Brabants Landschap

Waterschap De Dommel

ROYAL HASKONING

RESEARCH CENTRE

BIOGEOCHEMICAL WATER-MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH ON ECOSYSTEMS

# Fosfaatonderzoek Natte Natuurparel Nemerlaer



## EINDRAPPORTAGE

Opdrachtgever: Royal Haskoning BV • Projectnummer: PR-10.031
Rapportnummer: 2010.27 • Auteurs: MM, RL • Datum: 08.10.2010

*Titel rapport:*
*Fosfaatonderzoek Natte Natuurparel Nemerlaer*

*Auteurs:*
*Mark van Mullekom & Roos Loeb*

*Opdrachtgever:*
*Royal Haskoning BV*

*Rapportnummer: 2010.27*

**Informatie:**
B-WARE Research Centre
Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator III, Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
Kamernummer: 02.029
Tel: 024-3652815
m.vanmullekom@b-ware.eu

© B-WARE Research Centre, Nijmegen, 2010.

# Inhoudsopgave


**1. Aanleiding en doel van het onderzoek** **7**
1.1. Aanleiding 7
1.2. Doel 7
1.3. Beknopte gebiedsbeschrijving 8

**2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden** **11**
2.1. Fosfaatproblematiek 11
2.2. Het terugdringen van P-concentraties 12
2.3. Peilbeheer en vernatting 16

**3. Veldwerk en analyses** **19**
3.1. Onderzoeksopzet 19
3.2. Analyses 21

**4. Resultaten** **23**
4.1. Algemene bodemchemie 23
4.2. Gedetailleerd onderzochte gebieden 31
*Deelgebied 2* *31*
*Deelgebied 3* *33*
*Deelgebied 4* *35*
*Deelgebied 7* *37*
*Deelgebied 8* *40*
*Deelgebied 9* *42*
*Deelgebied 16* *45*
*Deelgebied 11* *47*
*Deelgebied 20a* *49*
*Deelgebied 14* *51*
4.3. Indicatief onderzochte gebieden 53
*Deelgebied 21* *53*
*Deelgebied 25* *55*
*Deelgebied 26* *57*
*Deelgebied 23* *59*
*Deelgebied 5* *61*
*Deelgebied 10* *63*
*Deelgebied 13* *65*
*Deelgebied 22* *67*
*Deelgebied 15* *69*
*Deelgebied 27* *71*
4.4. Extra monsterlocaties 73

**5. Synthese en aanvullende inrichtingsadviezen** **77**
5.1. Algemene conclusies en samenvattende tabel 77
5.2. Aanvullende inrichtingsvoorwaarden 83

**6. Literatuur** **85**

**BIJLAGE 1**: Bodemprofielen locatie 1-35 87
**BIJLAGE 2**: Freatische grondwaterkwaliteit 95

# 1. Aanleiding en doel van het onderzoek

## 1.1. Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE heeft in opdracht van Royal Haskoning een onderzoek uitgevoerd naar de voedselrijkdom van de bodem ter plaatse van enkele percelen binnen de Natte Natuurparel (NNP) Nemerlaer, gelegen ten oosten van Oisterwijk.

Dit najaar start Waterschap De Dommel in samenwerking met Brabants Landschap met de uitvoering van maatregelen ten einde NNP Nemerlaer (Kampina) te herstellen. Gedeeltelijk wordt het herstel gerealiseerd door uitvoering van hydrologische maatregelen (anti-verdroging, herstel kwelstromen). Gedeeltelijk gebeurt dit ook door het op orde krijgen van de bodemkwaliteit. De percelen in NNP Nemerlaer zijn in het verleden namelijk in landbouwkundig gebruik geweest.

Het afgraven van de toplaag is dan ook als serieuze maatregel voor een aantal percelen voorgesteld, mede gebaseerd op een eerder – globaal maar onvoldoende gedetailleerd en mogelijk minder nauwkeurig – bodemonderzoek door derden in 2009 waarbij naar concentraties totaal en beschikbaar fosfaat in de bodem gekeken is. Voorliggend onderzoek is nodig om het definitieve inrichtingsontwerp verder vorm te geven. Op basis van deze informatie kan het toekomstig beheer vastgesteld worden of kan een wijziging van de natuurbeheertypen ambitiekaart aangevraagd worden.

## 1.2. Doel

Het bodemchemisch onderzoek heeft tot doel om de natuurontwikkelingskansen van de verschillende terreinen vast te stellen. De variatie in bodemchemie wordt zowel in het horizontale als het verticale vlak in kaart gebracht. De resultaten geven inzicht in de beheersmaatregel die per perceel/deelgebied toereikend/geschikt is om het fosfaatfront terug te dringen of te verwijderen? Hierbij wordt een advies gegeven over de benodigde ontgrondingsdiepte. Tevens wordt op basis van de analyses van de toplaag (0-20 cm) de verschralingsperiode van deze huidige toplaag bij maaien & afvoeren (P- afvoer: 10 kg P/ha/jaar) en uitmijnen (P afvoer: 40 kg /ha/jaar) berekend en toegelicht.

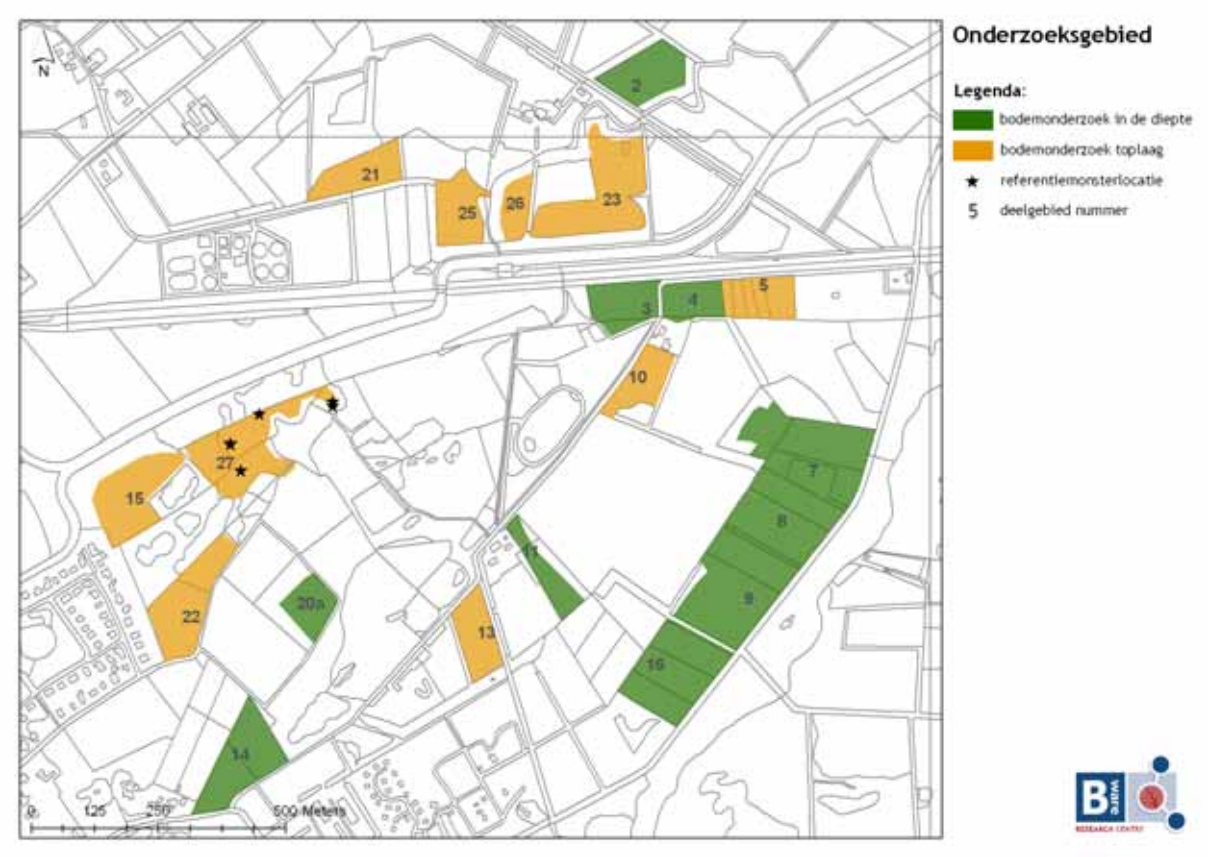
Deelvragen die beantwoord worden zijn:

- Hoe diep zit het fosfaatfront in het perceel en kan door middel van ontgronding een forse verschraling worden bewerkstelligd? Hoe diep dient er afgegraven te worden?
- Is het perceel mogelijk geschikt om middels maaien en afvoeren en/of uitmijnen op redelijke termijn te verschralen? Hoe lang duren deze beheersmaatregelen?
- Is het perceel tot op grote diepte fosfaatverzadigd en daarmee ongeschikt voor de ontwikkeling van voedselarme natuur en wellicht meer geschikt voor bosopslag of meer voedselrijke/ruige natuurdoeltypen?
- Daarnaast wordt aangegeven welke natuurpotententies de verschillende percelen herbergen en welke aanvullende maatregelen mogelijk moeten worden uitgevoerd (bv bekalking,

introductie van doelsoorten etc) en welke knelpunten kunnen optreden (bijvoorbeeld fosfaatnalevering, interne eutrofiering etc).

In het onderzoek wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- De percelen die intensief worden onderzocht op bodemchemische variatie (de nadruk ligt op de fosfaatconcentraties) in ruimte en diepte (groen gearceerd op figuur 1.1):.
- Aanvullende percelen (oranje gearceerd op figuur 1.1): deze worden indicatief onderzocht teneinde vast te stellen of een wijziging van de natuurbeheertypen ambitiekaart nodig is en/of om vast te stellen welk beheer in de toekomst gevoerd kan worden.
- Een vijftal extra locaties die qua vegetatie redelijk, maar (nog) niet optimaal, ontwikkeld zijn (zie hoofdstuk 3).

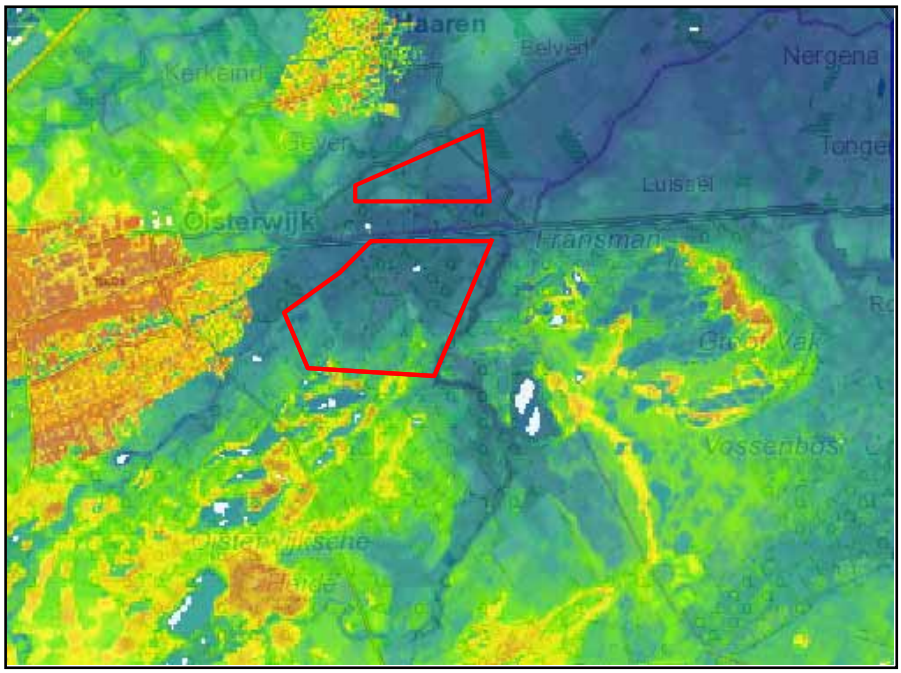



*Figuur 1.1. Ligging van de onderzoeksgebieden. Groen gekleurd = gedetailleerd onderzoek waarbij de bodemchemie op verschillende dieptes is onderzocht. Oranje gekleurd = indicatief bodemchemisch onderzoek van de toplaag van de bodem.*

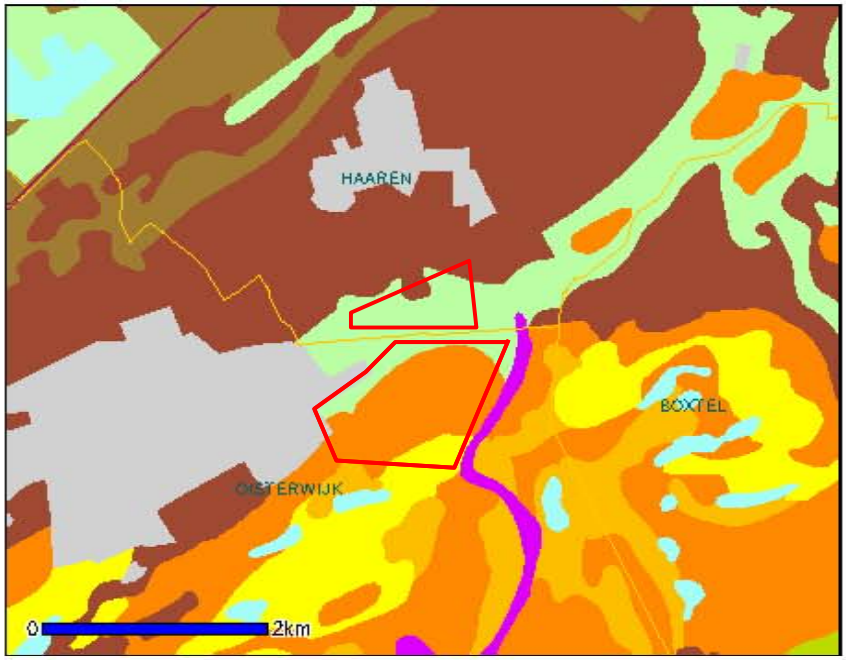
### 1.3 Beknopte gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied ligt in de Centrale Slenk van Brabant en bestaat uit het beekdal langs de Essche stroom, overgaand naar hogere zandgronden met dekzandgronden in het zuiden van het gebied (figuur 1.2). De bodemkaart laat een klassieke gradiënt van droge zandgronden in het zuiden naar natte bodems in het noorden zien (figuur 1.3). In het zuidoosten van het onderzoeksgebied is er nog een uitloper van een dekzandrug te vinden en wordt de bodem als duinvaaggrond getypeerd. Het grootste deel van het zuidelijke onderzoeksgebied wordt in beslag genomen door een combinatie van veldpodzolgronden en gooreerdgronden. Veldpodzolen onstaan net als andere podzolen onder wegzijging van regenwater, maar kennen wel hogere grondwaterstanden dan de drogere haarpodzolen. Gooreerdgronden ontstaan onder permanent natte, basenarme condities, voornamelijk bij stagnerend regenwater of stagnerend lokaal grondwater. In het dal van de Essche

stroom worden beekeerdgronden aangetroffen. Beekeerdgronden ontstaan onder natte condities met een sterkere kweldruk van wat meer gebufferd water. Met name Nemerlaer zuid inundeerde vanuit de Achterste Stroom, waardoor er in de toplaag klei is afgezet op de beekeerdgrond. Het noordelijke deelgebied is voornamelijk gelegen op beekeerdgronden. Aan de noordkant van het gebied worden enkeerdgronden aangetroffen. Op deze bodems is vroeger een eerdlaag aangebracht om de agrarische productie te verhogen. Aan de oostkant wordt het zuidelijke deelgebied begrensd door het dal van de Rosep. Hier hebben onder permanent natte condities vlierveengronden kunnen ontstaan.




*Figuur 1.2. Hoogtekaart van het onderzoeksgebied. Bron: www.ahn.nl.*




*Figuur 1.3. Bodemkaart van het onderzoeksgebied (rood omkaderd).In groen: complex van beekeerdgronden, oranje: veldpodzolen en gooreerdgronden, geel: duinvaaggronden, roze: vlierveengronden, bruin: enkeergronden. Bron: www.bodemdata.nl*

Het historische landgebruik aan het begin van vorige eeuw in het gebied (zie Haskoning 2007) hing stek samen met de hydrologie en productiviteit van de bodems in het gebied. Op de hoge, droge zandgronden zal de vegetatie bestaan hebben uit droge heide of voedselarm (eiken-berken) bos. Op de veldpodzolen werd, onder invloed van begrazing, voornamelijk natte heide aangetroffen. Op de gooreerdgronden stond ook natte heide, of onder iets productievere omstandigheden hooilanden met kleine zeggen (Zwarte zeggeverbond). De beekeerdgronden waren productiever, maar ook natter. Het beekdal was geheel ontgonnen en de hooilanden langs de beek bestonden ui Blauwgraslanden of Dotterbloemhooilanden. Het noordelijke deelgebied rond het landgoed bestond uit bos en hooilanden.

Momenteel bestaat het zuidelijke deelgebied voornamelijk uit natuurreservaat met bos, vennen en stukjes natte heide. Verspreid over het gebied zijn ook nog landbouwpercelen te vinden. De in dit onderzoek onderzochte percelen zijn in agrarisch gebruik geweest, maar zijn nu in bezit van Brabants Landschap, met uitzondering van het perceel bij monsterpunt 9 (particulier bezit). Een deel van deze percelen wordt begraasd, een ander deel wordt gemaaid. Het noordelijke deelgebied bestaat uit landgoedbos en omgevormde graslanden. Door het agrarische verleden is in de onderzochte gebieden er veel fosfaat in de toplaag van de onderzoekspercelen opgehoopt (Antheunisse & Berg, 2009). De vegetatie op de onderzochte percelen bestaat momenteel uit kruidenrijke graslanden met onder andere Reukgras, Gestreepte witbol, Kruipende boterbloem, Paardebloem, Vogelmuur, Witte klaver, Pinksterbloem, Margriet en Veldbies, stukken gedomineerd door Pitrus op nattere delen, en percelen ingezaaid met Witte klaver. Deelgebied 27 bestaat grotendeels uit nat schraalgrasland (zie beschrijving ‘referentiegebied’ met extra monsterlocaties).

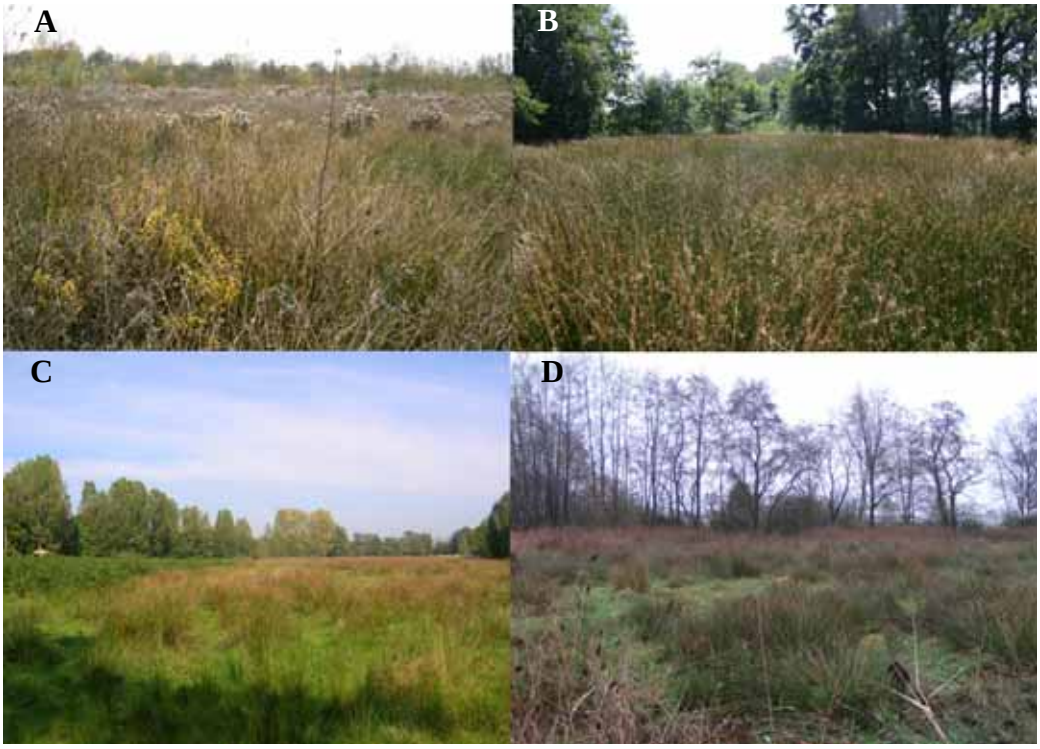
Op de huidige natuurdoeltypen- en natuurbeheerkaart (Haskoning, 2007 & Haskoning, 2010) is in het zuidelijk deelgebied slechts in beperkte mate rekening gehouden met de historische referentie. Op de drogere gronden is er, naast dennen-eiken-berkenbos, vooral gekozen voor vochtig hooiland (met name bloemrijk grasland), terwijl de bodem uit historisch perspectief verondersteld mag worden voedselarmer te zijn en vroeger geen bloemrijk grasland maar eerder heide te zijn geweest. In het nattere deel van het terrein, op de veldpodzolen en gooreerd gronden, zijn nu naast vochtige heide en beekbegeleidend bos ook voedselrijkere vormen van het natuurbeheertype vochtighooiland gepland (bloemrijk grasland en combinaties van vochtig schraalgrasland en bloemrijk grasland). Deelgebied 27 is het enige perceel dat als natuurbeheertype nat schraalland heeft. Op de andere deelgebieden in de buurt van de Essche Stroom, zowel in het zuiden als in het noorden, is als natuurbeheertype vochtig hooiland (een combinatie van vochtig schraalland en bloemrijk grasland) gekozen.

De hydrologie van het gebied is sterk veranderd. De sterkste verdroging is rond het beekdal opgetreden. De natste gronden zijn nu niet meer de beekeerdgronden langs de beek, maar de iets zuidelijker gelegen gooreerdgronden (zie GVG en GLG-kaarten Haskoning, 2007). Deze verdroging is onder andere te wijten aan de dimensionering en peil van de Essche Stroom en de Nemer en voor de graslandpercelen ten zuiden van de spoorlijn ook door een te laag peil in de meanderrest, sterke ontwatering van de detailontwatering en mogelijk de bermsloot langs de spoorlijn (Haskoning, 2007).

# 2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden

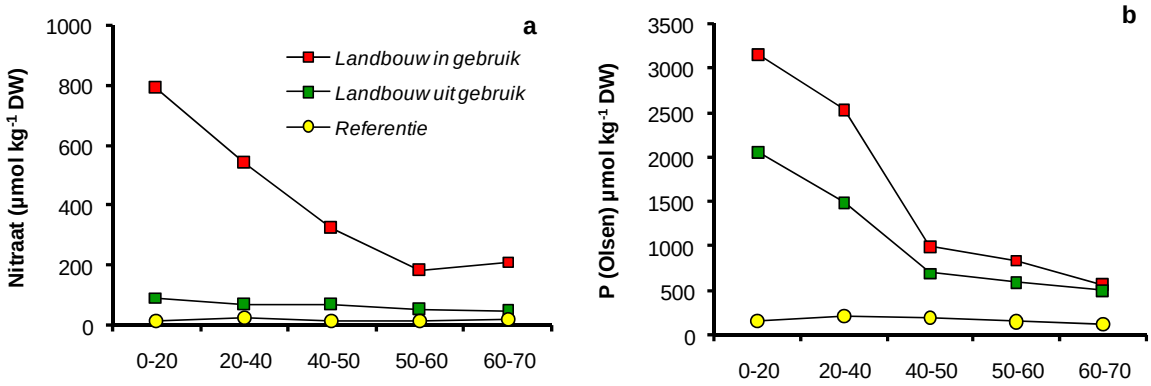
## 2.1. Fosfaatproblematiek

Als gevolg van het zeer intensieve gebruik van agrarisch gebied in Nederland levert de omvorming van voormalige landbouwgronden tot voedselarme (natte) natuurgebieden vaak problemen op. Wanneer gestreefd wordt naar de ontwikkeling van natuurdoeltypen als natte heide, blauwgrasland, dotterbloemhooiland etc., is een (matig) voedselarm milieu vereist. Wanneer er in de bodem een overmaat is aan alle voedingstoffen, zal er in een vegetatie competitie om licht optreden. Hierdoor gaan enkele snelgroeiende soorten (Gestreepte witbol, Gewoon struisgras, Akkerdistel, Witte klaver of Engels raaigras) overheersen en ontstaat een ruigtevegetatie. In natte voedselrijke terreindelen treedt vaak massale groei van Pitrus op (figuur 2.1).




