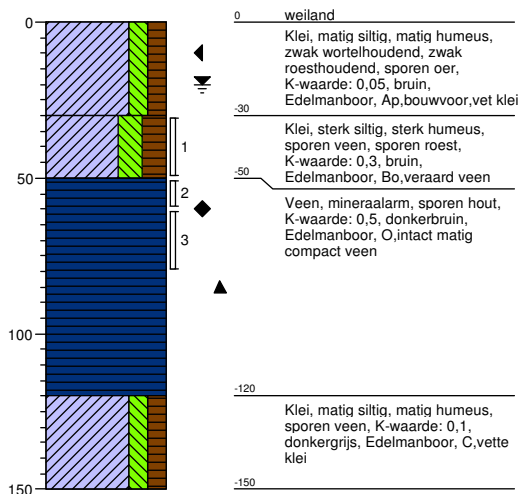
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 27

X: 129486,00  
 Y: 419774,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 60

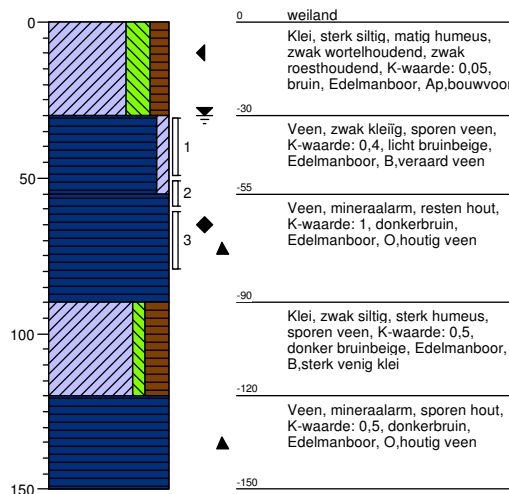
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



### Boring: 28

X: 129574,00  
 Y: 419862,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 65

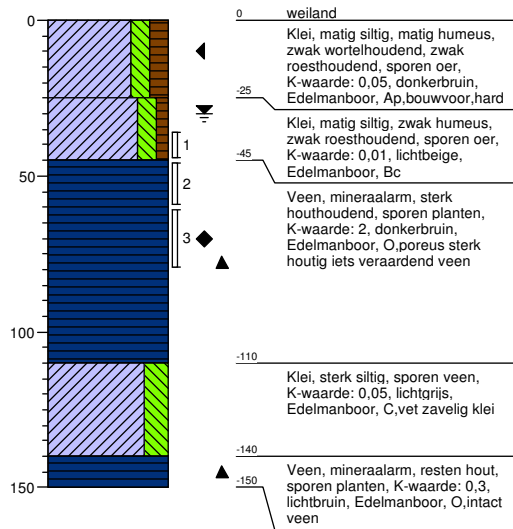
in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



**Boring: 29**

X: 129577,00  
 Y: 419774,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 70

in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer



**Boring: 30**

X: 129584,00  
 Y: 419657,00  
 Datum: 24-02-2016  
 GWS: 10  
 GHG: 10  
 GLG: 70

in m t.o.v. NAP  
 Boormeester J. Vermeer