*Figuur 2.1. Pitrusvlaktes op (natte) voormalige landbouwgronden. A. 15 cm fosfaatrijke grond te weinig afgegraven in het Vossenbroek. Foto: Maarten Veldhuis. B. Pitrusvlakte in het Noordenveld, vernatten zonder aanvullende maatregelen. Foto: Roland Bobbink. C. Onvoldoende afgegraven in het Beekbergerwoud. Foto: Harm Smeenge. D. Wisselse veen. Weilanden uit beheer. Foto: Mark van Mullekom.*

De kansen op een goede natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden, wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) in de bodem. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie. Stikstoflimitatie is echter moeilijk te bereiken vanwege de in Nederland nog steeds heersende hoge stikstofdepositie. Daarnaast breiden stikstofbindende soorten (klavers) zich sterk uit onder relatief stikstofarme omstandigheden. Het voorkomen van doelsoorten is bovendien vaak gecorreleerd aan P-limitatie (Wassen, 2005). De fosfaatbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik echter niet op een natuurlijke manier af (figuur 2.2) omdat fosfor in de bodem sterk wordt gebonden aan ijzer en calcium waardoor het wordt vastgelegd (Smolders et al., 2006b).



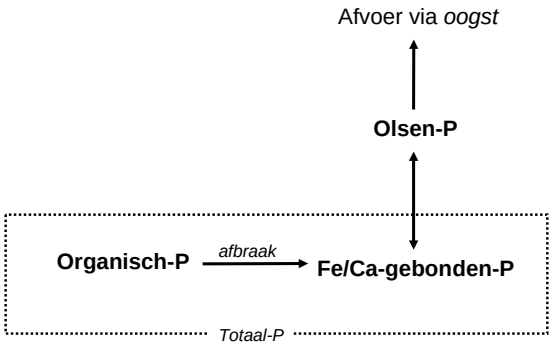

*Figuur 2.2. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) in de bodem op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers et al., (2005).*

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders *et al.*, 2006a). Met name ijzer(hydr)oxiden zorgen voor de vastlegging van fosfaat in de bodem. Onder anaërobe condities wordt het ijzer gereduceerd waarbij fosfaat vrijkomt. Het hanteren van een natuurlijk peilbeheer met droogval van de toplaag in de zomermaanden kan bijdragen aan de vastlegging van fosfaat (zie 'peilbeheer').

## 2.2. Het terugdringen van P-concentraties

*Beoogde Olsen-P concentraties*

Bij de ontwikkeling van natte schraallanden wordt gestreefd naar Olsen-P waarden van 250-300 µmol/l verse bodem (Smolders et al., 2009). Kleibodems zijn van nature vaak relatief rijker aan fosfaat. Dat komt omdat klei zeer goed fosfaat bindt. Met name ijzerrijke kleibodems (> 100 mmol/l FW) binden niet alleen veel fosfaat, maar immobiliseren ook relatief veel. Hierdoor kunnen voor kleibodems hogere Olsen-P grenswaarden worden gehanteerd in vergelijking met zand- of veenbodems. Wel zal op fosforrijke kleibodems een Dotterbloemhooiland (zie kader) doorgaans het meest schrale vegetatietype zijn dat kan worden bereikt. Over het algemeen kan op kleiige bodems een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van maximaal 500-900 µmol/l FW. Bij concentraties tot 1200 µmol/l FW is de vegetatieontwikkeling niet optimaal maar kan door middel van aanvullend beheer wel een verdere verschraling worden bewerkstelligd. Bij het berekenen van de verschralingsduur mag niet uitgegaan worden van de plantenbeschikbare P concentratie (Olsen-P). Figuur 2.3. maakt dit duidelijk.




*Figuur 2.3. Schematisch overzicht van verschralen/uitmijnen via oogsten van vegetatie (door: Smolders & Van Mullekom).*

De planten onttrekken weliswaar het fosfaat uit de Olsen-P fractie maar deze wordt aangevuld via bodemprocessen (desorptie, oxidatie/reductie reacties, verzuring etc.) uit de totaal-P voorraad: actueel niet voor planten beschikbaar P kan beschikbaar kan komen. Bij verschralen is het dus zaak om de totaal-P concentratie van de bodem te verlagen. Hoe sterk deze verlaagd moeten worden hangt sterk af van het bodemtype en de gewenste vegetatietypen. In voorliggend onderzoek wordt een totaal-P concentratie nagestreefd van maximaal 5 mmol/l bodem voor de ontwikkeling van een soortenrijk nat schraalland. Onder kleiige en/of ijzerrijke omstandigheden (Fe > 100 mmol/l FW) zijn hogere totaal-P concentraties acceptabel (10 soms wel 20 mmol/l FW) zolang de fosfaatbeschikbaarheid maar relatief laag is. Hierbij wordt gestreefd naar de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland.

*Maaien & afvoeren of uitmijnen*

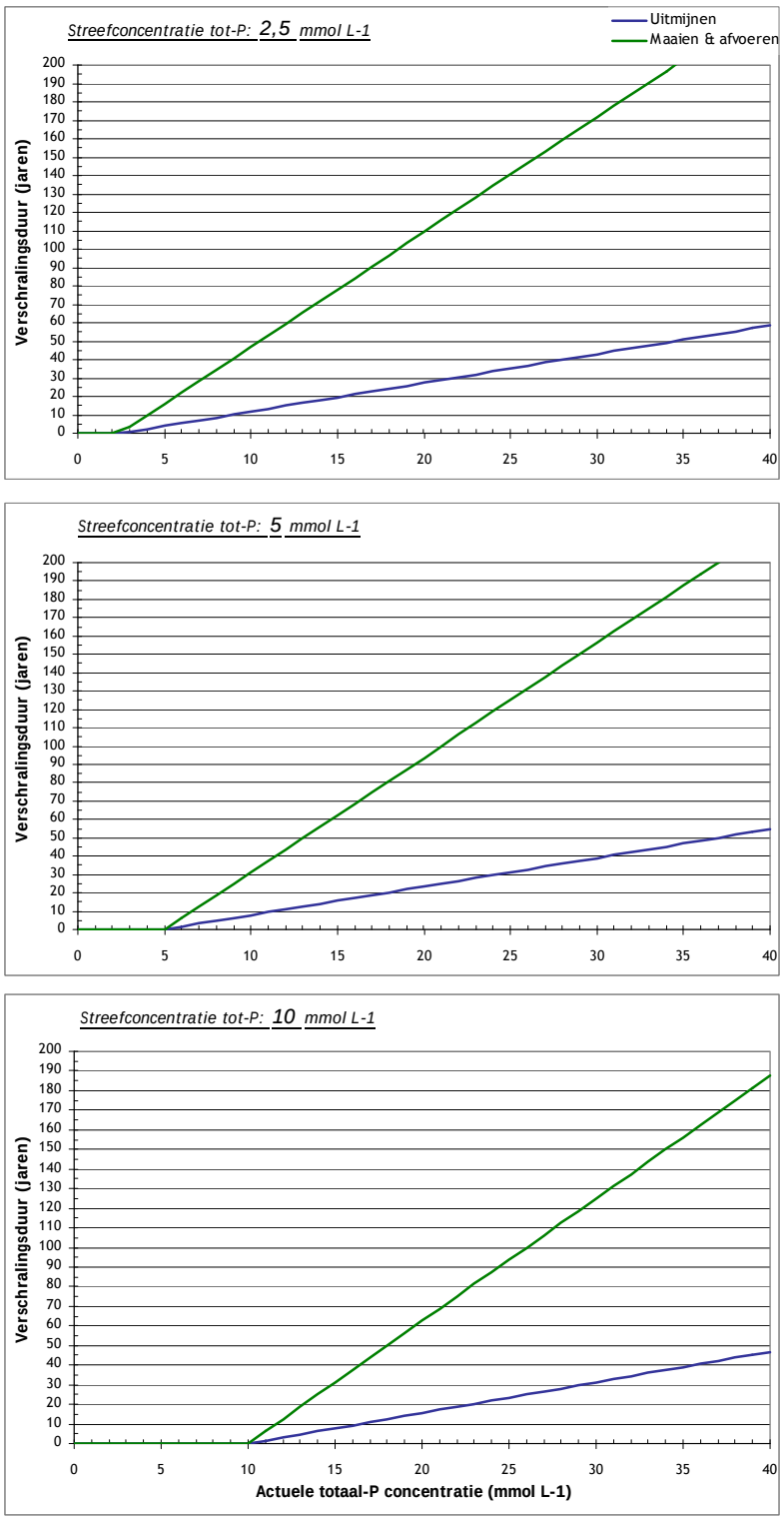
In principe kan een fosfaatoverschot worden afgevoerd door middel van maaien en afvoeren. De vegetatie neemt fosfaat op uit de bodem en legt deze vast in de biomassa. Door biomassa af te voeren wordt er dus fosfor aan de bodem onttrokken waardoor de fosfaatbeschikbaarheid afneemt. De gewenste maaifrequentie en het gewenste tijdstip voor maaien zijn afhankelijk van de toestand van het grasland. De gewasproductie wordt sterk beïnvloed door de bodemgesteldheid (Oosterbaan et al., 2008).

Uitmijnen is een versterkte verschraling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van een gras-klaver mengsel in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld aan de bodem worden onttrokken. Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Zo komt enerzijds het fosfaatgehalte van de bodem op een aanvaardbaar niveau, terwijl anderzijds nog een goede landbouwkundige productie met voldoende voederwaarde beschikbaar blijft (Van Eekeren & Smeding, 2006). Dit in tegenstelling tot verschralingsbeheer zonder klaver en kali. Wanneer bij een verschralingsbeheer (zonder bijmesten) kalium- en stikstoflimitatie optreedt kan P limitatie van minder belang worden. Voor stikstofimitatie geldt dat op fosfaatrijke bodems er vaak een excessieve groei van stikstoffixerende klavers kan gaan optreden waardoor de N—limitatie van tijdelijke duur is.

Als mogelijke nadelen van uitmijnen worden genoemd (1) de lange tijd die nodig is om voldoende fosfaat uit de bodem te verwijderen, wat hoge beheerskosten met zich meebrengt en (2) het bijmesten om voldoende opbrengst te krijgen, en zodoende fosfaat af te voeren (Chardon, 2009). Een derde nadeel is dat doorgaans slechts de bovenste 10 tot 20 cm van de bodem wordt verschraald zodat de laag onder de toplaag nog steeds voedselrijk blijft. Daarnaast wordt een onnatuurlijke bodemmacrofauna gemeenschap in stand gehouden en wordt een onnatuurlijke zaadbank gecreëerd.

In figuur 2.4 kunnen we aflezen hoe lang het duurt om de totaal-P concentratie terug te brengen van een actuele concentratie tot een gewenste streefconcentratie. We geven hierbij twee opties aan. De eerste optie houdt in dat er 10 kg $ha^{-1}$ $jaar^{-1}$ wordt afgevoerd (Sival & Chardon, 2004). Dit is een realistische waarde voor een tamelijk intensief verschralingsbeheer zonder bijmesten met stikstof en/of kalium. Bij de tweede optie wordt ervan uitgegaan dat er 40 kg $ha^{-1}$ $jaar^{-1}$ wordt afgevoerd (Sival & Chardon, 2004). Dit kan alleen bereikt worden door een zogenaamd uitmijnbeheer waarbij bijgemest wordt met stikstof en/of kalium of waarbij een gras/klaver mengsel wordt ingezaaid in combinatie met kaliumbemesting. De grafieken zijn met name geschikt voor zandbodems. Op calciumrijke (niet van toepassing in voorliggend onderzoek), ijzerrijke bodems en/of kleibodems is het lastig om een goede indicatie te geven van de verschralingsduur omdat de

beschikbaarheid van de totaal-P concentratie sterk wordt beperkt. De voor planten beschikbare fractie kan daardoor relatief laag zijn bij hoge totaal-P concentraties.




*Figuur 2.4. Overzicht van de verschralingsduur (jaren) bij verschillende beginconcentraties van totaal-fosfor in de bodem bij maaien en afvoeren (groen) en uitmijnen (blauw). De eindconcentratie verschilt per figuur: boven = 2,5 mmol $L^{-1}$, midden = 5 mmol $L^{-1}$ en onder = 10 mmol $L^{-1}$. Bij maaien en afvoeren wordt uitgegaan van een P-afvoer van 10 kg/hectare per jaar. Bij uitmijnen is uitgegaan van een fosfaatafvoer van 40 kg/hectare per jaar (Sival & Chardon, 2004). Uitgaande van een verschraling van de bovenste 20 cm van de bodem komt dit neer op een fosfaatafvoer van 0.16 mmol $L^{-1}$ (maaien en afvoeren) en 0.64 mmol $L^{-1}$ verse bodem (uitmijnen) per jaar (door: Smolders & Van Mullekom).*

*Ontgronden*

Onder fosfaatrijke omstandigheden is het vaak niet mogelijk om binnen een termijn van enkele (tientallen) jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen door middel van maaien & afvoeren of uitmijnen (Smolders et al., 2006b). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag daarom meestal onontkoombaar. Voor het opstellen van een inrichtingsadvies is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten.

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nog nodig om gedurende een aantal jaren aanvullend verschralingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open, maar leidt in tegenstelling tot maaien en afvoeren niet of nauwelijks tot een verdere verschraling van het terrein. Ter bestrijding van Pitrus (*Juncus effusus*) is begrazing niet effectief omdat de meeste grazers alles eten behalve Pitrus. Hierdoor neemt de dominantie van Pitrus vaak juist toe indien er begraasd wordt. Door middel van inundatie van geplagde gronden met fosfaat en nitraatrijk lokaal oppervlaktewater kan opnieuw eutrofiering optreden. Dit dient te worden voorkomen.

*Begrazen*

Begrazing is weinig effectief voor verschraling van de bodem: door begrazen wordt veel minder P afgevoerd en begrazen leidt bovendien tot een sterke toename van de Pitrus bedekking doordat de meeste grazers het Pitrus niet eten. Door betreding ontstaan tegelijkertijd wel open plekken in de vegetatie waar Pitrus weer kan kiemen.

*Herintroductie doelsoorten*

Na ontgronding wordt het introduceren van doelsoorten geadviseerd. Zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Door de hoge nitraatwaarden van deze bodems zijn de meeste zaden al gekiemd omdat nitraat werkt als kiemingshormoon. Veelal wordt de nog resterende zaadbank onder matig tot intensief gebruikt grasland op droge zandige bodems gedomineerd door triviale soorten zoals biezen (*Juncus sp.*), struisgrassen (*Agrostis sp.*), Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*), Paardebloem (*Taraxacum officinalis*), Witte klaver (*Trifolium repens*), Kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*), Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) en Gewone Hoornbloem (*Cerastium fonatanum*) (Bekker et al., 1997). Het uitstrooien van maaisel en/of plagsel van een geschikte referentievegetatie is nodig om de nodige diasporen (zaden, sporen, stekken) aan te brengen (Smolders et al., 2009). Hierdoor kan een voorspoedige vestiging van de gewenste vegetatie worden bevorderd. Dit bleek ook uit onderzoek van Bekker et al. (2005) naar het effect van het uitstrooien van maaisel op de ontwikkeling van heide-achtige vegetaties op voormalige landbouwgronden. Naast het direct inbrengen van zaden via het maaisel worden ook de bodemcondities voor kieming verbeterd: er is een lichte stijging in het organische stofgehalte. Dit leidt onder andere tot een gunstiger microklimaat omdat vocht wordt vastgehouden en zaden en kiemplanten worden beschut tegen wind, directe zonnestraling en extreme temperatuurswisselingen. Daarnaast belemmert dit de vestiging van eerder genoemde concurrentiekrachtige niet-doelsoorten. Zonder het uitstrooien van maaisel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska et al., 2007, Van Mullekom et al., 2009). Een relatief kale soortenarme of met niet-doelsoorten dichtgegroeide voedselarme zandvlakte is dan het resultaat. Op locaties waar de toplaag (op basis van de bodemchemie) reeds kansen biedt om op redelijke termijn voedselarme natuur te ontwikkelen wordt geadviseerd om de dichte vegetatiemat (grassen) te verwijderen en soorten uit

referentielocaties (uit de regio) te herintroduceren via maaisel. Door de dichte vegetatiemat te verwijderen krijgen bijzondere soorten de kans om zich te vestigen.

*Algemene referentiewaarden*

Welke natte natuurdoeltypen zich kunnen ontwikkelen is, onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom, pH, de mate van buffering van de bodem en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. In tabel 2.1 staan voor een groot aantal natuurdoeltypen de randvoorwaarden aangegeven betreffende grondwaterstanden, bodem-pH en fosfaatbeschikbaarheid. Aangezien informatie over de grondwaterstanden (zowel de huidige als de toekomstige), de zuurgraad en mate van buffering van de bodem niet of slechts beperkt beschikbaar is, is het vaststellen van de potentiële natuurdoeltypen per deelgebied redelijke indicatief. Voorwaarde bij de ontwikkeling van soortenrijke voedselarme systemen blijft echter de lage fosfaatbeschikbaarheid voor planten. De metingen van de Olsen-P (en totaal-P) concentraties zijn dan ook voor een groot deel leidend in de natuurontwikkelingskansen en inrichtingsadviezen per deelgebied.

*Tabel 2.1. Gemiddelde pH en fosfaatconcentraties in de bodem van enkele natte natuurdoeltypen (optimumranges) en een weergave van de gemiddelde hoogste (GHG) en gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstand. Bronnen: Ertsen et al. (2005); B-WARE BV (niet gepubliceerde data); De Becker (2004). Onder zeer ijzerrijke omstandigheden kunnen bij een optimale ontwikkeling ook hogere fosforconcentraties voorkomen (aangegeven tussen haakjes). In bossen gelden de genoemde waarden niet voor de humus-/strooisellaag en dient de uitgangssituatie veelal lager te zijn.*

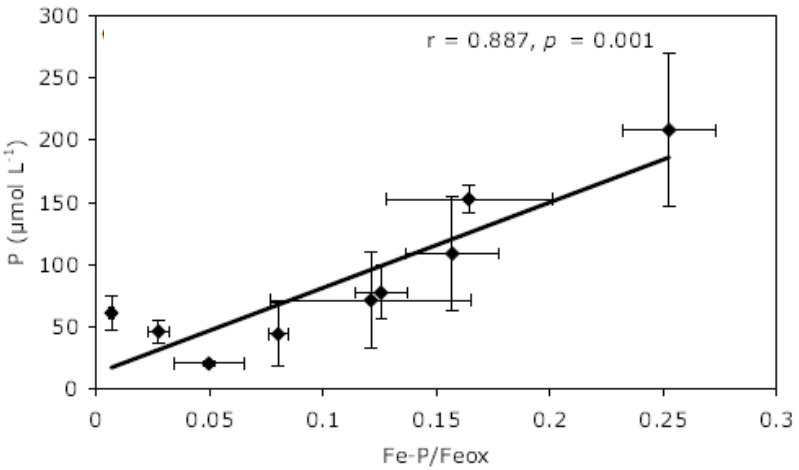
| Natuurbeheertype | Specificatie | GHG (cm) | GLG (cm) | pH-H2O | Olsen-P (umol/l FW) | totaal-P (mmol/l FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hoogveen | | 10 + mv | 5 -mv | 3.5-5 | 100-300 | 0.5-2.5 |
| Vochtige heide | | 10+ tot 20- mv | 20- tot 50- mv | 3.5-5 | 100-500 | 0.5-2.5 |
| Schraalgrasland | Nat heischraal grasland | 0 tot 40- mv | 40- tot 120 - mv | 4.5-6 | 150-400 | 1-3 |
| | Kleine zeggenmoeras (Verbond van Zwarte zegge) | 20+ tot 20- mv | 40- tot 80- mv | 4.5-6.5 | 100-500 | 1-6 |
| | Blauwgrasland | 0 tot 25- mv | 40- tot 80- mv | 5-6.5 | 200-500 | 2-10 (tot 20) |
| Vochtig hooiland | Dotterbloemhooiland / Veldrusschraalland | 20+ tot 20- mv | 40- tot 80- mv | 5-7 | 300-800 (tot 1200) | 8-20 (tot 50) |
| Moeras | Grote zeggenmoeras | 20+ tot 0 mv | 10+ tot 50- mv | 5-7 | 300-800 (tot 1200) | 8-20 (tot 50) |
| | Rietmoeras | 20+ tot 0 mv | 10+ tot 40- mv | >5 | - | - |
| Hoog- en laagveenbos | Berkenbroekbos | 10+ tot 0 mv | 40- tot 80- mv | <5 | 200-600 | 1-5 |
| | Elzenbroekbos | 20+ tot 20- mv | 40- tot 80- mv | 5-6.5 | 300-800 (tot 1200) | 5-20 (tot 50) |

## 2.3. Peilbeheer en vernatting

Bij het uitvoeren van vernattingsmaatregelen (mogelijk in combinatie met ene ontgronding) kunnen lokaal permanent natte omstandigheden onstaan. Dit brengt risico's met zich mee. Droogval van de toplaag in de zomermaanden (dit geldt ook voor natte schraallanden) en het creëren van voldoende doorstroming zijn de belangrijkste beheersmaatregelen om interne eutrofiëringsprocessen tegen te gaan. In deze paragraaf wordt deze processen nader toegelicht. De verwachting is dat het risico op permanent natte omstandigheden in het onderzoeksgebied beperkt zal zijn. Het is echter belangrijk om bij de ontwikkeling van natte natuur attent te zijn op de risico's die in deze paragraaf worden omschreven.

Onder permanent natte (reductieve) omstandigheden kan extra P-mobilisatie optreden (interne eutrofiering). IJzerreducerende bacteriën gebruiken onder anaërobe omstandigheden de in de

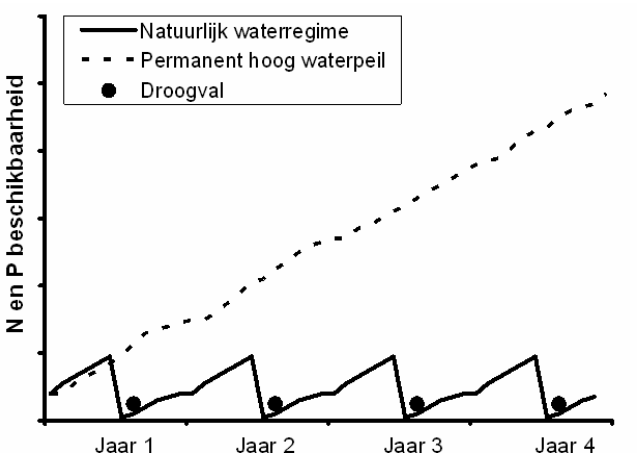
bodem aanwezige ijzer(hydr)oxides om organische stof af te breken. Hierbij wordt ijzer gereduceerd tot $Fe^{2+}$, waaraan fosfaat minder sterk bindt dan aan de geoxideerde vorm. Hoeveel fosfaat er hierbij vrijkomt, hangt af van de tijdsduur van de inundatie en van de verhouding tussen het aan ijzergebonden fosfaat en het ijzer in het systeem (de fosfaatverzadiging) (Loeb et al., 2008a; figuur 4).



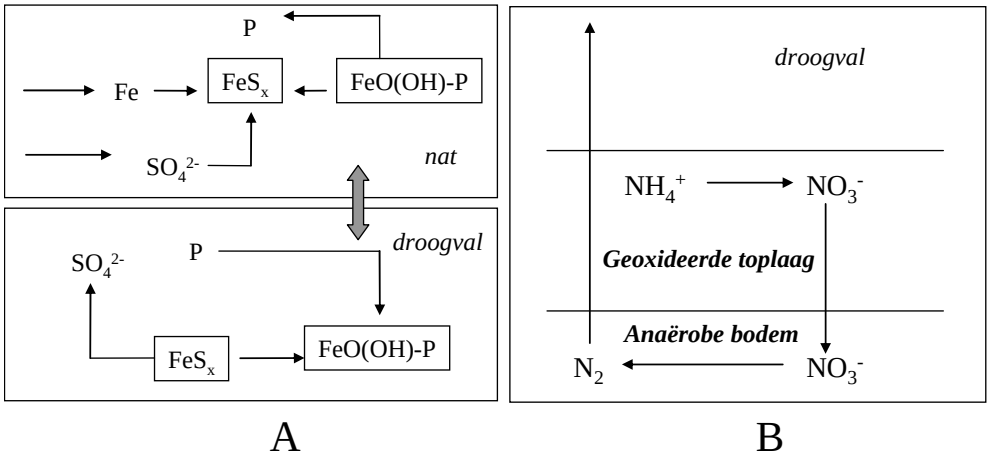

*Figuur 1. De verhouding tussen ijzergebonden fosfor (Fe-P) en amorf ijzer ($Fe_{ox}$) (x-as) bepaalt het vrijkomen van fosfor naar het bodemvocht (y-as).*

Onder anaërobe omstandigheden wordt sulfaat omgezet in sulfide (rotte-eierengeur). Sulfide is toxisch, maar wordt onder ijzerrijke omstandigheden gebonden aan ijzer (pyrietvorming). Het sulfide is dan niet meer giftig. Dit proces kan echter wel leiden tot het vrijkomen van extra fosfaat, omdat sulfide fosfaat van het ijzer kan verdringen, als er geen overmaat van ijzer in de bodem aanwezig is (Smolders & Roelofs, 1995; Smolders & Roelofs, 1996; Lamers et al., 2002). Daarnaast kan ammonium zich in stagnante situaties in de bodem ophopen, omdat het onder anaërobe omstandigheden niet omgezet kan worden in nitraat. Dit kan nadelige effecten op de vegetatie hebben (Lucassen et al., 2006). Als het grondwater niet wordt opgestuwd maar vrijelijk kan doorstromen, kan een teveel aan ammonium worden afgevoerd, doordat basen (Ca en Mg) ammonium van het bindingscomplex verdringen (Lucassen, 2004a). Ook kan er met het grondwater ijzer aangevoerd worden, wat een positief effect heeft op de binding van fosfaat. Als er veel nitraat wordt meegevoerd met het grondwater, uit bijvoorbeeld landbouwpercelen in het gebied, kan dit ervoor zorgen dat ijzer- en sulfaatreductie niet meer op kunnen treden, omdat nitraat als een redoxbuffer werkt. Pyriet wordt door nitraat geoxideerd, waarbij verzuring optreedt en sulfaat vrijkomt (Lucassen et al., 2004b).

Periodieke droogval in de zomermaanden kan zorgen voor een lagere beschikbaarheid van nutriënten (figuur 5) (Smolders et al., 2003). Figuur 6 toont het schematische overzicht van de biogeochemische processen waarbij sprake is van tijdelijke droogval. Droogval in de zomer is tevens belangrijk omdat het vrijkomen van fosfaat tijdens onder natte omstandigheden sneller gaat bij hoge (zomer)temperaturen dan bij lagere (winter)temperaturen (Loeb et al., 2008b). Afhankelijk van de ijzer- en fosfaatconcentratie in de bodem kan enkele weken droogval per jaar al genoeg zijn om ervoor te zorgen dat er niet te veel fosfaat vrijkomt. Als het ijzer echter voor een groot deel verzadigd is met fosfaat (weinig ijzer ten opzichte van fosfaat aanwezig), kan enkele weken tot maanden inundatie al voor problemen zorgen.




*Figuur 2. Globale weergave van de nutriëntenbeschikbaarheid bij het hanteren van een natuurlijk peilbeheer (Smolders et al., 2003).*




*Figuur 3. Schematisch overzicht van de biogeochemische processen die optreden wanneer sprake is van doorstroming gevolgd door tijdelijke droogval (Smolders et al., 2009).*

# 3. Veldwerk en analyses

## 3.1. Onderzoeksopzet

*Basis bodemonderzoek*
Op basis van figuur 1.1 en de informatie in tabel 3.1 zijn per perceel een x-aantal boringen uitgevoerd voor het verzamelen van bodemmonsters voor verdere analyse.

*Tabel 3.1. Overzicht van het aantal monsters en de monsterdieptes per perceel. Hierbij is een onderscheid gemaakt in de gedetailleerd (groen) te onderzoeken percelen, waarbij de nadruk ligt op de bodemchemische variatie in ruimte en diepte en de indicatief (oranje) te onderzoeken percelen, waarbij de nadruk (met uitzondering van perceel 7) ligt op de chemie van de toplaag. Op 10 locaties is freatisch grondwater (FGW) verzameld.*

| Perceel | # monsterlocaties | 0-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | # bodemmonsters | FGW | opmerking |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | x | x | x | x | 12 | ja | afgraven is een optie |
| 3 | 3 | x | x | x | x | 12 | ja | afgraven is een optie |
| 4 | 2 | x | x | x | x | 8 | | afgraven is een optie |
| 5 | 3 | x | | | | 3 | ja | niet afgraven ivm te natte omstandigheden |
| 7 | 5 | x | x | x | x | 20 | | afgraven is een optie |
| 8 | 3 | x | x | x | x | 12 | ja | afgraven is een optie |
| 9 | 5 | x | x | x | x | 20 | | afgraven is een optie |
| 10 | 3 | x | | | | 3 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden |
| 11 | 3 | x | x | x | x | 12 | ja | afgraven is een optie |
| 13 | 3 | x | | | | 3 | | doelgat GVG 80 cm |
| 14 | 4 | x | x | x | x | 16 | ja | afgraven is een optie |
| 15 | 4 | x | | | | 4 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden |
| 16 | 5 | x | x | x | x | 20 | ja | afgraven is een optie |
| 20A | 2 | x | x | x | x | 8 | ja | afgraven is een optie |
| 21 | 3 | x | | | | 3 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden, momenteel verschralingsbeheer door BL |
| 22 | 4 | x | | | | 4 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden, momenteel verschralingsbeheer door BL |
| 23 | 5 | x | | | | 5 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden, momenteel verschralingsbeheer door BL |
| 25 | 3 | x | | | | 3 | ja | niet afgraven ivm te natte omstandigheden, momenteel verschralingsbeheer door BL |
| 26 | 2 | x | | | | 2 | | niet afgraven ivm te natte omstandigheden, momenteel verschralingsbeheer door BL |
| 27 | 5 | x | | | | 5 | ja | onbekend |
| som | 70 | | | | | 175 | | |

In totaal is op 2 en 3 juni 2010 op 35 locaties de toplaag door B-WARE bemonsterd (0-20 cm-mv) waarbij het bodemtype globaal is beschreven. Op de overige 35 locaties heeft Grontmij op 27 en 28 mei 2010 de bodem bemonsterd en is het boorprofiel beschreven tot 100 cm-mv conform NEN 5104. Op 0-20, 20-30, 30-40 en 40-50 cm-mv zijn bodemmonsters verzameld voor verdere analyse. Daarnaast is, indien zichtbaar, de GLG, GHG en actuele grondwaterstand genoteerd.

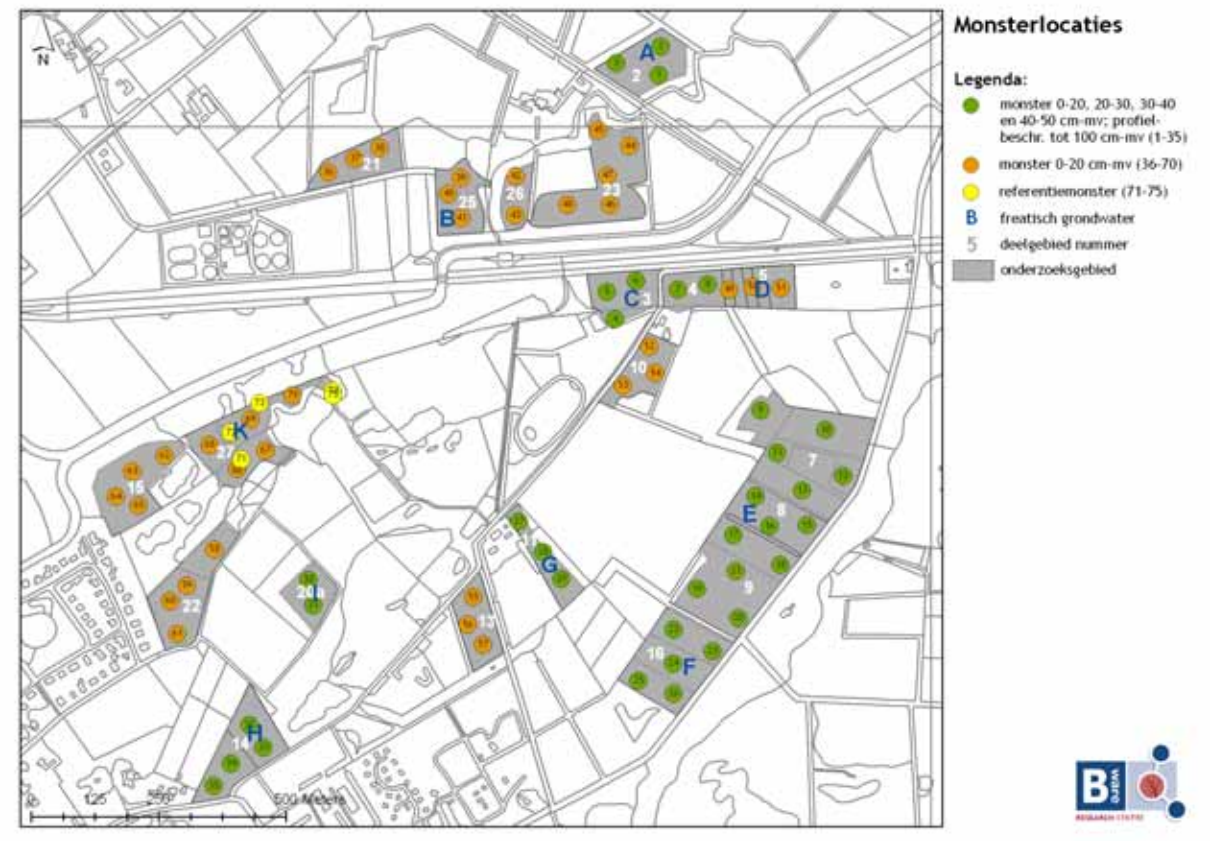
*Extra monsterlocaties met een redelijk ontwikkelde vegetatie*
In overleg met Martijn Antheunisse van Waterschap De Dommel zijn op vijf plekken in deelgebied 27 monsters genomen van de toplaag (0-20 cm) op locaties met een redelijk (maar niet optimaal) ontwikkelde vegetatie. Deelgebied 27 is het natste deelgebied. De vegetatie bestaat hier, in tegenstelling tot de rest van de gebieden, uit nat schraalgrasland. Het schaalgrasland heeft een mozaïekachtige structuur met afwisselend stukken met zegges, Veenpluis, Gele Lis, Riet, Pitrus en

Veldrus. De stukken zijn elk tamelijk soortenarm, maar samen zorgen zij voor een vrij grote diversiteit. Vroeger kwam er in het deelgebied Spaanse ruiter voor, maar deze is inmiddels verdwenen. Mogelijk is er oppervlakkig verzuring opgetreden door stagnerende regenwaterlenzen (Haskoning, 2007). Een andere mogelijke verklaring voor de achteruitgang van het gebied is de begrazing die hier een aantal jaar heeft plaatsgevonden (mond. med. oud-medewerker Brabants Landschap die tegenover het gebied woont). In de oude armen van de Achterste Stroom die in het deelgebied liggen, komt een goed ontwikkelde begroeiing van Slangewortel voor. Deze is hier uitgezet nadat een aantal planten gered was uit turfputjes in een ander gebied bij een ruilverkaveling zouden verdwijnen (mond. med. oud-medewerker Brabants Landschap die tegenover het gebied woont).

*Freatisch grondwater*

Verspreid over het onderzoeksgebied zijn op 10 locaties (tabel 3.1) freatisch grondwater anaëroob verzameld met behulp van lysimeters (poreuze cups) in een boorgat. Bij de ontwikkeling van natte natuur geeft de grondwaterkwaliteit een beeld van de natuurontwikkelingsmogelijkheden en eventuele knelpunten. Door de lage waterstanden in een groot deel van het gebied, zijn de meeste grondwatermonsters genomen uit de aërobe toplaag van het freatisch pakket.

De monsterlocaties zijn weergegeven in figuur 3.1.




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

## 3.2. Analyses

Per bodemmonster zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- Vocht- en organisch stofgehalte
- Olsen-P (plantenbeschikbare fosfaat fractie)
- Destructie: totaal-P (fosfaat), totaal-S (zwavel), totaal-Fe (ijzer), totaal-Ca (calcium), totaal-Mg (magnesium), totaal-Mn (mangaan), totaal-Zn (zink), totaal-Al (aluminium), totaal-K (kalium), totaal-Si (silicium).

De analyses zijn als volgt uitgevoerd:

*Vocht- en organisch stofgehalte*

Het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal is via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurt door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 24 uur bij 105$^{o}$C. Omdat de bakjes precies tot aan de rand worden afgevuld (volume = 45 ml) kunnen later ook de concentraties worden omgerekend naar mol per liter bodemvolume. De fractie organisch stof in de bodem is berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe is het bodemmateriaal, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550$^{o}$C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

*Olsen-extractie*

Plantenbeschikbaar fosfaat is met behulp van een Olsen-extractie bepaald. Hiervoor is aan 3 gram droog bodemmateriaal 100 ml 0,5 mol $l^{-1}$ natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) toegevoegd. De pH van het extractiemedium is op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten zijn de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 r.p.m.) waarna het supernantant onder vacuüm is verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract isbij 4$^{o}$C bewaard tot verdere analyse.

*Bodemdestructie*

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor is 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal is 4 ml geconcentreerd salpeterzuur ($HNO_3$, 65%) en 1 ml waterstofperoxide ($H_2O_2$, 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters zijn vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen is het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milli Q water. De monsters zijn in polyethyleenpotjes bij 4$^{o}$C bewaard voor verdere analyse.

*Analysemethoden*

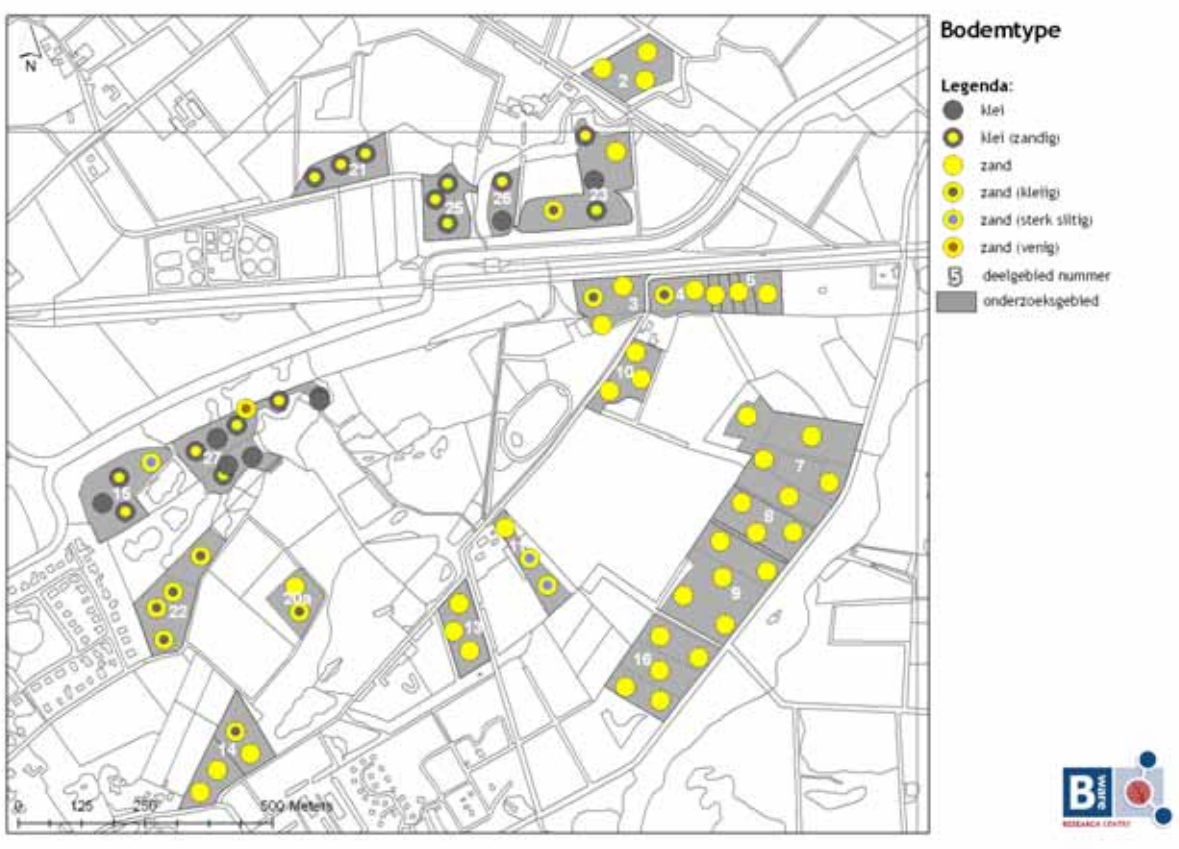
Zowel de watermonsters als de destructies zijn geanalyseerd op Ca, Fe, Mg, K, P, S, Si, Al. Zn en Mn met een ICP-OES. De hoeveelheid P in de Olsen-extracten en in de verschillende fosfaat fracties zijn eveneens gemeten met de ICP-OES. De hoeveelheid $K^+$, $Cl^-$, $NH_4^+$, $NO_3^-$ en $PO_4^{3-}$ in de watermonsters is gemeten met Technicon autoanalysers.

Van de watermonsters zijn tevens de pH en de hoeveelheid $CO_2$ en opgelost (anorganisch)koolstof ($HCO_3$-) bepaald. De pH is gemeten met een standaard $Ag/AgCl_2$ elektrode verbonden met een radiometer Copenhagen type PHM 82. $CO_2$ en $HCO_3^-$ concentraties zijn bepaald met een 0525 HR infrarood koolstof analyser van 'Oceanograpy International'.

# 4. Resultaten

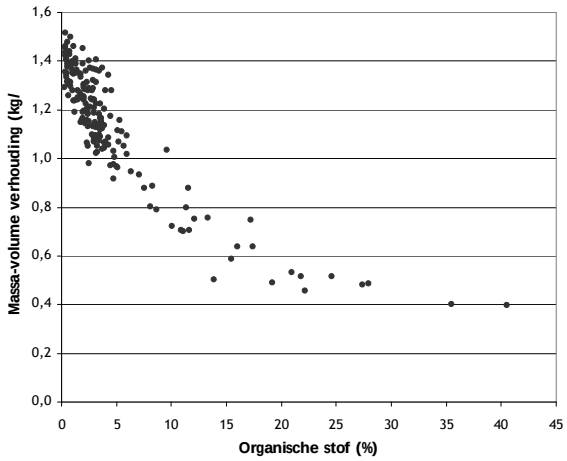
## 4.1. Algemene bodemchemie

In combinatie met de stijghoogtes en de kwaliteit van het grondwater is het bodemtype (figuur 4.1) en de bodemchemie van grote invloed op de vegetatietypen die tot ontwikkeling kunnen komen.




*Figuur 4.1. Overzicht van de ruimtelijke variatie in het bodemtype (globale samenstelling bovenste 40 cm).*

In paragraaf 4.2 - 4.4 wordt de bodemchemie per locatie beknopt toegelicht. In deze paragraaf komen enkele algemene correlaties aan bod. Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa zijn de parameters uitgedrukt per liter verse bodem. Figuur 4.2 laat zien dat organische bodems een lagere massa/volume verhouding hebben (minder kilogram droge bodem per liter verse bodem).




*Figuur 4.2. Correlatie tussen het organisch stofgehalte van de bodems en de massa/volume verhouding.*

Lage fosfaatbeschikbaarheden bieden, zoals beschreven in hoofdstuk 2, kansen voor de ontwikkeling van (natte) voedselarme natuur. Over het algemeen kunnen de volgende grenswaarden worden gehanteerd voor zand- en veenbodems:

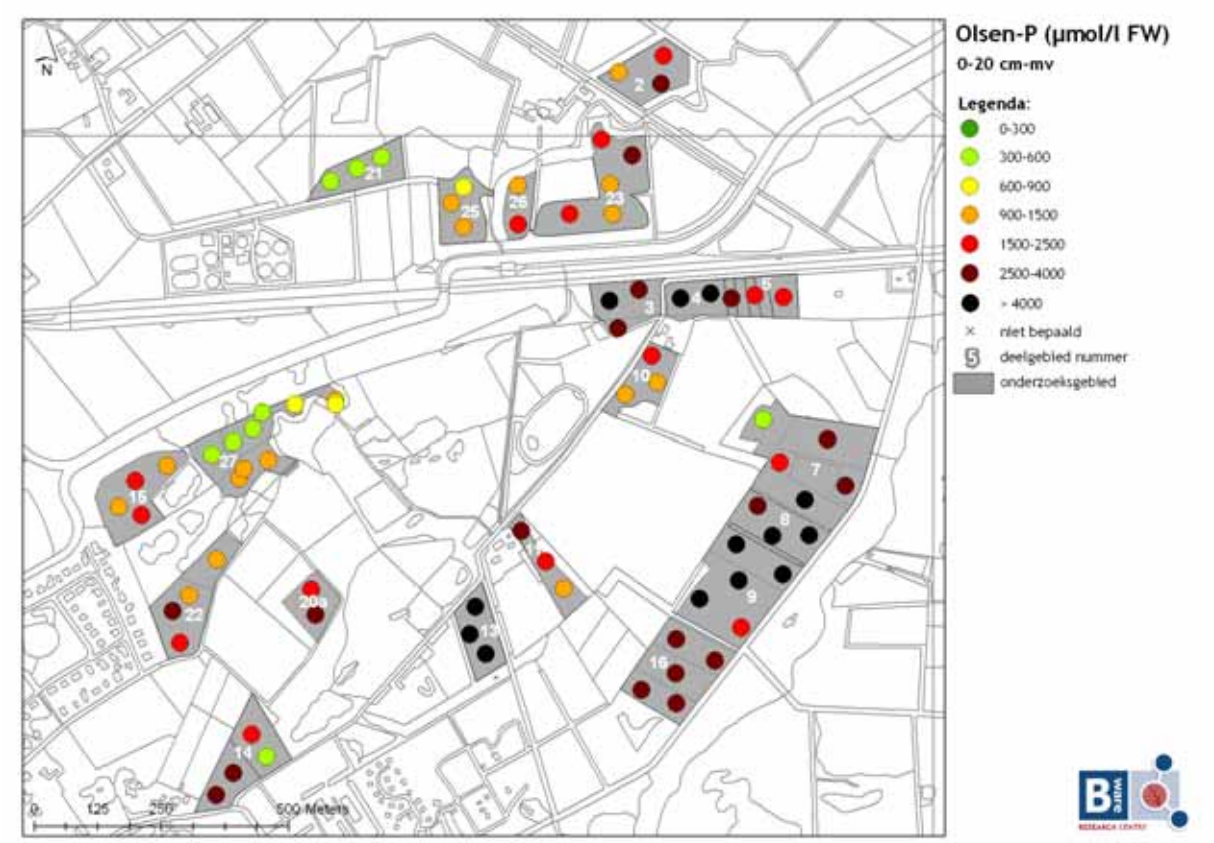
**Olsen-P:**

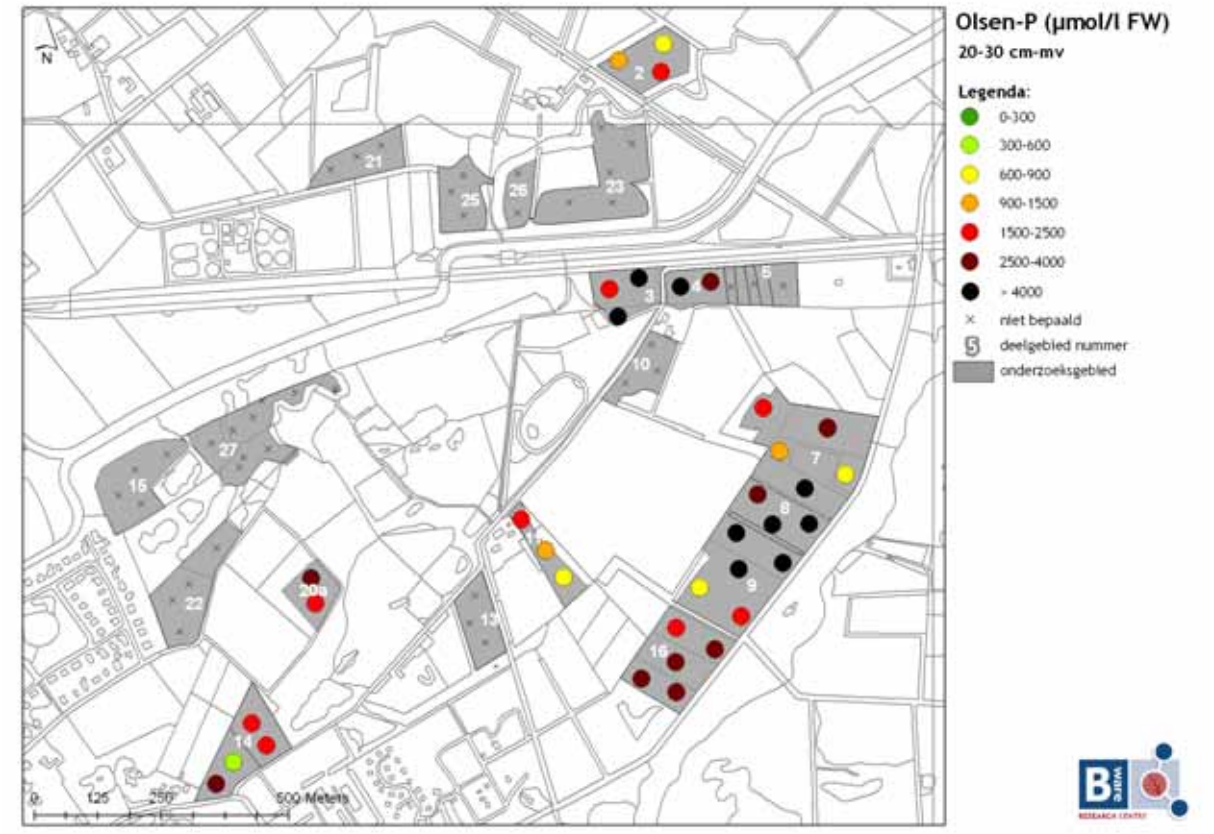
| | |
|---|---|
| 0-300 µmol/l FW: | voldoende kansen voor de ontwikkeling van voedselarme soortenrijke natuur |
| 300-600 µmol/l FW: | op termijn kansen voor de ontwikkeling van voedselarme soortenrijke natuur. Hiervoor is aanvullend verschralingsbeheer vereist (maaien en afvoeren, wellicht in combinatie met bekalking). |
| >600 µmol/l FW: | slechte kansen voor de ontwikkeling van voedselarme soortenrijke natuur op korte termijn. Vanwege de hoge fosfaatbeschikbaarheid zal verruiging optreden (Pitrus of Liesgras ontwikkeling). Indien de totaal-P concentratie niet al te hoog is kan middels een verschralingbeheer op de middellange termijn een P-gelimiteerde uitgangssituatie worden bereikt. |

**Totaal-P:**

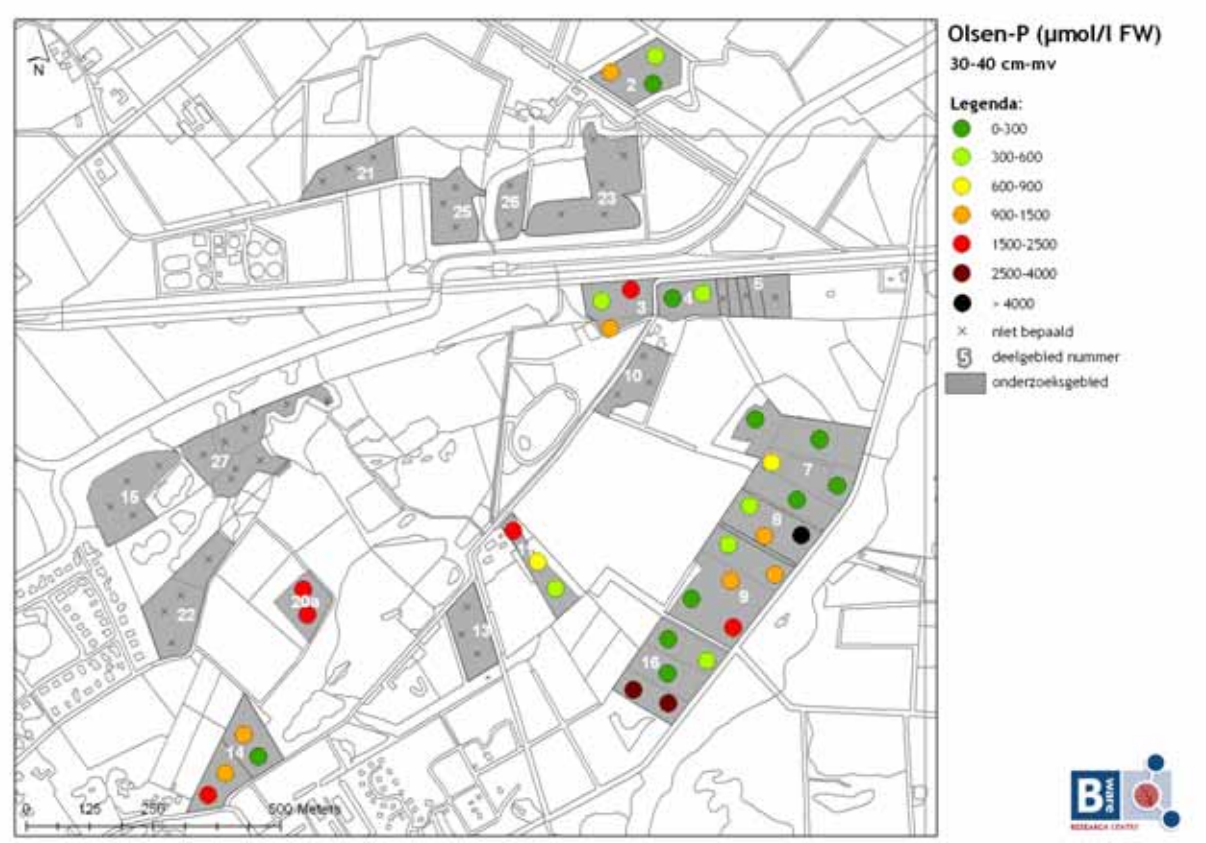
| | |
|---|---|
| 0-5 mmol/l FW: | Gering risico op P-nalevering bij vernatting |
| 5-10 mmol/l FW: | Matig risico op P-nalvering bij vernatting |
| > 10 mmol/l FW: | Sterk risico op P-nalevering bij vernatting |

Op (ijzerrijke) kleiige bodems kan een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van 500-900 µmol/l FW waarbij een Dotterbloem hooiland doorgaans het meest schrale vegetatietype is dat kan worden bereikt. Concentraties tussen 900 en 1200 µmol/l FW bieden op termijn voldoende mogelijkheden voor het creëren van voedselarme natuur, mits aanvullende maatregelen (maaien en afvoeren) worden toegepast. In figuur 4.3 is de variatie in de Olsen-P concentraties, zowel in de diepte als in de ruimte, weergegeven. De totaal-P concentraties van ijzerrijke kleibodems kunnen variëren van 10 tot soms wel 20 mmol/l terwijl de fosfaatbeschikbaarheid relatief laag is.




*Figuur 4.3. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de Olsen-P concentratie van de bodem in de toplaag (boven) en op 20-30 cm diepte (onder).*

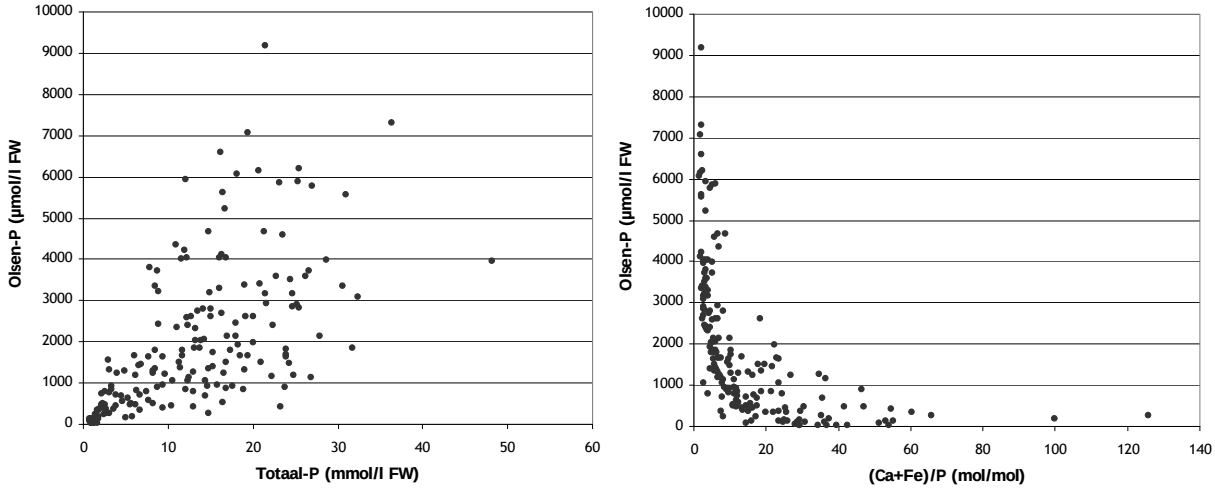






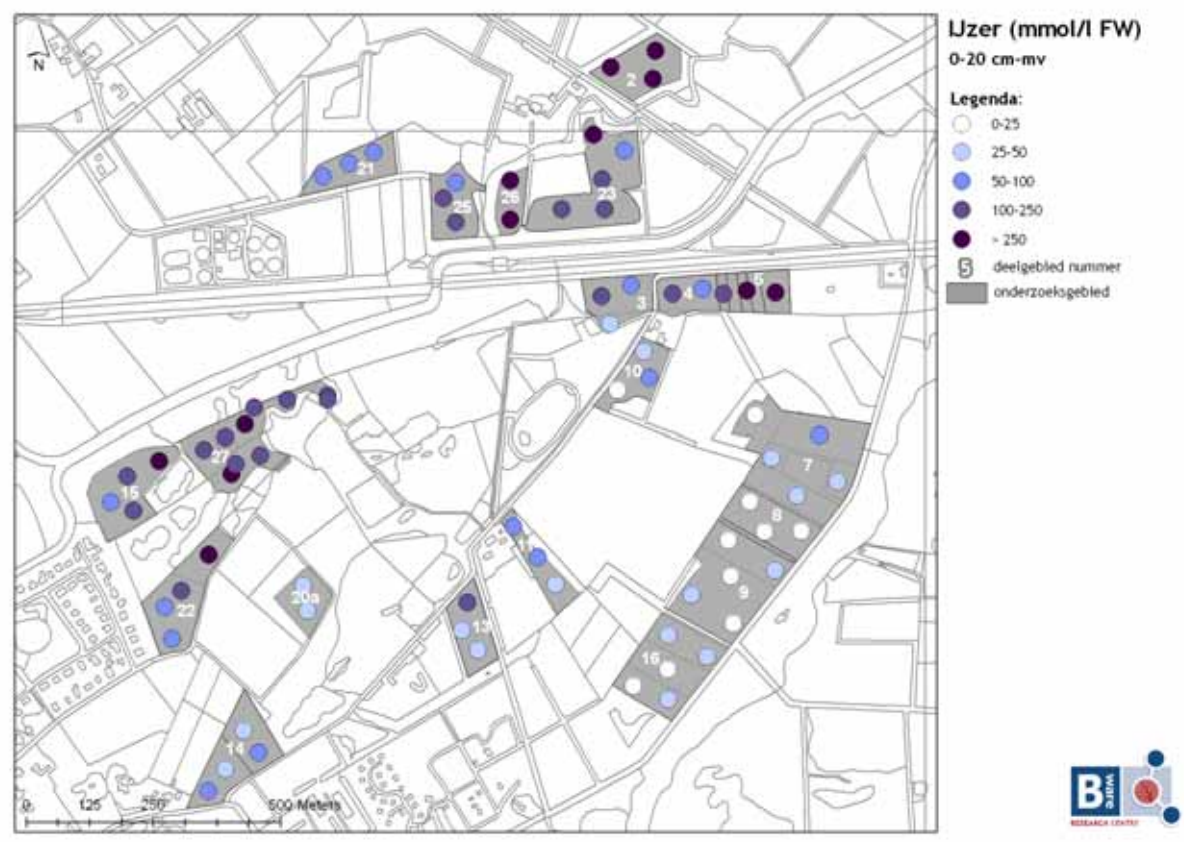
*Figuur 4.3 (vervolg). Overzicht van de ruimtelijke variatie in de Olsen-P concentratie van de bodem op 30-40 cm (boven) en op 40-50 cm diepte (onder).*

In figuur 4.4b (links) zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de bodem tegen elkaar uitgezet. De spreiding is relatief groot wat duidt op een grote variatie in de beschikbare fosfaatfractie. Dit kan worden veroorzaakt door het verschil in grondgebruik (bemestingsintensitieti), bodemtype (kleiig, venig of juist zandig) en door het verschil in bodemchemie.

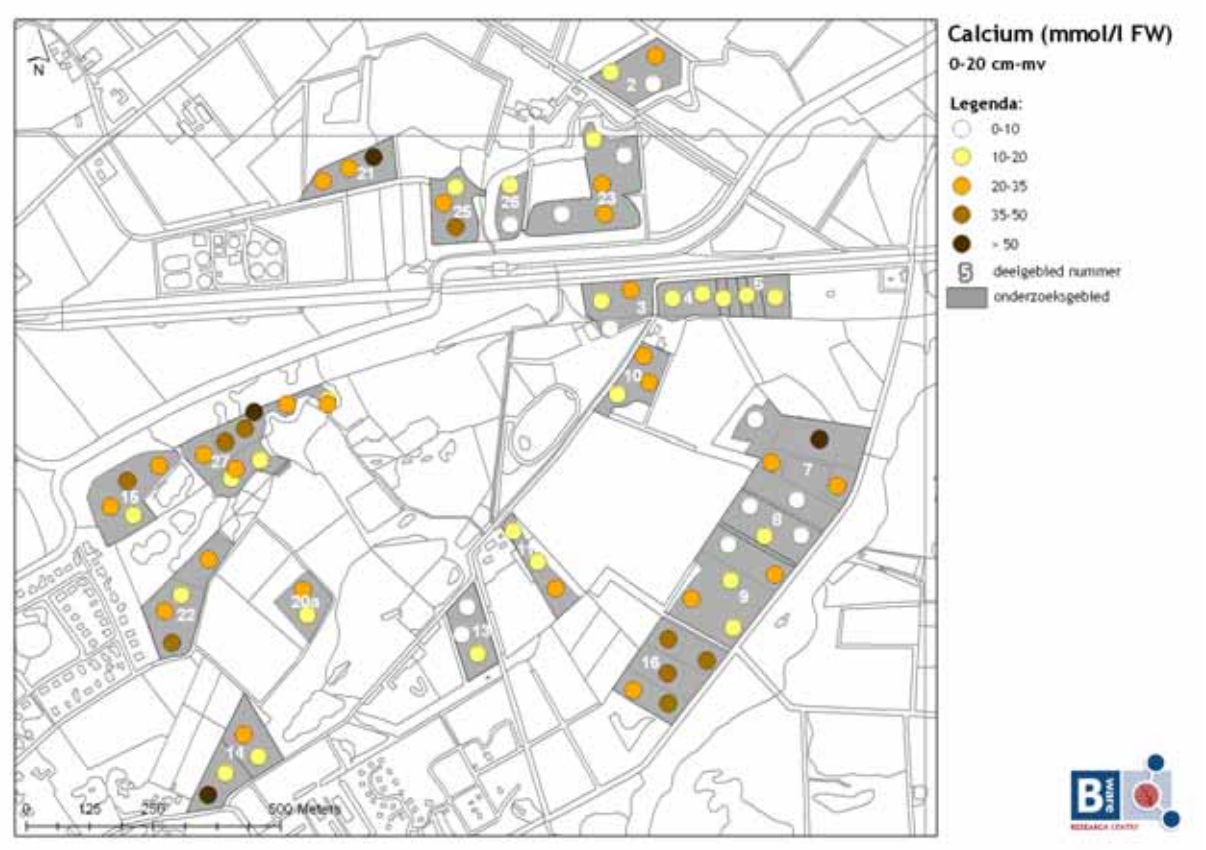



*Figuur 4.4. Correlatie tussen de Olsen-P en totaal-P concentraties (links) en de Olsen-P en (Ca+Fe)/P ratio van de bodems.*

De Olsen-P concentratie (fosfaatbeschikbaarheid) wordt namelijk niet alleen bepaald door de totaal-P concentratie en het kleigehalte van de bodem. Het fosfor kan ook gebonden zijn aan calcium of ijzer in de bodem. De ruimtelijke variatie in de ijzer- en calciumconcentratie van de bodem is weergegeven in figuur 4.5 en 4.6.



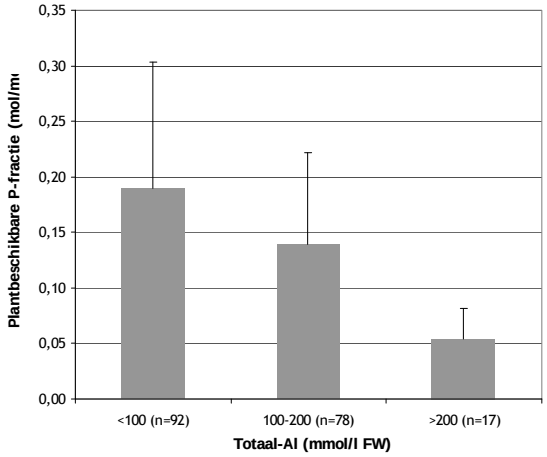

*Figuur 4.5. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de totale ijzerconcentratie van de bodem in de toplaag.*




*Figuur 4.6. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de totale calciumconcentratie van de bodem in de toplaag.*

Fosfor wordt in bodems zeer effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $Fe_3(PO4)_2$ (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.

De calcium- en ijzerconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat dus beïnvloeden. In figuur 4.4 (rechts) is deze correlatie weergegeven. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer en calcium blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag. Dit proces wordt versterkt op locaties waar sprake is van ijzer- en calciumrijk kwelwater (Smolders et al., 2006a) en kleiige bodems. De totale aluminiumconcentratie is indicatief voor de kleifractie van een bodem. Naarmate de aluminiumconcentratie (en dus de kleifractie) hoger is, is de fosfaatbeschikbaarheid lager. Dit is weergegeven in figuur 4.7.




*Figuur 4.7. Plantbeschibare P-fractie, Olsen-P/totaal-P (mol/mol), in bodems met verschillende aluminiumconcentraties.*

In de paragrafen 4.3, 4.4 en 4.5 wordt per deelgebied de bodemchemie en de natuurontwikkelingsmogelijkheden toegelicht. Vanwege de ruimtelijke variatie in bijvoorbeeld de fosfaatconcentratie per deelgebied varieert de verschralingsduur (berekend op basis van figuur 2.4) en zijn er meerdere ontwikkelingsmogelijkheden. Op basis van de bodemchemische data, het bodemtype en expert judgement zijn per deelgebied één of meerdere ontwikkelingsmogelijkheden uitgewerkt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat, naast de bodemchemische data, ook andere aspecten van (grote) invloed kunnen zijn op de uiteindelijke keuzes van de herstelmaatregelen. Dit behoort echter niet tot voorliggend onderzoek. In tabel 2.1 (pag 16) zijn de referentiewaarden van de verschillende natuurdoeltypen vermeld evenals de natuurbeheertypen waar deze toe behoren.

## 4.2. Getailleerd onderzochte deelgebieden

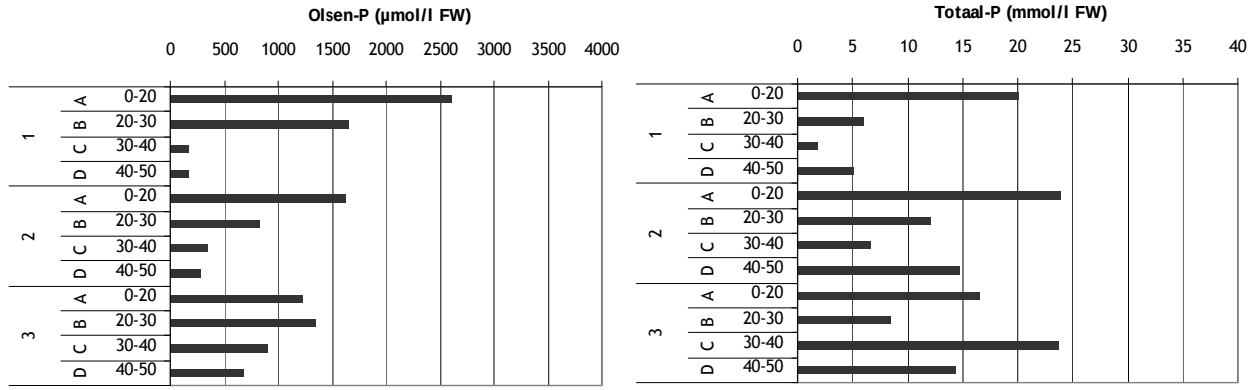
*DEELGEBIED 2*




*Figuur 4.8. De ligging van deelgebied 2.*

*Tabel 4.1. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 19,0 | 4,7 | 0,97 | 2608 | 20,1 | 128 | 8,7 | 364 | 3,1 | 8,9 | 12,1 | 0,13 | 18,1 | 0,4 |
| | B | 20-30 | zand | 15,2 | 2,3 | 1,06 | 1651 | 6,0 | 70 | 8,4 | 130 | 2,2 | 5,1 | 4,9 | 0,27 | 21,7 | 1,4 |
| | C | 30-40 | zand | 8,1 | 0,4 | 1,35 | 177 | 1,8 | 20 | 10,0 | 58 | 2,1 | 2,2 | 1,7 | 0,10 | 31,8 | 5,5 |
| | D | 40-50 | zand | 10,8 | 0,5 | 1,34 | 171 | 5,1 | 24 | 8,4 | 140 | 0,4 | 2,0 | 1,9 | 0,03 | 27,7 | 1,7 |
| 2 | A | 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 20,0 | 4,5 | 0,97 | 1624 | 23,9 | 182 | 21,1 | 541 | 5,4 | 11,8 | 13,0 | 0,07 | 22,6 | 0,9 |
| | B | 20-30 | zand | 13,9 | 1,5 | 1,25 | 833 | 12,1 | 108 | 15,6 | 242 | 4,4 | 10,2 | 6,0 | 0,07 | 20,0 | 1,3 |
| | C | 30-40 | zand | 14,7 | 1,4 | 1,37 | 343 | 6,7 | 103 | 27,5 | 144 | 6,1 | 17,0 | 5,5 | 0,05 | 21,5 | 4,1 |
| | D | 40-50 | zand | 16,3 | 1,5 | 1,28 | 274 | 14,7 | 232 | 45,5 | 473 | 4,9 | 16,5 | 11,3 | 0,02 | 32,1 | 3,1 |
| 3 | A | 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 18,8 | 3,7 | 1,04 | 1230 | 16,6 | 156 | 17,8 | 429 | 2,9 | 11,7 | 8,1 | 0,07 | 25,9 | 1,1 |
| | B | 20-30 | zand | 16,7 | 2,5 | 1,18 | 1353 | 8,4 | 101 | 20,8 | 136 | 3,5 | 14,9 | 3,9 | 0,16 | 16,1 | 2,5 |
| | C | 30-40 | zand | 25,0 | 5,0 | 0,97 | 904 | 23,8 | 187 | 50,1 | 1055 | 2,9 | 10,9 | 13,4 | 0,04 | 44,3 | 2,1 |
| | D | 40-50 | klei (zandig/humeus) | 25,5 | 4,8 | 0,92 | 686 | 14,4 | 200 | 41,2 | 471 | 4,4 | 12,3 | 17,7 | 0,05 | 32,7 | 2,9 |




*Figuur 4.9. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De overwegend zandige bodem heeft een relatief dunne bouwvoor van 20 cm en is over het algemeen ijzerrijk (> 100 mmol/l FW). In de toplaag heeft ophoping van ijzer (en fosfaat) plaatsgevonden wat mogelijk duidt op de invloed van ijzerrijke kwel (in het verleden). De bodem is calcium-arm (10 mmol/l FW) tot matig calciumhoudend (20-50 mmol/l FW). De zwavelconcentratie is relatief laag (<20 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie neemt op locatie 1 en 2 relatief sterk af in de diepte vanaf 30 cm. De hoge totaal-P concentratie op 30-40 cm diepte op locatie 3 is het gevolg

van de extreem hoge ijzerconcentratie (1055 mmol/l FW). De fosfaatbeschikbaarheid is er relatief laag. Op 40-55 cm is ter hoogte van locatie 3 een kleilaag (de oude deklaag?) aangetroffen.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 17 tot 24 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 75-119 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 17 tot 24 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 19-30 jaar.

Ontgrondingsdiepte
Een ontgronding van 30 cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling (in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer). Door 40 cm af te graven vindt een verdere verschraling plaats en vormt een meer ijzerrijke en lokaal kleiige bodem de nieuwe toplaag.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om de fosfaatrijke toplaag van 30 cm te verwijderen. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een vochtig schraalland/dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

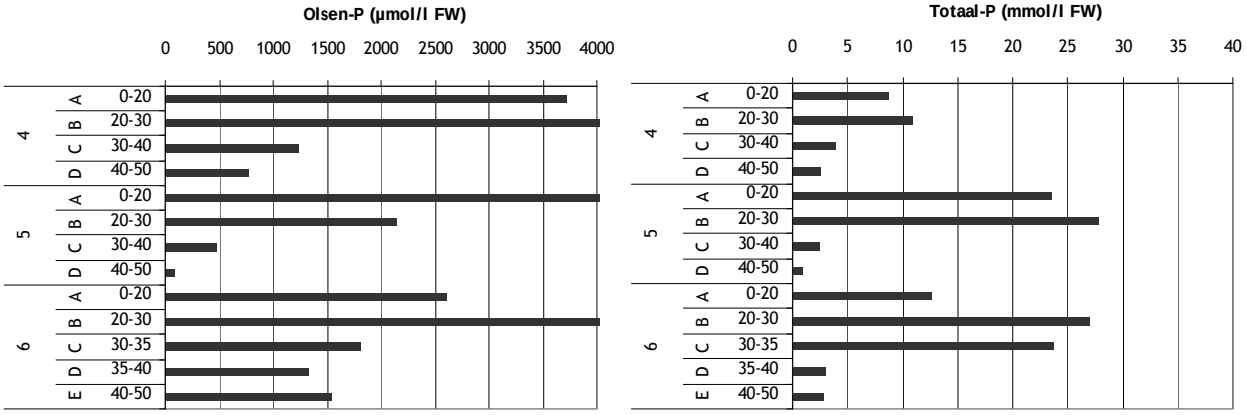
*DEELGEBIED 3*




*Figuur 4.10. De ligging van deelgebied 3.*

*Tabel 4.2. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | A | 0-20 | humeus zand | 12,6 | 2,6 | 0,98 | 3718 | 8,7 | 43 | 6,7 | 39 | 3,2 | 3,3 | 4,4 | 0,43 | 4,5 | 0,8 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 12,4 | 2,4 | 1,05 | 4346 | 11,0 | 55 | 7,5 | 68 | 2,3 | 4,1 | 4,4 | 0,40 | 6,2 | 0,7 |
| | C | 30-40 | zand | 14,0 | 1,1 | 1,24 | 1235 | 3,9 | 65 | 20,6 | 43 | 3,4 | 5,9 | 3,3 | 0,31 | 11,0 | 5,2 |
| | D | 40-50 | zand | 15,9 | 1,0 | 1,40 | 780 | 2,6 | 68 | 14,3 | 49 | 2,4 | 4,7 | 2,1 | 0,30 | 19,0 | 5,6 |
| 5 | A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 12,0 | 2,5 | 1,15 | 4579 | 23,5 | 115 | 16,3 | 116 | 4,9 | 7,5 | 5,5 | 0,19 | 4,9 | 0,7 |
| | B | 20-30 | humeus zand (kleiig) | 13,6 | 2,2 | 1,14 | 2147 | 27,9 | 89 | 18,3 | 171 | 2,7 | 5,3 | 5,4 | 0,08 | 6,1 | 0,7 |
| | C | 30-40 | zand | 13,9 | 1,0 | 1,35 | 478 | 2,5 | 70 | 18,5 | 59 | 3,1 | 4,8 | 2,0 | 0,19 | 23,2 | 7,3 |
| | D | 40-50 | zand | 13,4 | 0,8 | 1,38 | 90 | 0,9 | 49 | 16,4 | 28 | 3,2 | 3,8 | 1,5 | 0,11 | 32,2 | 19,2 |
| 6 | A | 0-20 | humeus zand | 14,5 | 2,3 | 1,16 | 2609 | 12,7 | 116 | 23,0 | 62 | 3,9 | 7,2 | 5,8 | 0,21 | 4,9 | 1,8 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 17,4 | 2,0 | 1,39 | 5782 | 27,0 | 113 | 18,0 | 106 | 3,3 | 6,8 | 8,7 | 0,21 | 3,9 | 0,7 |
| | C | 30-35 | humeus zand | 17,9 | 1,8 | 1,34 | 1812 | 23,8 | 114 | 18,2 | 112 | 3,6 | 7,6 | 7,5 | 0,08 | 4,7 | 0,8 |
| | D | 35-40 | zand | 10,3 | 0,4 | 1,45 | 1328 | 3,1 | 43 | 18,7 | 28 | 3,7 | 4,0 | 2,8 | 0,43 | 9,0 | 6,1 |
| | E | 40-50 | zand | 14,2 | 0,4 | 1,46 | 1551 | 2,9 | 30 | 5,7 | 21 | 2,1 | 2,7 | 1,1 | 0,54 | 7,4 | 2,0 |




*Figuur 4.11. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De overwegend zandige bodem heeft een bouwvoor van 30-35 cm. De ijzerconcentraties variëren in de diepte maar zijn ongeveer 30-50 mmol/l (matig ijzerrijk). In de toplaag heeft ophoping van ijzer (en fosfaat) plaatsgevonden wat mogelijk duidt op de invloed van ijzerrijke kwel (in het verleden). De bodem is relatief calcium-arm (< 20 mmol/l FW) en bevat weinig zwavel (<10 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie zijn behoorlijk lager onder de bouwvoor. Dit betreft met name de totaal-P

concentratie. De fosfaatbeschikbaarheid is op locatie 4 en 6 echter nog relatief hoog (1000-1500 µmol/l FW).

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is sterk gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

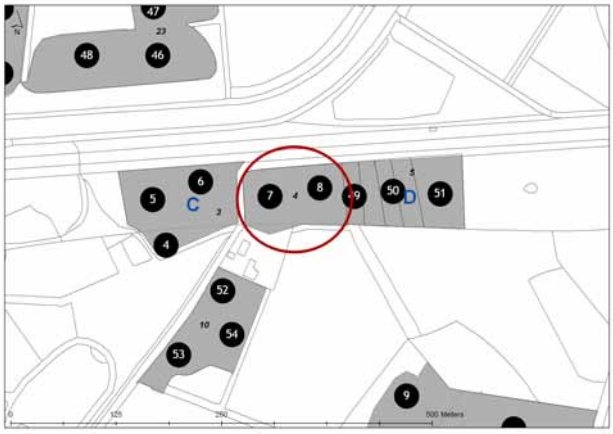
Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 10 tot 25 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 31-125 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 10 tot 25 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 8-31 jaar.

Ontgrondingsdiepte
Een ontgronding van 30-35 cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling (in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer om de fosfaatbeschikbaarheid terug te dringen).

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om de fosfaatrijke toplaag van 30-35 cm te verwijderen. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een nat schraalland of dotterbloemhooiland (onder invloed van sterk gebufferd grondwater) worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

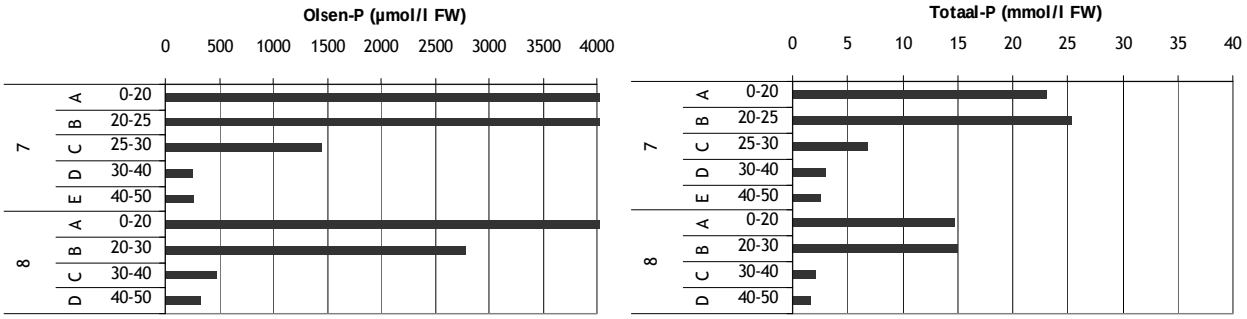
*DEELGEBIED 4*




*Figuur 4.12. De ligging van deelgebied 4.*

*Tabel 4.3. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 11,9 | 3,0 | 1,19 | 5851 | 23,2 | 76 | 12,4 | 107 | 6,7 | 6,7 | 6,3 | 0,25 | 4,6 | 0,5 |
| | B | 20-25 | zand (kleiig) | 12,5 | 2,8 | 1,13 | 5895 | 25,3 | 69 | 21,7 | 128 | 7,5 | 5,9 | 6,3 | 0,23 | 5,0 | 0,9 |
| | C | 25-30 | zand (sterk siltig) | 8,0 | 0,7 | 1,30 | 1451 | 6,8 | 75 | 13,0 | 133 | 6,5 | 10,0 | 2,1 | 0,21 | 19,7 | 1,9 |
| | D | 30-40 | zand (sterk siltig) | 11,7 | 1,1 | 1,46 | 251 | 3,1 | 119 | 18,3 | 366 | 10,3 | 13,6 | 1,6 | 0,08 | 119,9 | 6,0 |
| | E | 40-50 | zand (sterk siltig) | 13,8 | 0,6 | 1,48 | 268 | 2,7 | 91 | 27,7 | 148 | 7,4 | 7,4 | 1,9 | 0,10 | 55,4 | 10,4 |
| 8 | A | 0-20 | humeus zand | 13,7 | 2,6 | 1,21 | 4659 | 14,8 | 77 | 18,9 | 80 | 3,8 | 7,7 | 5,2 | 0,32 | 5,4 | 1,3 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 12,6 | 1,9 | 1,26 | 2793 | 15,1 | 94 | 19,0 | 105 | 3,3 | 8,3 | 5,1 | 0,19 | 7,0 | 1,3 |
| | C | 30-40 | zand | 11,7 | 2,0 | 1,45 | 478 | 2,1 | 63 | 20,1 | 69 | 3,4 | 6,8 | 1,3 | 0,22 | 32,3 | 9,4 |
| | D | 40-50 | zand | 13,0 | 0,4 | 1,52 | 331 | 1,7 | 63 | 26,7 | 73 | 5,5 | 8,2 | 1,0 | 0,20 | 44,2 | 16,2 |




*Figuur 4.13. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>
De zandige, en lokaal sterk siltige, bodem heeft een relatief ondiepe bouwvoor van 20-30 cm en is over het algemeen ijzerrijk (> 70-100 mmol/l FW) en relatief calcium-arm (10-20 mmol/l FW). De zwavelconcentratie is relatief laag (<20 mmol/l FW). Zowel de totaal-P als de Olsen-P concentratie neemt sterk af op een diepte van meer dan 30 cm.

<u>Beknopte toelichting freatisch grondwater:</u>
Niet bepaald in dit deelgebied.

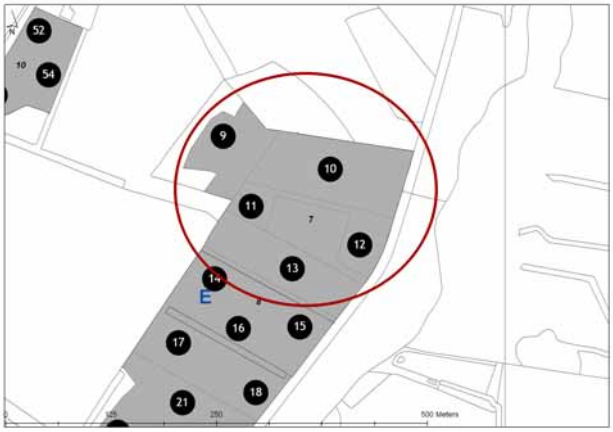
Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 15 tot 25 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 63-125 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 15 tot 25 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 16-31 jaar.

Ontgrondingsdiepte
Een ontgronding van 30 cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om de fosfaatrijke toplaag van 30 cm te verwijderen. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een nat schraalland/dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

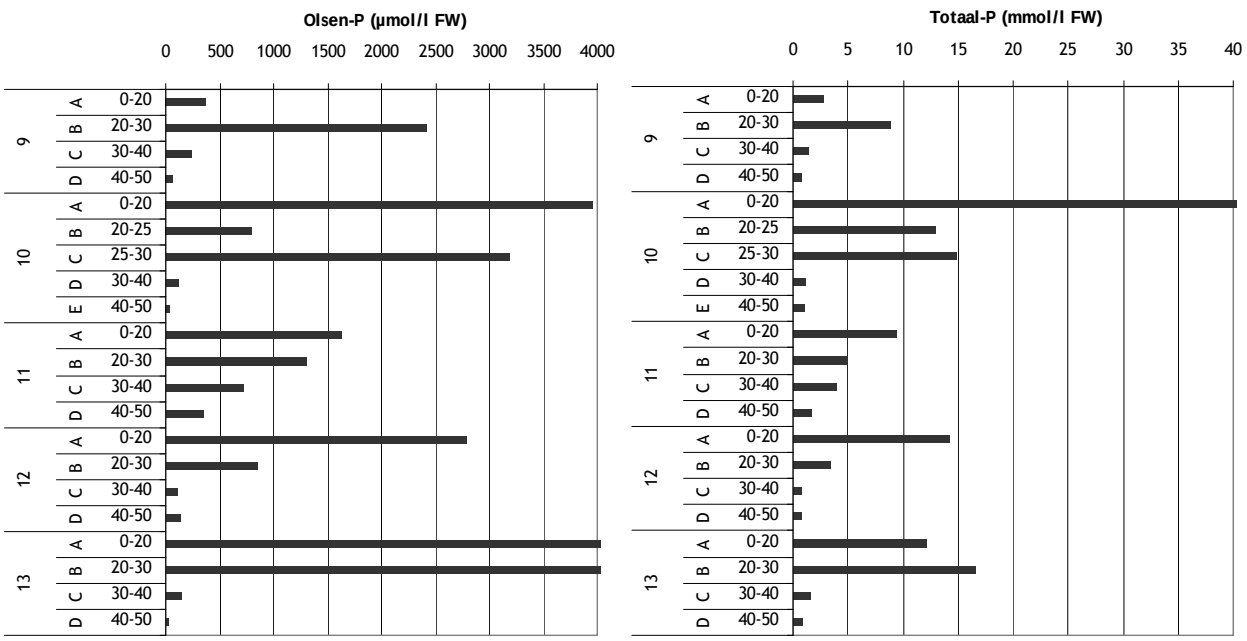
*DEELGEBIED 7*




*Figuur 4.14. De ligging van deelgebied 7.*

*Tabel 4.4. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | A | 0-20 | humeus zand | 15,8 | 3,2 | 1,36 | 368 | 2,7 | 103 | 9,5 | 12 | 3,7 | 3,6 | 3,4 | 0,13 | 4,2 | 3,5 |
| | B | 20-30 | zand | 14,3 | 3,1 | 1,23 | 2420 | 8,9 | 87 | 9,2 | 20 | 3,0 | 3,5 | 4,6 | 0,27 | 2,3 | 1,0 |
| | C | 30-40 | zand | 18,7 | 3,0 | 1,24 | 238 | 1,4 | 54 | 6,9 | 4 | 0,8 | 2,1 | 2,9 | 0,17 | 3,2 | 4,9 |
| | D | 40-50 | zand | 18,9 | 2,6 | 1,40 | 72 | 0,8 | 52 | 5,7 | 6 | 2,0 | 3,2 | 2,1 | 0,09 | 7,4 | 7,0 |
| 10 | A | 0-20 | humeus zand | 17,0 | 2,3 | 1,20 | 3964 | 48,1 | 101 | 53,4 | 75 | 4,0 | 10,5 | 17,7 | 0,08 | 1,6 | 1,1 |
| | B | 20-25 | humeus zand | 13,2 | 1,0 | 1,39 | 799 | 12,9 | 57 | 25,6 | 24 | 3,3 | 7,5 | 5,6 | 0,06 | 1,8 | 2,0 |
| | C | 25-30 | zand | 18,0 | 2,8 | 1,28 | 3187 | 14,9 | 52 | 28,5 | 18 | 2,8 | 6,6 | 6,4 | 0,21 | 1,2 | 1,9 |
| | D | 30-40 | zand | 12,3 | 1,0 | 1,40 | 125 | 1,2 | 45 | 9,7 | 10 | 1,8 | 4,9 | 1,6 | 0,10 | 8,0 | 8,0 |
| | E | 40-50 | zand | 12,6 | 0,8 | 1,50 | 47 | 1,0 | 66 | 17,2 | 12 | 5,5 | 7,4 | 1,7 | 0,04 | 11,4 | 16,6 |
| 11 | A | 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 30,7 | 7,5 | 0,88 | 1629 | 9,4 | 82 | 27,2 | 25 | 5,9 | 13,1 | 15,9 | 0,17 | 2,7 | 2,9 |
| | B | 20-30 | zand | 23,0 | 4,4 | 1,18 | 1306 | 4,9 | 82 | 26,4 | 35 | 6,1 | 10,8 | 7,5 | 0,26 | 7,1 | 5,4 |
| | C | 30-40 | zand | 23,1 | 3,4 | 1,08 | 714 | 3,9 | 96 | 28,2 | 28 | 5,6 | 11,5 | 12,1 | 0,18 | 7,2 | 7,3 |
| | D | 40-50 | zand | 19,9 | 2,5 | 1,28 | 348 | 1,8 | 53 | 17,3 | 18 | 5,6 | 9,4 | 7,4 | 0,20 | 10,2 | 9,8 |
| 12 | A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 21,3 | 3,4 | 1,07 | 2788 | 14,2 | 75 | 26,1 | 38 | 2,4 | 9,3 | 9,5 | 0,20 | 2,7 | 1,8 |
| | B | 20-30 | zand | 14,7 | 0,5 | 1,43 | 854 | 3,4 | 169 | 14,5 | 49 | 6,0 | 15,3 | 2,2 | 0,25 | 14,5 | 4,3 |
| | C | 30-40 | zand | 13,5 | 0,5 | 1,31 | 113 | 0,7 | 44 | 6,4 | 14 | 2,4 | 3,7 | 1,1 | 0,16 | 19,9 | 8,8 |
| | D | 40-50 | zand | 14,5 | 0,2 | 1,29 | 127 | 0,8 | 44 | 5,2 | 15 | 3,4 | 3,6 | 1,2 | 0,16 | 19,1 | 6,7 |
| 13 | A | 0-20 | humeus zand | 13,5 | 2,8 | 1,10 | 5926 | 12,1 | 88 | 9,7 | 29 | 2,7 | 5,6 | 4,0 | 0,49 | 2,4 | 0,8 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 16,4 | 3,7 | 1,12 | 5221 | 16,7 | 123 | 16,7 | 38 | 6,1 | 8,3 | 6,2 | 0,31 | 2,3 | 1,0 |
| | C | 30-40 | zand | 11,4 | 0,4 | 1,42 | 143 | 1,6 | 69 | 21,4 | 16 | 4,2 | 7,2 | 1,0 | 0,09 | 10,0 | 13,6 |
| | D | 40-50 | zand | 12,3 | 1,3 | 1,41 | 25 | 0,9 | 53 | 13,6 | 12 | 5,2 | 5,4 | 0,8 | 0,03 | 13,8 | 15,5 |




*Figuur 4.15. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW en een maximale totaal-P concentratie van 40 mmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De zandige bodem heeft een relatief ondiepe bouwvoor van 20-30 cm en bevat relatief weinig ijzer (< 40 mmol/l FW) en calcium (< 20 mmol/l FW). Ook de zwavelconcentratie is relatief laag (<15 mmol/l FW). De totaal-P concentraties van de toplaag zijn, met uitzondering van locatie 10, relatief laag (3-14 mmol/l FW). De fosfaatbeschikbaarheid voor planten is op deze locaties echter hoog. De toplaag van locatie 9 vormt hierop een uitzondering met een Olsen-P concentratie van 368 µmol/l FW. Zowel de totaal-P als de Olsen-P concentratie daalt vanaf 20-30 cm diepte.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een actuele totaal-P concentratie van 9 tot 14 mmol/l FW (locatie 10 uitgezonderd) en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 25-56 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een actuele totaal-P concentratie van 9 tot 14 mmol/l FW (locatie 10 uitgezonderd) en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 6-14 jaar.

Ontgrondingsdiepte

Een ontgronding van 30 cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om op (het voortzetten van) verschralingsbeheer in te zetten ter hoogte van de locaties 9 en 11. Op locatie 10, 12 en 13 is het afgraven de fosfaatrijke toplaag van 30 cm gewenst (op locatie 12 is 20 cm ook acceptabel), al is

verschralen door middel van maaien en afvoer ook een optie ter hoogte van locatie 12 en 13. De fosfaatprofielen laten echter zien dat door middel van ontgronding relatief eenvoudig een forse verschraling kan worden bewerkstelligd. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een (natte) heide of bloemrijk grasland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

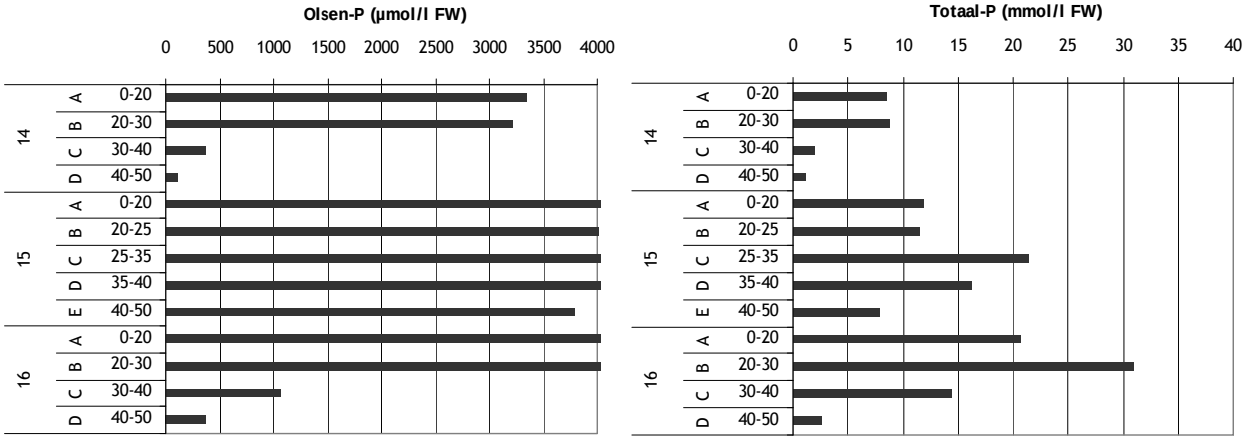
*DEELGEBIED 8*




*Figuur 4.16. De ligging van deelgebied 8.*

*Tabel 4.5. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | A | 0-20 | humeus zand | 16,2 | 3,9 | 1,14 | 3343 | 8,5 | 77 | 6,5 | 11 | 2,9 | 3,9 | 4,1 | 0,39 | 1,3 | 0,8 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 15,9 | 3,2 | 1,13 | 3216 | 8,8 | 72 | 16,1 | 11 | 3,1 | 3,6 | 4,8 | 0,37 | 1,2 | 1,8 |
| | C | 30-40 | zand | 12,6 | 1,3 | 1,35 | 380 | 1,9 | 109 | 27,1 | 18 | 5,0 | 10,4 | 2,2 | 0,20 | 9,5 | 13,9 |
| | D | 40-50 | zand | 12,7 | 0,8 | 1,30 | 111 | 1,2 | 70 | 16,9 | 14 | 5,4 | 7,7 | 1,3 | 0,09 | 11,1 | 13,8 |
| 15 | A | 0-20 | humeus zand | 12,1 | 3,0 | 1,10 | 4229 | 11,9 | 116 | 9,7 | 17 | 3,3 | 4,5 | 4,0 | 0,35 | 1,4 | 0,8 |
| | B | 20-25 | humeus zand | 12,9 | 3,3 | 1,03 | 4013 | 11,5 | 83 | 16,5 | 14 | 2,9 | 3,7 | 3,5 | 0,35 | 1,2 | 1,4 |
| | C | 25-35 | zand (sterk siltig) | 11,1 | 3,6 | 1,14 | 9179 | 21,5 | 161 | 27,9 | 20 | 3,1 | 7,2 | 3,1 | 0,43 | 0,9 | 1,3 |
| | D | 35-40 | zand | 11,2 | 3,0 | 1,07 | 6600 | 16,2 | 124 | 19,8 | 15 | 3,9 | 6,2 | 3,1 | 0,41 | 0,9 | 1,2 |
| | E | 40-50 | zand | 10,0 | 2,0 | 1,30 | 3789 | 7,8 | 93 | 11,0 | 15 | 4,8 | 7,5 | 1,1 | 0,49 | 2,0 | 1,4 |
| 16 | A | 0-20 | humeus zand | 14,2 | 3,6 | 1,12 | 6141 | 20,7 | 88 | 15,4 | 19 | 2,2 | 4,4 | 4,8 | 0,30 | 0,9 | 0,7 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 14,2 | 3,6 | 1,17 | 5578 | 31,0 | 121 | 17,9 | 46 | 4,0 | 5,3 | 7,1 | 0,18 | 1,5 | 0,6 |
| | C | 30-40 | zand | 13,7 | 1,7 | 1,35 | 1067 | 14,4 | 136 | 15,9 | 23 | 5,4 | 8,8 | 6,8 | 0,07 | 1,6 | 1,1 |
| | D | 40-50 | zand | 12,4 | 1,0 | 1,37 | 371 | 2,6 | 124 | 11,9 | 27 | 7,8 | 14,9 | 1,7 | 0,14 | 10,5 | 4,6 |




*Figuur 4.17. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>

De zandige bodem heeft een bouwvoor van 30 cm en is zowel arm aan ijzer (< 20 mmol/l FW) als calcium (< 15-20 mmol/l FW). Ook de zwavelconcentratie is laag (<5 mmol/l FW). De totaal-P concentraties van de toplaag variëren sterk, echter de fosfaatbeschikbaarheid voor planten is op alle drie de monsterlocaties echter erg hoog (3000-6000 µmol/l FW). De fosfaatconcentraties dalen vanaf 30 (locatie 14) en 40 (locatie 15 en 16) cm diepte, al is de Olsen-P concentratie op locatie 15 op 40-50 cm diepte nog hoog (3800 µmol/l FW).

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De ortho-fosfaatbelasting is eveneens laag. Er zijn echter relatief hoge sulfaat- (695 µmol/l), ammonium- (230 µmol/l) en kaliumconcentraties (272 µmol/l) gemeten. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

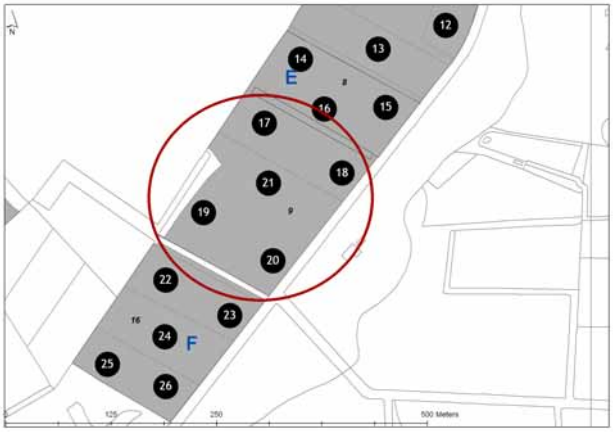
Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 9 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 25-100 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 9 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 6-25 jaar.

Ontgrondingsdiepte
Een ontgronding van 30 (locatie 14) tot 40 (locatie 15 en 16) cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling. Op locatie 15 is de beschikbare P-fractie op 40-50 cm maar liefst 49% waardoor de Olsen-P concentratie, ondanks de relatief lage totaal-P concentratie van 7,8 mmol/l FW, ongeveer 3800 µmol/l FW bedraagt. Door middel van aanvullend verschralingsbeheer kan dit waarschijnlijk eenvoudig worden teruggebracht.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om de fosfaatrijke toplaag van 30 (locatie 14) tot 40 (locatie 15 en 16) cm te verwijderen. Op locatie 14 en 15 is een (verder) verschralingsbeheers van de toplaag te overwegen aangezien de totaal-P concentraties op beide locaties relatief laag zijn (8-12 µmol/l FW). Een aanvullende bekalking (1000-2000 kg Dolokal per hectare) kan mogelijk ook bijdragen aan verder verschraling: het fosfaat wordt gebonden aan calcium. Het risico op het vrijkomen van fosfaat door mineralisatie is beperkt aangezien het organisch stofgehalte van de bodem erg laag is. Na de gerealiseerde verschraling kan op termijn een (natte) heide of bloemrijk grasland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

*DEELGEBIED 9*

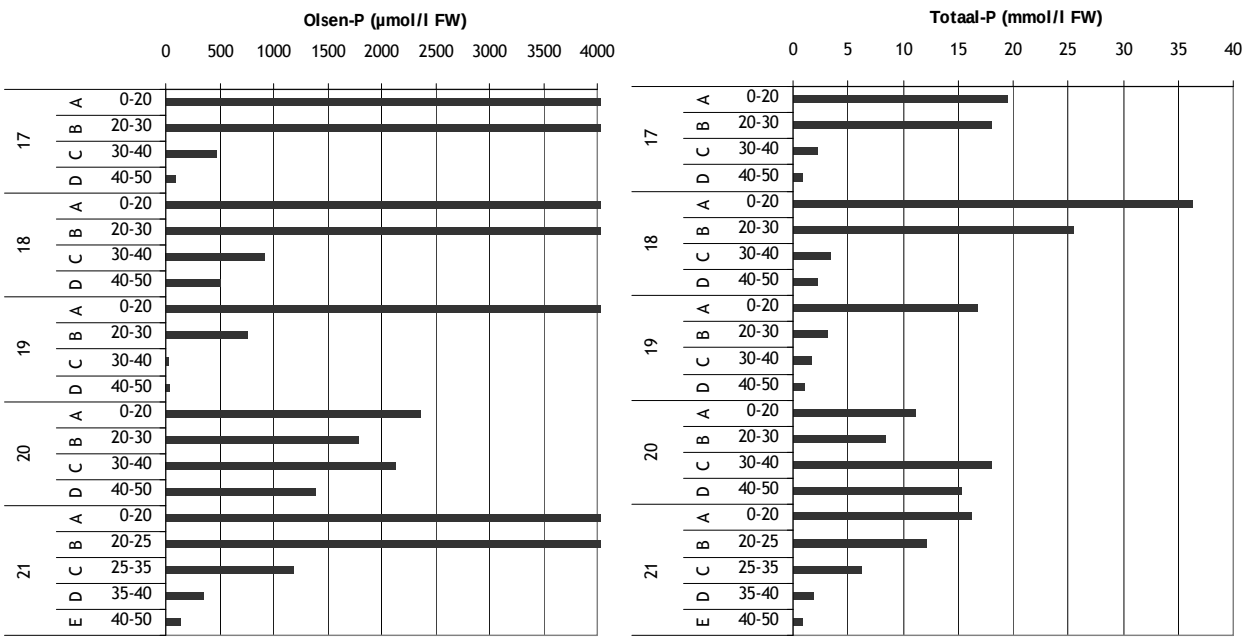





*Figuur 4.18. De ligging van deelgebied 9.*

*Tabel 4.6. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 A | 0-20 | humeus zand | 13,3 | 3,3 | 1,13 | 7072 | 19,5 | 110 | 9,5 | 23 | 4,7 | 6,4 | 6,6 | 0,36 | 1,2 | 0,5 |
| B | 20-30 | humeus zand | 14,3 | 3,1 | 1,15 | 6068 | 18,1 | 93 | 8,9 | 21 | 4,1 | 6,3 | 6,2 | 0,34 | 1,1 | 0,5 |
| C | 30-40 | zand | 11,0 | 0,7 | 1,26 | 461 | 2,2 | 79 | 11,7 | 18 | 2,2 | 8,2 | 1,2 | 0,21 | 8,0 | 5,3 |
| D | 40-50 | zand | 12,6 | 0,6 | 1,38 | 94 | 0,9 | 73 | 16,9 | 17 | 3,8 | 8,7 | 0,9 | 0,10 | 18,2 | 17,8 |
| 18 A | 0-20 | humeus zand | 10,4 | 1,9 | 1,19 | 7319 | 36,4 | 124 | 31,3 | 45 | 5,7 | 10,3 | 5,7 | 0,20 | 1,2 | 0,9 |
| B | 20-30 | humeus zand | 10,8 | 1,6 | 1,27 | 6207 | 25,5 | 107 | 23,5 | 37 | 5,4 | 9,7 | 3,7 | 0,24 | 1,5 | 0,9 |
| C | 30-40 | zand | 10,6 | 0,4 | 1,35 | 919 | 3,4 | 72 | 9,4 | 23 | 5,7 | 9,8 | 0,9 | 0,27 | 6,6 | 2,8 |
| D | 40-50 | zand | 12,2 | 0,5 | 1,41 | 508 | 2,3 | 85 | 13,8 | 26 | 4,9 | 10,9 | 0,9 | 0,22 | 11,3 | 6,0 |
| 19 A | 0-20 | humeus zand | 12,4 | 2,8 | 1,24 | 4041 | 16,8 | 95 | 27,7 | 28 | 3,3 | 5,8 | 4,4 | 0,24 | 1,7 | 1,7 |
| B | 20-30 | zand | 9,0 | 0,6 | 1,32 | 761 | 3,1 | 92 | 25,3 | 26 | 6,0 | 10,0 | 1,4 | 0,25 | 8,3 | 8,2 |
| C | 30-40 | zand | 10,3 | 0,5 | 1,35 | 31 | 1,7 | 107 | 15,8 | 34 | 6,4 | 12,1 | 0,8 | 0,02 | 20,0 | 9,3 |
| D | 40-50 | zand | 9,9 | 0,5 | 1,39 | 36 | 1,1 | 86 | 14,9 | 22 | 5,8 | 10,9 | 0,6 | 0,03 | 20,6 | 13,9 |
| 20 A | 0-20 | humeus zand | 14,1 | 2,7 | 1,25 | 2358 | 11,1 | 106 | 16,3 | 23 | 4,8 | 7,6 | 6,4 | 0,21 | 2,1 | 1,5 |
| B | 20-30 | humeus zand | 15,0 | 1,2 | 1,19 | 1787 | 8,4 | 104 | 19,7 | 22 | 3,0 | 7,2 | 5,1 | 0,21 | 2,6 | 2,3 |
| C | 30-40 | humeus zand (sterk siltig) | 22,9 | 5,3 | 1,16 | 2130 | 18,0 | 121 | 75,7 | 21 | 4,1 | 5,8 | 13,2 | 0,12 | 1,1 | 4,2 |
| D | 40-50 | humeus zand (sterk siltig) | 21,4 | 4,5 | 1,28 | 1387 | 15,3 | 122 | 54,2 | 15 | 5,2 | 5,6 | 9,0 | 0,09 | 1,0 | 3,5 |
| 21 A | 0-20 | humeus zand | 14,6 | 3,2 | 1,02 | 4128 | 16,3 | 114 | 13,4 | 16 | 3,4 | 6,6 | 5,4 | 0,25 | 1,0 | 0,8 |
| B | 20-25 | humeus zand | 15,8 | 3,0 | 1,07 | 4029 | 12,2 | 98 | 16,2 | 15 | 3,7 | 6,5 | 4,2 | 0,33 | 1,2 | 1,3 |
| C | 25-35 | zand | 24,2 | 5,7 | 1,05 | 1185 | 6,2 | 94 | 26,0 | 15 | 3,4 | 4,3 | 5,1 | 0,19 | 2,4 | 4,2 |
| D | 35-40 | zand | 12,9 | 1,1 | 1,35 | 351 | 1,8 | 108 | 13,4 | 26 | 5,5 | 13,7 | 1,4 | 0,20 | 14,5 | 7,6 |
| E | 40-50 | zand | 12,2 | 1,0 | 1,40 | 133 | 0,9 | 114 | 22,6 | 28 | 7,0 | 15,3 | 1,0 | 0,14 | 30,7 | 24,6 |




*Figuur 4.19. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De overwegend zandige bodem heeft een bouwvoor van 20-30 cm en bevat over het algemeen weinig ijzer (< 30 mmol/l FW). De calciumconcentratie is relatief laag (<20 mmol/l FW). Alleen op locatie 20 is de bodem vanaf 30 cm sterk siltig en calciumrijker (55-75 mmol/l FW). De zwavelconcentratie is relatief laag (<10 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie daalt op locatie 17 en 18 (noordelijke deel) sterk vanaf 30 cm. Op locatie 19 en 21 vindt deze afname plaats op respectievelijk 20 en 25/35 cm. Op locatie 20 nemen de fosfaatconcentraties minder sterk af. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de sterk siltige, calciumrijke bodemlaag.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een actuele totaal-P concentratie van 16 tot 19 mmol/l FW (locatie 18 uitgezonderd) en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 69-88 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een actuele totaal-P concentratie van 16 tot 19 mmol/l FW (locatie 18 uitgezonderd) en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 17-22 jaar.

Ontgrondingsdiepte

Het afgraven van ongeveer 20-30 cm (30 cm op locatie 17 en 18, minimaal 20 cm op locatie 19 en minimaal 25 cm op locatie 21) leidt tot een forse reductie van de fosfaatconcentraties wat kansen biedt voor verdere natuurontwikkeling. Op locatie 20 komt na ontgronding van 30 cm een calciumrijke, sterk siltige bodemlaag aan het oppervlak die door middel van maaibeheer verder verschraald kan worden.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om in de noordelijke zone (locatie 17 en 18) de fosfaatrijke toplaag van 30 cm te verwijderen. Op locatie 19 en 21 wordt geadviseerd om respectievelijk minimaal 20 (30 is optimaal) en minimaal 25 (35 is optimaal) cm af te graven. Na deze verschraling kan op termijn een (natte) heide worden ontwikkeld. Wanneer op locatie 20 wordt gekozen voor een ontgronding van 30 cm zal op de meer gebufferde, sterk siltige bodem, waarschijnlijk een ontwikkeling richting bloemrijk grasland plaatsvinden. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

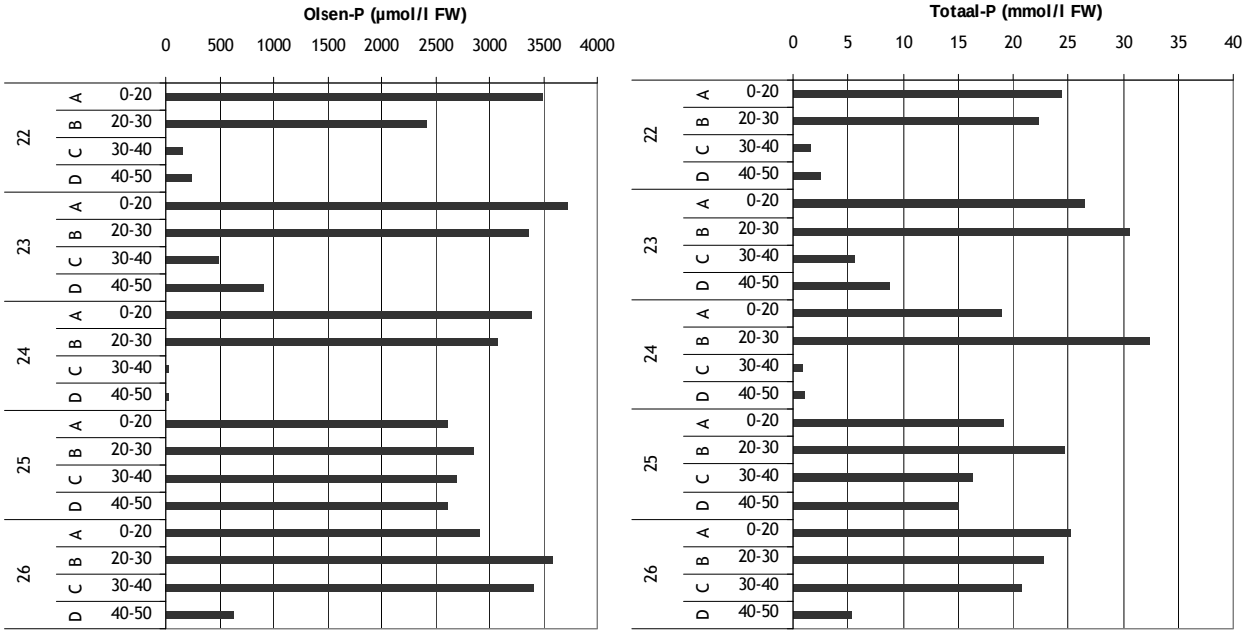
*DEELGEBIED 16*




*Figuur 4.20. De ligging van deelgebied 16.*

*Tabel 4.7. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 A | 0-20 | humeus zand | 14,4 | 3,5 | 1,18 | 3497 | 24,4 | 107 | 42,1 | 33 | 5,6 | 10,3 | 6,8 | 0,14 | 1,3 | 1,7 |
| B | 20-30 | humeus zand | 15,2 | 3,3 | 1,05 | 2408 | 22,4 | 104 | 40,6 | 31 | 5,6 | 10,0 | 6,1 | 0,11 | 1,4 | 1,8 |
| C | 30-40 | humeus zand | 11,7 | 1,0 | 1,28 | 161 | 1,5 | 87 | 19,8 | 18 | 5,7 | 8,0 | 1,2 | 0,11 | 11,8 | 13,1 |
| D | 40-50 | humeus zand | 12,4 | 0,5 | 1,35 | 235 | 2,5 | 101 | 18,8 | 24 | 7,5 | 13,2 | 1,1 | 0,09 | 9,7 | 7,6 |
| 23 A | 0-20 | humeus zand | 15,7 | 3,5 | 1,09 | 3721 | 26,6 | 115 | 45,0 | 32 | 5,6 | 14,5 | 8,5 | 0,14 | 1,2 | 1,7 |
| B | 20-30 | humeus zand | 16,3 | 3,6 | 1,15 | 3359 | 30,6 | 128 | 64,1 | 32 | 7,4 | 17,9 | 13,7 | 0,11 | 1,1 | 2,1 |
| C | 30-40 | humeus zand (sterk siltig) | 15,8 | 2,4 | 1,13 | 492 | 5,7 | 177 | 42,9 | 39 | 5,7 | 14,6 | 2,9 | 0,09 | 6,8 | 7,6 |
| D | 40-50 | humeus zand (sterk siltig) | 16,5 | 2,1 | 1,28 | 900 | 8,7 | 240 | 52,4 | 27 | 10,3 | 21,2 | 6,8 | 0,10 | 3,1 | 6,0 |
| 24 A | 0-20 | humeus zand | 15,3 | 3,0 | 1,08 | 3387 | 19,0 | 78 | 36,6 | 24 | 3,3 | 11,1 | 7,3 | 0,18 | 1,2 | 1,9 |
| B | 20-30 | humeus zand | 16,2 | 2,9 | 1,21 | 3082 | 32,4 | 94 | 55,4 | 34 | 5,1 | 12,5 | 9,8 | 0,10 | 1,1 | 1,7 |
| C | 30-40 | zand | 12,0 | 0,5 | 1,43 | 22 | 1,0 | 88 | 14,0 | 28 | 5,1 | 11,3 | 0,6 | 0,02 | 28,3 | 14,3 |
| D | 40-50 | zand | 11,5 | 0,4 | 1,43 | 27 | 1,0 | 94 | 12,4 | 27 | 5,5 | 13,6 | 0,5 | 0,03 | 27,1 | 12,4 |
| 25 A | 0-20 | humeus zand | 11,1 | 2,1 | 1,20 | 2619 | 19,1 | 55 | 24,2 | 23 | 4,2 | 6,2 | 4,7 | 0,14 | 1,2 | 1,3 |
| B | 20-30 | humeus zand | 12,9 | 2,3 | 1,22 | 2848 | 24,7 | 64 | 36,8 | 30 | 3,4 | 7,3 | 6,9 | 0,12 | 1,2 | 1,5 |
| C | 30-40 | zand (kleiig) | 12,6 | 1,0 | 1,40 | 2699 | 16,3 | 59 | 22,8 | 24 | 4,1 | 7,1 | 2,6 | 0,17 | 1,5 | 1,4 |
| D | 40-50 | zand (kleiig) | 14,8 | 1,3 | 1,39 | 2614 | 15,0 | 143 | 34,4 | 56 | 3,8 | 12,1 | 3,2 | 0,17 | 3,7 | 2,3 |
| 26 A | 0-20 | humeus zand | 12,1 | 2,2 | 1,36 | 2904 | 25,2 | 75 | 35,7 | 31 | 3,4 | 9,4 | 6,4 | 0,12 | 1,2 | 1,4 |
| B | 20-30 | humeus zand | 12,4 | 2,3 | 1,31 | 3587 | 22,7 | 71 | 52,3 | 29 | 6,1 | 10,0 | 6,4 | 0,16 | 1,3 | 2,3 |
| C | 30-40 | humeus zand | 12,4 | 1,6 | 1,35 | 3414 | 20,8 | 71 | 27,8 | 24 | 6,0 | 11,2 | 4,9 | 0,16 | 1,2 | 1,3 |
| D | 40-50 | humeus zand (sterk siltig) | 19,3 | 3,6 | 1,22 | 625 | 5,3 | 134 | 36,9 | 26 | 7,8 | 12,5 | 8,7 | 0,12 | 4,8 | 7,0 |




*Figuur 4.21. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:
De zandige bodem heeft is lokaal vanaf 30-40 cm sterk siltig/kleiig. De ijzerconcentratie is over het algemeen laag (<35 mmol/l FW). De bodem is matig calciumhoudend (20-50 mmol/l FW) en de zwavelconcentratie is laag (<10 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie neemt in het noordelijke en centrale perceel (locatie 22-24) sterk af vanaf 30 cm. Het zuidelijke perceel (locatie 25-26) is tot op grotere diepte sterk verrijkt met fosfaat (minimaal 40 cm).

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

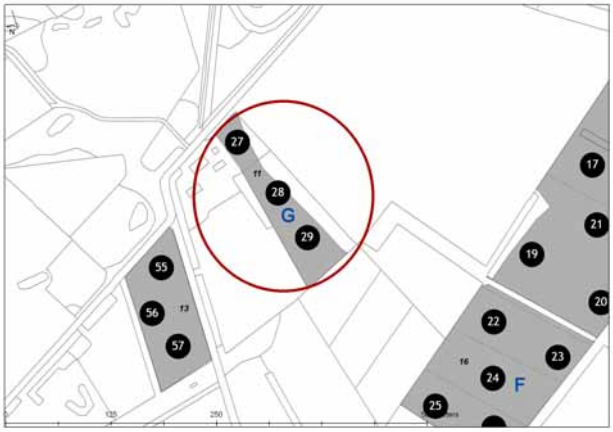
Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 19 tot 26 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 88-131 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 19 tot 26 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 22-33 jaar.

Ontgrondingsdiepte
In het noordelijke en centrale perceel volstaat een ontgronding van 30 cm om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling. In het zuidelijke perceel zit het fosfaatfront dieper. Op locatie 25 zit dit op minimaal 50 cm en op locatie 26 op 40 cm diepte.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om op het noordelijke en centrale perceel de fosfaatrijke toplaag van 30 cm te verwijderen. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een (natte) heide worden ontwikkeld. Het zuidelijke perceel is dermate fosfaatrijk tot op relatief grote diepte dat ontwikkeling naar nutriëntenarmere natuurtypen minder kansrijk is (of een forsere inspanning vereist) in vergelijking met andere delen van het deelgebied. Op locatie 26 is een ontgronding van 40 cm vereist terwijl op locatie 25 de diepte van het fosfaatfront onbekend is aangezien de bodem op 40 cm diepte ongeveer net zo fosfaatrijk is als de toplaag. Het bijstellen van de natuurontwikkelingsdoelen ligt in deze zone voor de hand. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

*DEELGEBIED 11*

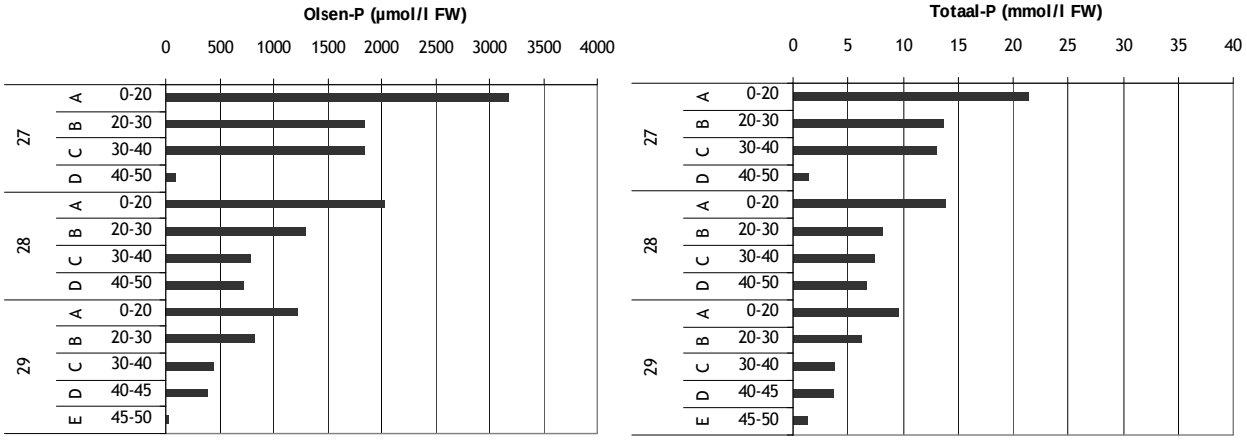





*Figuur 4.22. De ligging van deelgebied 11.*

*Tabel 4.8. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 A | 0-20 | humeus zand | 15,0 | 3,5 | 1,17 | 3173 | 21,4 | 105 | 11,9 | 71 | 3,6 | 7,8 | 6,8 | 0,15 | 3,3 | 0,6 |
| B | 20-30 | humeus zand | 16,7 | 2,9 | 1,37 | 1845 | 13,7 | 102 | 18,9 | 54 | 3,0 | 8,9 | 5,4 | 0,13 | 3,9 | 1,4 |
| C | 30-40 | humeus zand | 15,0 | 2,0 | 1,29 | 1837 | 13,1 | 113 | 10,7 | 70 | 4,6 | 9,2 | 5,4 | 0,14 | 5,3 | 0,8 |
| D | 40-50 | zand | 12,2 | 0,7 | 1,43 | 99 | 1,4 | 121 | 12,8 | 31 | 5,2 | 15,0 | 1,5 | 0,07 | 21,9 | 8,9 |
| 28 A | 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 19,3 | 3,9 | 1,20 | 2021 | 13,8 | 97 | 14,7 | 53 | 3,0 | 7,1 | 8,9 | 0,15 | 3,8 | 1,1 |
| B | 20-30 | humeus zand (sterk siltig) | 19,7 | 2,9 | 1,29 | 1288 | 8,2 | 105 | 11,0 | 73 | 3,8 | 6,1 | 6,0 | 0,16 | 9,0 | 1,3 |
| C | 30-40 | humeus zand (sterk siltig) | 19,5 | 2,6 | 1,37 | 781 | 7,5 | 109 | 12,7 | 70 | 3,5 | 6,4 | 5,4 | 0,10 | 9,4 | 1,7 |
| D | 40-50 | humeus zand (sterk siltig) | 21,9 | 3,4 | 1,36 | 721 | 6,7 | 133 | 14,0 | 39 | 3,2 | 6,7 | 7,3 | 0,11 | 5,8 | 2,1 |
| 29 A | 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 22,9 | 5,1 | 1,12 | 1224 | 9,6 | 86 | 26,4 | 41 | 3,2 | 6,0 | 12,1 | 0,13 | 4,3 | 2,8 |
| B | 20-30 | humeus zand (sterk siltig) | 22,0 | 4,0 | 1,28 | 827 | 6,3 | 129 | 22,9 | 39 | 4,4 | 6,8 | 7,9 | 0,13 | 6,2 | 3,6 |
| C | 30-40 | humeus zand (sterk siltig) | 19,7 | 3,2 | 1,41 | 437 | 3,8 | 191 | 30,0 | 67 | 4,4 | 8,9 | 5,7 | 0,11 | 17,5 | 7,9 |
| D | 40-45 | humeus zand (sterk siltig) | 20,4 | 3,7 | 1,37 | 381 | 3,6 | 183 | 35,1 | 71 | 5,4 | 8,9 | 6,2 | 0,11 | 19,7 | 9,7 |
| E | 45-50 | zand (sterk siltig) | 14,1 | 0,7 | 1,44 | 26 | 1,3 | 163 | 24,1 | 47 | 7,1 | 12,0 | 3,7 | 0,02 | 35,8 | 18,3 |




*Figuur 4.23. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>

De zandige bodem is tot 40-50 cm humeus en is matig-sterk siltig. De ijzerconcentratie varieert van 30-70 mmol/l FW (matig ijzerrijk) en de calciumconcentratie van 11-35 mmol/l FW (matig calcium houdend). De zwavelconcentratie is laag (<12 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie neemt geleidelijk af in de diepte.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerrijk (1190 µmol/l). De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 13 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 50-100 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 13 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 13-25 jaar.

Ontgrondingsdiepte
In het noordelijke gedeelte (locatie 27) is een ontgronding van 40 cm vereist terwijl in de rest van het gebied een ontgronding van 20-30 cm volstaat om de fosfaatconcentraties terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Geadviseerd wordt om in het gehele gebied 20 cm af te graven en door middel van maaien en afvoeren een verdere verschraling te bewerkstelligen. In het noordelijke deel zal, als gevolg van de relatief hoge totaal-P en Olsen-P concentraties op 20 cm diepte, waarschijnlijk in eerste instantie verruiging optreden. Door van noord naar zuid 40, 30 en 20 cm af te graven wordt het gebied meteen fors verschraald. Na het bereiken van de gewenste verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een natte heide of nat schraalland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

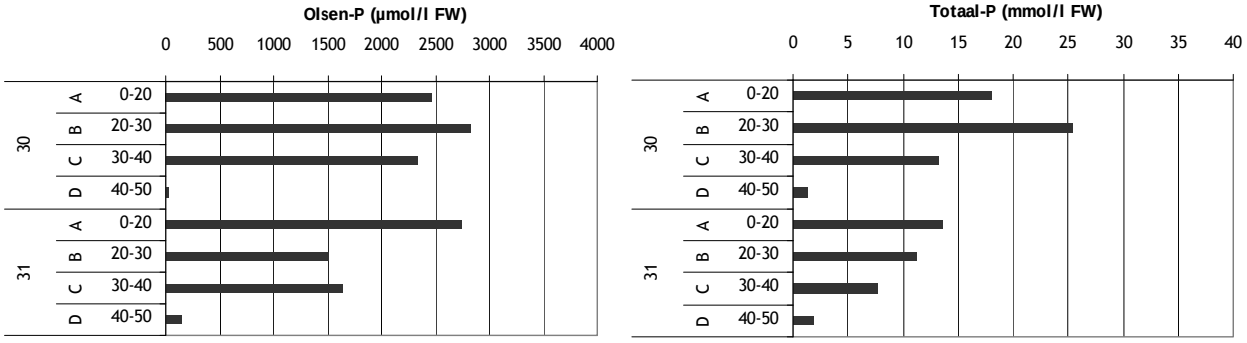
*DEELGEBIED 20a*




*Figuur 4.24. De ligging van deelgebied 20a.*

*Tabel 4.9. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 A | 0-20 | humeus zand | 14,6 | 2,9 | 1,24 | 2465 | 18,0 | 113 | 28,7 | 26 | 3,2 | 8,4 | 4,9 | 0,14 | 1,4 | 1,6 |
| B | 20-30 | humeus zand | 16,9 | 3,2 | 1,31 | 2832 | 25,4 | 118 | 42,8 | 30 | 3,7 | 9,8 | 6,5 | 0,11 | 1,2 | 1,7 |
| C | 30-40 | humeus zand | 17,0 | 2,9 | 1,32 | 2333 | 13,3 | 106 | 31,0 | 20 | 3,4 | 7,9 | 4,1 | 0,18 | 1,5 | 2,3 |
| D | 40-50 | zand | 12,9 | 0,7 | 1,43 | 33 | 1,3 | 93 | 16,7 | 32 | 4,2 | 7,9 | 1,3 | 0,02 | 24,2 | 12,6 |
| 31 A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 14,5 | 2,4 | 1,18 | 2740 | 13,5 | 99 | 10,6 | 46 | 3,5 | 6,8 | 2,9 | 0,20 | 3,4 | 0,8 |
| B | 20-30 | humeus zand (kleiig) | 13,6 | 2,0 | 1,30 | 1510 | 11,3 | 108 | 12,2 | 54 | 4,0 | 7,8 | 2,8 | 0,13 | 4,8 | 1,1 |
| C | 30-40 | humeus zand (kleiig) | 14,2 | 2,1 | 1,25 | 1636 | 7,7 | 108 | 10,0 | 64 | 3,9 | 6,9 | 2,6 | 0,21 | 8,4 | 1,3 |
| D | 40-50 | zand | 12,8 | 0,5 | 1,41 | 140 | 1,8 | 99 | 9,0 | 86 | 2,4 | 8,0 | 0,7 | 0,08 | 48,1 | 5,1 |




*Figuur 4.25. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>

De zandige bodem heeft een bouwvoor van 40 cm, is matig ijzerrijk en matig calcium houdend. De zwavelconcentratie is laag (<7 mmol/l FW). De fosfaatconcentratie neemt sterk af in de diepte vanaf 40 cm.

<u>Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):</u>

Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

<u>Verschralingsduur bij maaien en afvoeren</u>

Bij een actuele totaal-P concentratie van 13 tot 18 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 50-81 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een actuele totaal-P concentratie van 13 tot 18 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 13-20 jaar.

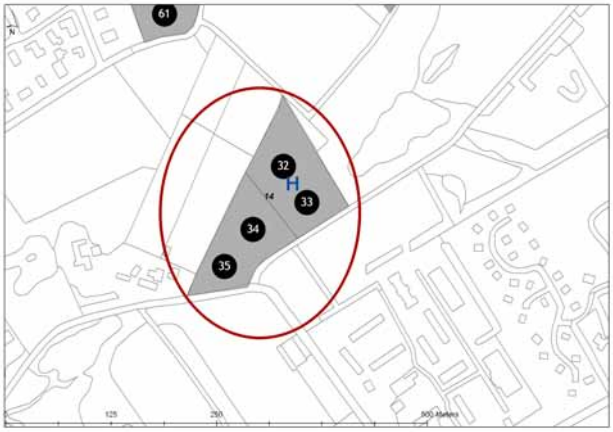
Ontgrondingsdiepte

Een ontgronding van 40 cm is nodig om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om de fosfaatrijke toplaag van 40 cm te verwijderen. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een (natte) heide worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

*DEELGEBIED 14*

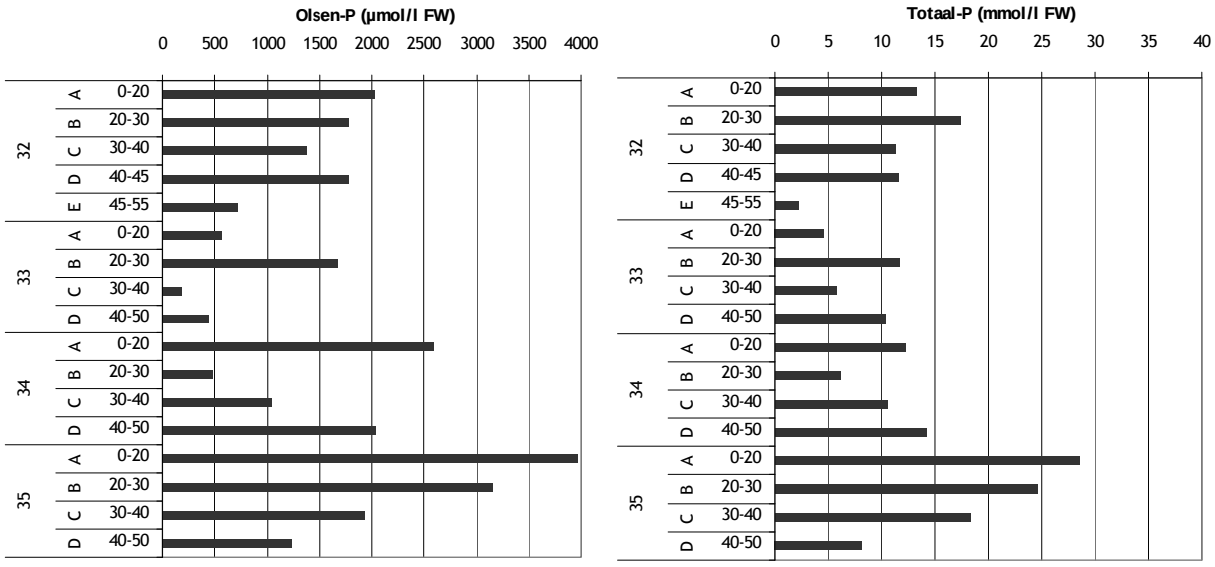





*Figuur 4.26. De ligging van deelgebied 14.*

*Tabel 4.10. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | A | 0-20 | humeus zand (kleiig) | 16,2 | 2,1 | 1,24 | 2028 | 13,3 | 85 | 22,4 | 46 | 2,6 | 7,2 | 5,7 | 0,15 | 3,5 | 1,7 |
| | B | 20-30 | humeus zand (kleiig) | 16,0 | 1,8 | 1,16 | 1784 | 17,4 | 87 | 24,8 | 74 | 3,6 | 7,6 | 7,3 | 0,10 | 4,3 | 1,4 |
| | C | 30-40 | humeus zand (kleiig) | 22,3 | 3,9 | 1,06 | 1381 | 11,4 | 83 | 27,7 | 45 | 3,5 | 8,6 | 13,5 | 0,12 | 4,0 | 2,4 |
| | D | 40-45 | humeus zand (kleiig) | 20,6 | 3,1 | 1,09 | 1785 | 11,6 | 82 | 29,9 | 45 | 3,7 | 8,7 | 16,5 | 0,15 | 3,9 | 2,6 |
| | E | 45-55 | zand | 15,0 | 0,5 | 1,32 | 730 | 2,2 | 57 | 10,5 | 17 | 2,3 | 6,1 | 2,4 | 0,32 | 7,5 | 4,7 |
| 33 | A | 0-20 | humeus zand | 12,1 | 1,3 | 1,24 | 561 | 4,7 | 138 | 17,6 | 55 | 3,9 | 12,8 | 4,3 | 0,12 | 11,8 | 3,8 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 14,9 | 1,5 | 1,24 | 1675 | 11,7 | 117 | 24,7 | 56 | 4,7 | 11,1 | 5,2 | 0,14 | 4,8 | 2,1 |
| | C | 30-40 | humeus zand | 14,4 | 1,3 | 1,39 | 193 | 5,8 | 422 | 25,6 | 551 | 9,3 | 24,2 | 12,9 | 0,03 | 95,3 | 4,4 |
| | D | 40-50 | veen | 54,4 | 13,8 | 0,50 | 448 | 10,4 | 182 | 118,0 | 51 | 3,5 | 20,1 | 88,4 | 0,04 | 4,9 | 11,3 |
| 34 | A | 0-20 | humeus zand | 12,5 | 1,9 | 1,17 | 2596 | 12,2 | 99 | 14,1 | 48 | 3,9 | 9,5 | 4,6 | 0,21 | 3,9 | 1,2 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 11,3 | 0,9 | 1,31 | 485 | 6,1 | 99 | 19,0 | 53 | 5,9 | 11,1 | 2,5 | 0,08 | 8,7 | 3,1 |
| | C | 30-40 | humeus zand | 16,5 | 2,1 | 1,25 | 1053 | 10,5 | 130 | 40,1 | 42 | 5,1 | 10,5 | 8,5 | 0,10 | 4,0 | 3,8 |
| | D | 40-50 | humeus zand | 15,2 | 1,9 | 1,24 | 2045 | 14,2 | 109 | 24,9 | 62 | 5,9 | 10,7 | 6,1 | 0,14 | 4,4 | 1,8 |
| 35 | A | 0-20 | humeus zand | 13,2 | 3,9 | 1,04 | 3975 | 28,6 | 179 | 66,9 | 78 | 4,9 | 11,9 | 6,0 | 0,14 | 2,7 | 2,3 |
| | B | 20-30 | humeus zand | 12,9 | 3,4 | 1,10 | 3159 | 24,7 | 86 | 20,7 | 50 | 3,3 | 8,5 | 5,2 | 0,13 | 2,0 | 0,8 |
| | C | 30-40 | humeus zand | 13,3 | 2,8 | 1,13 | 1927 | 18,3 | 100 | 26,1 | 58 | 3,9 | 9,7 | 5,0 | 0,11 | 3,2 | 1,4 |
| | D | 40-50 | humeus zand | 13,9 | 2,5 | 1,29 | 1235 | 8,2 | 78 | 13,9 | 45 | 3,3 | 6,6 | 2,9 | 0,15 | 5,5 | 1,7 |




*Figuur 4.27. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:
De zandige bodem is tot op relatief grote diepte humeus. Op locatie 33 en 34 is op 40-55 en 50-65 cm diepte een venige laag aangetroffen. De bodem is over het algemeen matig ijzerrijk (> 45-60 mmol/l FW) en matig calciumhoudend (20-30 mmol/l FW). De zwavelconcentratie is, met uizondering van de venige bodem, relatief laag (<15 mmol/l FW). De fosfaatconcentraties varieren relatief sterk in de diepte.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
Bij een actuele totaal-P concentratie van 12 tot 13 mmol/l (het zuidelijke monsterpunt 35 uitgezonderd) FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 44-50 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een actuele totaal-P concentratie van 12 tot 13 mmol/l FW (het zuidelijke monsterpunt 35 uitgezonderd) en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 11-13 jaar.

Ontgrondingsdiepte
Een ontgronding van 30 cm is acceptabel om de fosfaatconcentraties fors terug te dringen voor verdere natuurontwikkeling (in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer). Door 40 cm af te graven vindt een verdere verschraling plaats en vormt een meer ijzerrijke en lokaal kleiige bodem de nieuwe toplaag.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op basis van dit bodemchemisch onderzoek wordt geadviseerd om in het zuidelijke gedeelte van het gebied (locatie 35), in verband met de hoge fosfaatconcentraties tot op relatief grote diepte, de natuurdoelen bij te stellen of 40 cm af te graven in combinatie met aanvullend verschralingsbeheer). In de rest van het gebied is het (verder) uitvoeren van een verschralingsbeheer een optie, eventueel in combinatie met een ontgronding van 20-30 cm. Na deze verschraling kan onder de juiste hydrologische omstandigheden op termijn een bloemrijk grasland worden ontwikkeld. Het ontwikkelen van (natte) heide, die historisch op deze plek verwacht mag worden, is waarschijnlijk niet haalbaar. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

## 4.3. Indicatief onderzochte deelgebieden

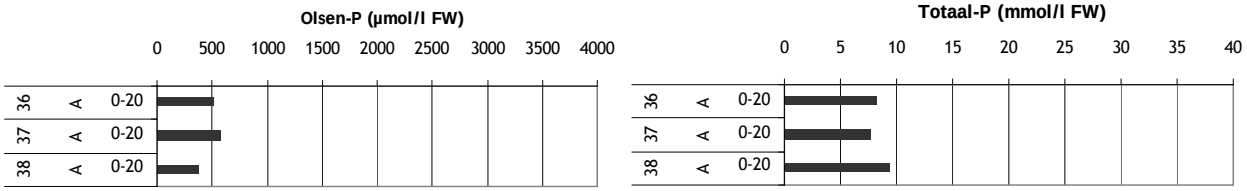
*DEELGEBIED 21*




*Figuur 4.28. De ligging van deelgebied 21.*

*Tabel 4.11. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 28,5 | 11,6 | 0,88 | 505 | 8,2 | 204 | 26,3 | 63 | 4,3 | 19,3 | 11,2 | 0,06 | 7,7 | 3,2 |
| 37 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 25,4 | 4,0 | 1,07 | 576 | 7,7 | 167 | 32,8 | 63 | 8,5 | 15,1 | 18,0 | 0,07 | 8,2 | 4,3 |
| 38 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 25,3 | 8,7 | 0,79 | 385 | 9,4 | 192 | 50,3 | 76 | 4,9 | 18,3 | 18,6 | 0,04 | 8,1 | 5,4 |




*Figuur 4.29. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie

De kleibodem is matig ijzer- en matig calciumrijk. De zwavelbelasting is laag. De totaal-P concentratie van de toplaag bedraagt 8-10 mmol/l FW. Hiervan is ongeveer 6% voor planten beschikbaar: de Olsen-P concentratie is ongeveer 500 µmol/l FW.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

De kleiige bodem met een actuele totaal-P concentratie van 8 tot 10 mmol/l FW en een Olsen-P concentratie van ongeveer 500 µmol/l FW lijkt reeds geschikt voor de beoogde natuurontwikkeling. Indien verdere verschraling gewenst is bedraagt de verschralingsduur, bij een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW en een P-afvoer van 10 kg/ha/jr, 19-31 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

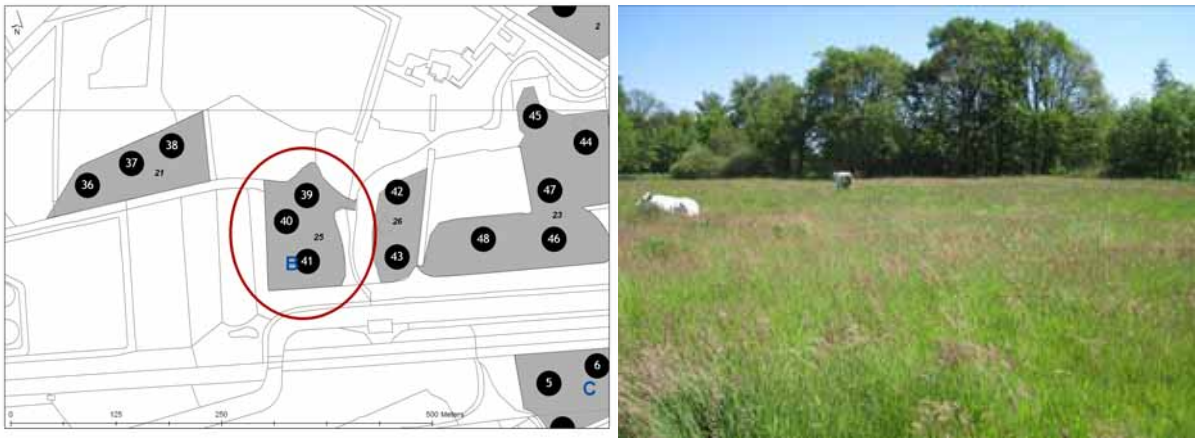
De kleiige bodem met een actuele totaal-P concentratie van 8 tot 10 mmol/l FW en een Olsen-P concentratie van ongeveer 500 µmol/l FW lijkt reeds geschikt voor de beoogde natuurontwikkeling.

Bij een actuele totaal-P concentratie van 8 tot 10 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 5-8 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Voor een klei(ige) bodem voldoen de gemeten fosfaatconcentraties aan de streefwaarden voor de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland. De ontwikkeling van een kleine zeggenmoeras is op basis van de matig ijzerrijke en matig calciumrijke omstandigheden ook aannemelijk. De toplaag is hier momenteel nog wat te voedselrijk voor. Na een eventuele verschraling is, als gevolg van de dichte vegetatiemat, vestiging voor doelsoorten lastig. Na het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

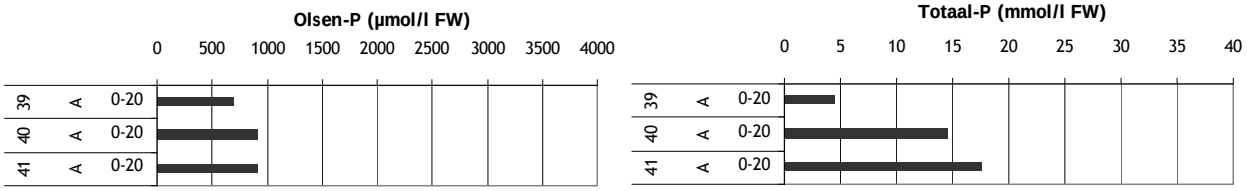
*DEELGEBIED 25*




*Figuur 4.30. De ligging van deelgebied 25.*

*Tabel 4.12. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 14,9 | 1,8 | 1,15 | 690 | 4,5 | 66 | 13,7 | 64 | 3,9 | 8,7 | 4,0 | 0,15 | 14,3 | 3,1 |
| 40 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 33,8 | 16,0 | 0,64 | 910 | 14,6 | 165 | 27,5 | 119 | 3,4 | 12,6 | 12,9 | 0,06 | 8,1 | 1,9 |
| 41 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 26,1 | 8,3 | 0,89 | 912 | 17,6 | 191 | 38,7 | 166 | 4,1 | 16,7 | 17,7 | 0,05 | 9,4 | 2,2 |




*Figuur 4.31. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De kleibodem is ijzer- en matig calciumrijk. Deze hoge ijzerconcentraties zijn waarschijnlijk het gevolg van kwel in het verleden.De zwavelbelasting is laag. De totaal-P concentratie van de toplaag neemt toe in zuidelijke richting van 5 naar 18 mmol/l FW. De ijzerconcentratie neemt echter ook toe richting het zuiden. Waarschijnlijk is veel fosfor aan dit ijzer geboden. De beschikbaarheid voor planten is namelijk beperkt: de Olsen-P concentratie is 700-900 µmol/l FW.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):

Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat-, stikstof- en ortho-fosfaatbelasting is laag. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

De kleiige bodem in het noorden van het deelgebied met een actuele totaal-P concentratie van 4,5 mmol/l FW en een Olsen-P concentratie van ongeveer 700 µmol/l FW lijkt reeds geschikt voor de beoogde natuurontwikkeling. In het centrale en zuidelijke deel van het gebied is een actuele totaal-P concentratie van ongeveer 15 mmol/l FW en een Olsen-P concentratie van ongeveer 900 µmol/l FW gemeten en is verdere verschraling gewenst. De verschralingsduur bedraagt, bij een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW en een P-afvoer van 10 kg/ha/jr, 31 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een totaal-P concentratie van 15 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur in het centrale en zuidelijke deel van het gebied, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr, 8 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Voor een klei(ige) bodem komen de gemeten Olsen-P concentraties redelijk in de buurt van de streefwaarden voor de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland (500-800 µmol/l FW). Een beperkte aanvullende verschraling is gewenst ter hoogte van locatie 40 en 41. Dit is relatief eenvoudig te realiseren door middel van maaien en afvoeren. Als gevolg van de dichte vegetatiemat is vestiging voor doelsoorten mogelijk lastig in het terrein. Na het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

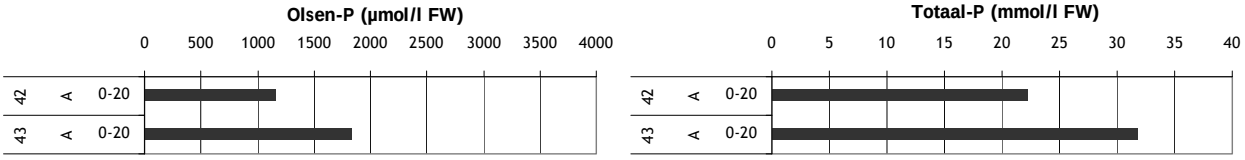
*DEELGEBIED 26*



*Figuur 4.32. De ligging van deelgebied 26.*

*Tabel 4.13. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | A | 0-20 | klei (zandig/humeus) | 29,5 | 8,1 | 0,80 | 1164 | 22,2 | 304 | 11,6 | 800 | 4,9 | 19,5 | 17,5 | 0,05 | 36,0 | 0,5 |
| 43 | A | 0-20 | klei (humeus) | 34,2 | 13,3 | 0,75 | 1834 | 31,7 | 197 | 8,1 | 318 | 4,2 | 11,5 | 24,4 | 0,06 | 10,0 | 0,3 |




*Figuur 4.33. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De kleibodem is erg ijzerrijk en calciumarm. Deze hoge ijzerconcentraties zijn waarschijnlijk het gevolg van kwel in het verleden. De zwavelbelasting is laag. De totaal-P concentratie is, mede vanwege de hoge ijzerconcentraties, relatief hoog. Waarschijnlijk is veel fosfor aan dit ijzer geboden. De beschikbaarheid voor planten is echter te hoog: de Olsen-P concentratie is 1200-1800 µmol/l FW.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een actuele totaal-P concentratie van 22 tot 32 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 15 mmol/l FW (de kleiige bodem is erg ijzerrijk) bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 44-106 jaar. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 20 mmol/l FW (de kleiige bodem is erg ijzerrijk) is dit 13-75 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een actuele totaal-P concentratie van 12 tot 13 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 15 mmol/l FW (de kleiige bodem is erg ijzerrijk) bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 11-27 jaar. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 20 mmol/l FW (de kleiige bodem is erg ijzerrijk) is dit 3-19 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Voor een klei(ige) bodem zijn de gemeten Olsen-P concentraties in de toplaag te hoog voor de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland (500-800 µmol/l FW). Een aanvullende verschraling is gewenst. Dit is op termijn te realiseren door middel van maaien en afvoeren. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Na de beoogde verschraling door middel van maaien en afvoeren en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) of het uitvoeren van een beperkte ontgronding (na aanvullend onderzoek in de diepte) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

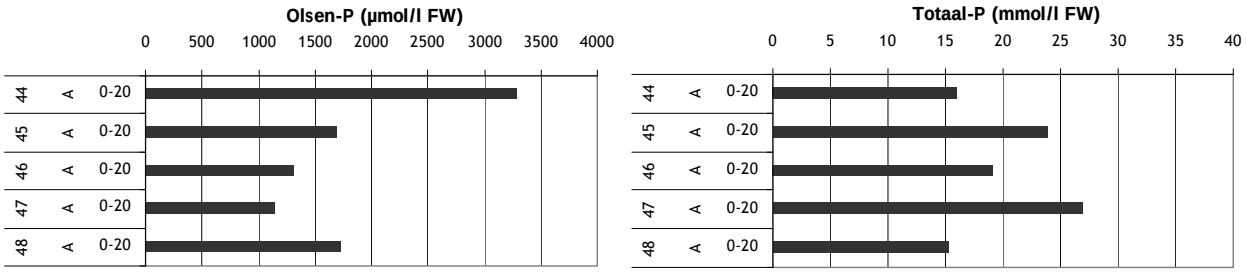
*DEELGEBIED 23*



*Figuur 4.34. De ligging van deelgebied 23.*

*Tabel 4.14. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 44 | A 0-20 | humeus zand | 13,2 | 3,3 | 1,08 | 3289 | 16,0 | 71 | 7,2 | 57 | 2,5 | 5,4 | 5,3 | 0,21 | 3,6 | 0,4 |
| 45 | A 0-20 | klei (zandig/humeus) | 33,9 | 10,1 | 0,72 | 1693 | 23,9 | 166 | 15,7 | 300 | 3,5 | 10,2 | 14,3 | 0,07 | 12,6 | 0,7 |
| 46 | A 0-20 | klei (sterk humeus) | 66,1 | 40,5 | 0,40 | 1307 | 19,1 | 214 | 24,6 | 102 | 7,2 | 11,1 | 37,7 | 0,07 | 5,3 | 1,3 |
| 47 | A 0-20 | klei (humeus) | 55,2 | 24,6 | 0,52 | 1141 | 26,9 | 325 | 23,2 | 194 | 4,9 | 14,0 | 21,9 | 0,04 | 7,2 | 0,9 |
| 48 | A 0-20 | humeus zand (kleiig) | 32,4 | 12,1 | 0,75 | 1732 | 15,3 | 235 | 9,4 | 148 | 3,9 | 12,0 | 13,7 | 0,11 | 9,7 | 0,6 |




*Figuur 4.35. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>

De klei(ige) bodem is ijzerrijk en matig calciumhoudend. Deze hoge ijzerconcentraties zijn waarschijnlijk het gevolg van kwel in het verleden. De zwavelbelasting is beperkt. De totaal-P concentratie is, mede vanwege de hoge ijzerconcentraties, relatief hoog. Waarschijnlijk is veel fosfor aan dit ijzer geboden. Op de zandige locatie in het oosten van het gebied (locatie 44) is de beschikbare P-fractie beduidend groter (21%) in vergelijking met de klei(ige) bodems (4-11%). Dit verklaart de hoge Olsen-P concentratie ter hoogte van locatie 41 (circa 3300 µmol/l FW) Op de klei(ige) bodem is de beschikbaarheid voor planten beperkt te hoog: de Olsen-P concentratie is 1100-1700 µmol/l FW.

<u>Beknopte toelichting freatisch grondwater:</u>

Niet bepaald in dit deelgebied.

<u>Verschralingsduur bij maaien en afvoeren</u>

Vanwege de relatief hoge Olsen-P concentraties in de toplaag is verdere verschraling gewenst. In het oostelijke zandige deel met een actuele totaal-P concentratie van 16 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van

10 kg/ha/jr: 69 jaar. De rest van het deelgebied is kleiig met een actuele totaal-P concentratie van 15-27 mmol/l FW. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 31-106 jaar. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 15 mmol/l FW is dit 0-75 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

In het oostelijke zandige deel met een actuele totaal-P concentratie van 16 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 17 jaar. De rest van het deelgebied is kleiig met een actuele totaal-P concentratie van 15-27 mmol/l FW. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 8-27 jaar. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 15 mmol/l FW is dit 0-19 jaar. Als gevolg van de hoge ijzerconcentraties is het lastig om een inschatting te kunnen maken van de verschralingsduur.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Het oostelijke, zandige deel van het gebied is te rijk aan fosfaat om op redelijke termijn tot schraalland om te kunnen vormen. Voor een klei(ige) bodem zijn de gemeten Olsen-P concentraties in de toplaag te hoog voor de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland (500-800 µmol/l FW). Een aanvullende verschraling is gewenst. Dit is op termijn te realiseren door middel van maaien en afvoeren. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Na de beoogde verschraling door middel van maaien en afvoeren en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) of het uitvoeren van een beperkte ontgronding (na aanvullend onderzoek in de diepte) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

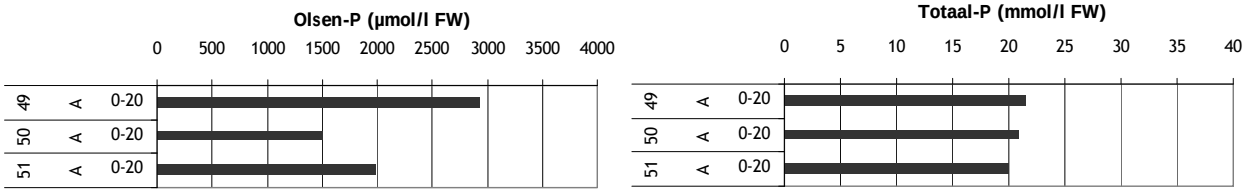
*DEELGEBIED 5*



*Figuur 4.36. De ligging van deelgebied 5.*

*Tabel 4.15. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 49 | A 0-20 | humeus zand | 20,7 | 5,5 | 1,11 | 2934 | 21,6 | 115 | 12,3 | 129 | 4,6 | 8,4 | 8,2 | 0,14 | 6,0 | 0,6 |
| 50 | A 0-20 | humeus zand | 21,9 | 4,9 | 1,01 | 1503 | 20,9 | 83 | 15,2 | 392 | 2,1 | 5,4 | 7,6 | 0,07 | 18,8 | 0,7 |
| 51 | A 0-20 | humeus zand | 19,6 | 6,3 | 0,95 | 1985 | 20,0 | 97 | 19,0 | 428 | 3,5 | 9,5 | 9,5 | 0,10 | 21,4 | 1,0 |




*Figuur 4.37. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

In de (zeer) ijzerrijke, matig calciumhoudende, zandige bodem zijn relatief hoge totaal-P concentraties gemeten in de toplaag. Dit is het gevolg van de hoge ijzerconcentraties in de toplaag: waarschijnlijk is veel fosfor aan dit ijzer geboden. De Olsen-P concentratie is desondanks relatief hoog: 1500-2000 µmol/l FW in het centrale en oostelijke deel van het gebied en bijna 3000 µmol/l FW in het oostelijke deel van het gebied waar de bodem ook ijzerrijk is, maar lager in vergelijking met de twee andere locaties.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):

Het freatische grondwater is gebufferd en ijzerarm. De sulfaat en ortho-fosfaatbelasting is laag. Er zijn echter hoge nitraat- en kaliumconcentraties gemeten. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een actuele totaal-P concentratie van 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 100 jaar. Vanwege de ijzerrijkdom van de bodem is het mogelijk dat een totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW reeds voldoende is om een lage P-beschikbaarheid te garanderen. De verschralingsduur is in dat geval ongeveer 70 jaar.

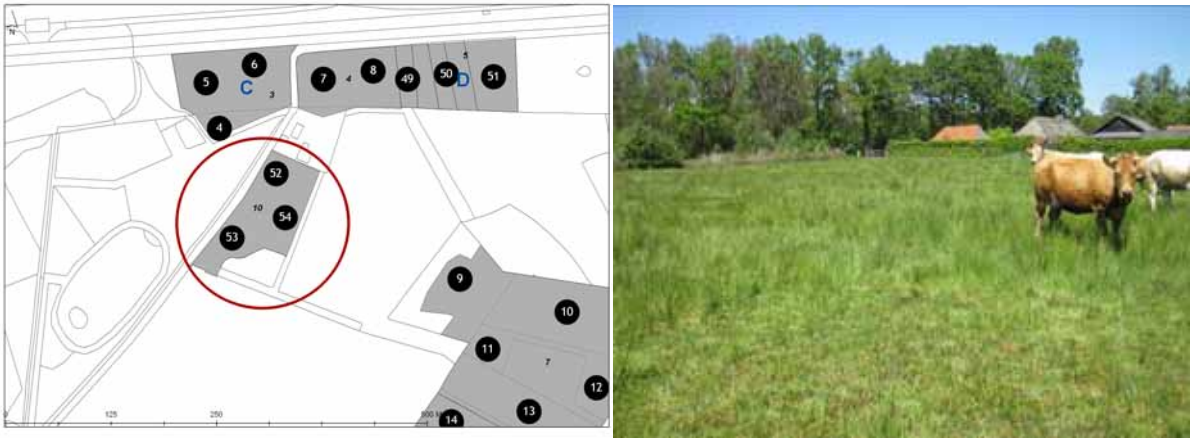
Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een actuele totaal-P concentratie van 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 25 jaar. Bij een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW is de verschralingsduur 17 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Verder verschraling, zonder af te graven, is met name kansrijk in het centrale en oostelijke deel van het gebied. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Na de beoogde verschraling door middel van maaien en afvoeren en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) of het uitvoeren van een beperkte ontgronding (na aanvullend onderzoek in de diepte) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een nat schraalland/dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Momenteel is het gebied nog veel te sterk verdroogd. Het dichten van de afvoersloot langs het spoor zou mogelijk de druk van lokale kwel kunnen verhogen. Afgraven zou kunnen helpen om de benodigde GVG/GLG te bereiken. Het westelijke deel van het gebied is minder kansrijk vanwege de hoge fosfaatbeschikbaarheid. Wellicht dienen hier de natuurontwikkelingsdoelen te worden bijgesteld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

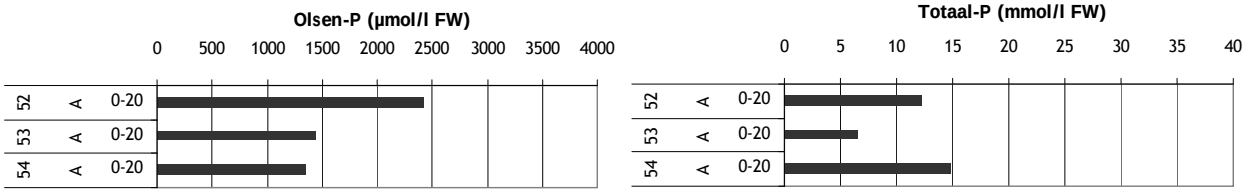
*DEELGEBIED 10*



*Figuur 4.38. De ligging van deelgebied 10.*

*Tabel 4.16. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52 | A 0-20 | humeus zand | 25,8 | 7,1 | 0,93 | 2413 | 12,3 | 65 | 21,8 | 33 | 3,2 | 5,6 | 10,3 | 0,20 | 2,7 | 1,8 |
| 53 | A 0-20 | humeus zand | 40,1 | 11,6 | 0,71 | 1436 | 6,6 | 51 | 14,9 | 24 | 4,1 | 4,9 | 15,5 | 0,22 | 3,7 | 2,3 |
| 54 | A 0-20 | humeus zand | 31,5 | 5,1 | 0,96 | 1347 | 14,8 | 67 | 30,9 | 55 | 4,0 | 6,6 | 34,5 | 0,09 | 3,7 | 2,1 |




*Figuur 4.39. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

In de matig ijzerrijke, matig calciumhoudende, zandige bodem is een relatief lage totaal-P concentratie gemeten in het zuiden van het gebied. In het centrale en noordelijke deel zijn de totaal-P concentraties hoger (12-15 mmol/l FW). De Olsen-P concentratie is ongeveer 1400 µmol/l FW in het centrale en zuidelijke deel van het gebied en bijna 2500 µmol/l FW in het noordelijke deel.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een totaal-P concentratie van 7 tot 15 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 13-63 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een totaal-P concentratie van 7 tot 15 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 3-16 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Verder verschraling, zonder af te graven, is met name kansrijk in het zuidelijke deel van het gebied. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. In het centrale en noordelijke deel zal de verschraling langer duren. Het bijstellen van de natuurontwikkelingsdoelen is een optie. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Na de beoogde verschraling door middel van maaien en afvoeren en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) of het uitvoeren van een beperkte ontgronding (na aanvullend onderzoek in de diepte) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een nat schraalland worden ontwikkeld. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

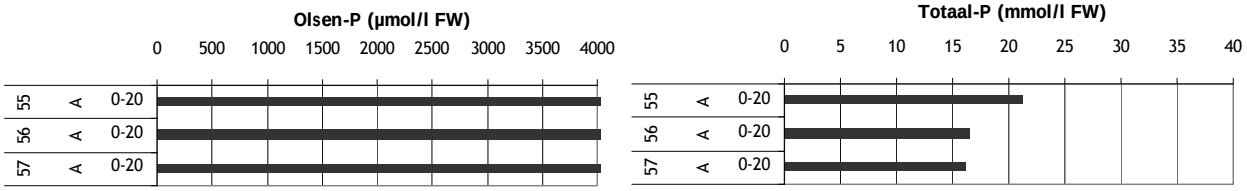
*DEELGEBIED 13*




*Figuur 4.40. De ligging van deelgebied 13.*

*Tabel 4.17. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 55 | A | 0-20 | humeus zand | 14,1 | 4,2 | 1,06 | 4662 | 21,3 | 60 | 9,9 | 173 | 2,8 | 3,8 | 5,3 | 0,22 | 8,1 | 0,5 |
| 56 | A | 0-20 | humeus zand | 16,1 | 5,9 | 1,02 | 5632 | 16,5 | 61 | 8,4 | 27 | 3,6 | 4,3 | 7,3 | 0,34 | 1,7 | 0,5 |
| 57 | A | 0-20 | humeus zand | 11,8 | 4,3 | 1,08 | 4033 | 16,1 | 70 | 15,9 | 47 | 2,3 | 5,2 | 7,4 | 0,25 | 2,9 | 1,0 |




*Figuur 4.41. Dieptegradiënt van de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem. Hierbij is een maximale Olsen-P concentratie van 4000 µmol/l FW weergegeven. De exacte concentraties zijn terug te vinden in de tabel met de bodemchemische parameters.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

In de calciumarme, lokaal ijzerrijke, zandige bodem zijn totaal-P concentraties gemeten van 12-16 mmol/l FW. De voor planten beschikbare fractie is, waarschijnlijk als gevolg van de lage calciumconcentratie, erg hoog: meer dan 22%. De Olsen-P concentraties bedragen maar liefst 4000-5500 µmol/l FW).

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een totaal-P concentratie van 16 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 69-100 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een totaal-P concentratie van 16 tot 21 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 5 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 17-25 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

De huidige fosfaatbeschikbaarheid voor planten is extreem hoog. Door middel van een intensief beheer van maaien en afvoeren kan de totaal-P-concentratie in enkele tientallen jaren worden gereduceerd waardoor ook de voor planten beschikbare hoeveelheid zal afnemen. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Na de beoogde verschraling door middel van maaien en afvoeren en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) of het uitvoeren van een beperkte ontgronding (na aanvullend onderzoek in de diepte) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een (nat) bloemrijk grasland worden ontwikkeld. In vergelijking met andere deelgebieden kan echter worden gesteld dat dit gebied niet de meeste potenties heeft. Het bijstellen van de natuurontwikkelingsdoelen is een optie. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden.

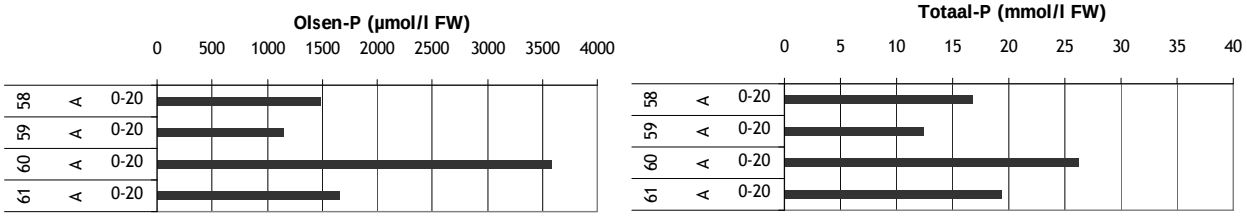
*DEELGEBIED 22*




*Figuur 4.42. De ligging van deelgebied 22.*

*Tabel 4.18. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | A 0-20 | humeus zand (kleiig) | 35,6 | 11,1 | 0,70 | 1494 | 16,8 | 166 | 22,8 | 279 | 3,0 | 8,9 | 12,6 | 0,09 | 16,5 | 1,4 |
| 59 | A 0-20 | humeus zand (kleiig) | 31,0 | 11,4 | 0,80 | 1147 | 12,5 | 99 | 16,4 | 123 | 2,3 | 6,0 | 11,6 | 0,09 | 9,9 | 1,3 |
| 60 | A 0-20 | humeus zand (kleiig) | 31,3 | 9,6 | 1,03 | 3588 | 26,2 | 116 | 34,2 | 50 | 4,2 | 8,1 | 18,0 | 0,14 | 1,9 | 1,3 |
| 61 | A 0-20 | humeus zand (kleiig) | 22,9 | 4,8 | 1,03 | 1658 | 19,4 | 127 | 37,8 | 92 | 3,9 | 8,1 | 14,8 | 0,09 | 4,7 | 1,9 |




*Figuur 4.43. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:

De zandige/kleiige matig calciumhoudende bodem is ijzerrijk en met name in het noorden erg ijzerrijk. Deze hoge ijzerconcentraties zijn waarschijnlijk het gevolg van kwel in het verleden.In de westelijke punt van het onderzoeksgebied (locatie 60) is een lagere ijzerconcentratie gemeten. De totaal-P en Olsen-P concentraties zijn in de betreffende zone hoog. In de rest van het gebied varieert de totaal-P concentratie van 13 tot 19 mmol/l FW en de Olsen-P concentratie van 1100-1700 µmol/l FW.

Beknopte toelichting freatisch grondwater:

Niet bepaald in dit deelgebied.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren

Bij een totaal-P concentratie van 13 tot 26 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr: 19-100 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een totaal-P concentratie van 13 tot 26 mmol/l FW en een beoogde totaal-P concentratie van 10 mmol/l FW bedraagt de verschralingsduur, bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr: 5-25 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Verder verschraling, zonder af te graven lijkt, met uitzondering van de westelijke zone van het gebied (locatie 60) mogelijk: 19-56 jaar bij maaien en afvoeren en 5-14 jaar bij uitmijnen. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. Na de beoogde verschraling en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland of vochtig schraalland worden ontwikkeld. In het centrale en noordelijke deel zal de verschraling langer duren. Het bijstellen van de natuurontwikkelingsdoelen is een optie. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

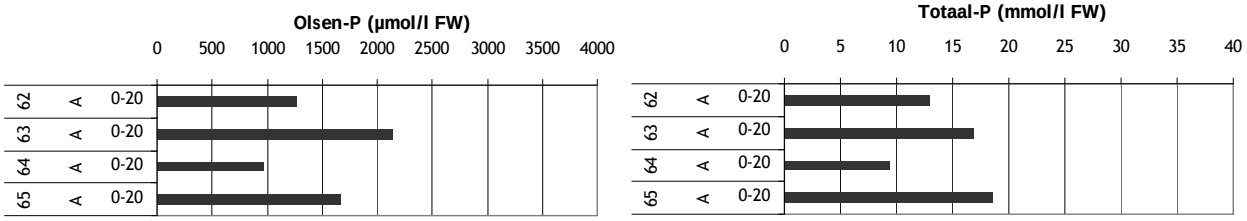
*DEELGEBIED 15*




*Figuur 4.44. De ligging van deelgebied 15.*

*Tabel 4.19. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | A 0-20 | humeus zand (sterk siltig) | 26,0 | 4,3 | 1,34 | 1267 | 13,0 | 157 | 22,3 | 426 | 3,5 | 10,2 | 10,3 | 0,10 | 32,9 | 1,7 |
| 63 | A 0-20 | klei (zandig/humeus) | 35,1 | 5,3 | 1,07 | 2142 | 16,9 | 117 | 37,9 | 131 | 5,4 | 9,5 | 22,8 | 0,13 | 7,7 | 2,2 |
| 64 | A 0-20 | klei (sterk humeus) | 47,8 | 15,4 | 0,59 | 962 | 9,4 | 62 | 25,0 | 55 | 2,9 | 6,1 | 18,6 | 0,10 | 5,9 | 2,7 |
| 65 | A 0-20 | klei (sterk humeus, zandig) | 61,5 | 27,4 | 0,48 | 1674 | 18,5 | 43 | 16,6 | 123 | 2,3 | 4,1 | 15,9 | 0,09 | 6,6 | 0,9 |




*Figuur 4.45. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

<u>Beknopte toelichting bodemchemie:</u>
De humusrijke en lokaal zandige kleibodem is matig calciumhoudend en over het algemeen ijzerrijk, in het oosten zelfs zeer ijzerrijk (426 mmol/l FW). Deze hoge ijzerconcentraties zijn waarschijnlijk het gevolg van kwel in het verleden. De totaal-P concentraties variëren van 13 tot 18 mmol/l FW. De voor planten beschikbare fractie is ongeveer 10%: de Olsen-P concentratie varieert van 950-2150 µmol/l FW.

<u>Beknopte toelichting freatisch grondwater:</u>
Niet bepaald in dit deelgebied.

<u>Verschralingsduur bij maaien en afvoeren</u>
De oostelijke zone van het deelgebied is zandig en sterk siltig. De totaal-P concentratie dient hier waarschijnlijk te worden teruggebracht van 13 naar 5 mmol/l FW. De rest van het deelgebied is kleiig. Ter hoogte van de monsterlocaties 63 en 65 dient de totaal-P concentratie te worden teruggebracht van 18 naar 10 mmol/l FW. Deze P-reductie van 8 mmol/l FW duurt, bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jr, 50 jaar jaar. Ter hoogte van locatie 64 is geen extra verschraling vereist op basis van de totaal-P concentratie. Door middel van maaien en afvoeren zal de Olsen-P concentratie naar alle waarschijnlijkheid op relatief korte termijn minder dan 800 µmol/l FW bedragen.

Verschralingsduur bij uitmijnen

Bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr bedraagt de verschralingsperiode om een P-reductie van 8 mmol/l FW te bewerkstelligen 13 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden

Verder verschraling, zonder af te graven, is in het oostelijk en westelijke deel sneller te realiseren ten opzichte van het centrale deel van het gebied. Wanneer de bodem schraal genoeg is, vormt de dichte vegetatiemat waarschijnlijk een probleem voor de vestiging van doelsoorten. Na de beoogde verschraling en het verwijderen van dichte vegetatiemat (plaggen) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (en bij een geschikte grondwaterkwaliteit) een dotterbloemhooiland worden ontwikkeld. Door middel van aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte kan worden bekeken of door middel van een beperkte ontgronding een (forse) verschraling kan worden gerealiseerd. Dit kan met name van belang zijn voor het rijkere centrale deel van het gebied. Zie hoofdstuk 5 voor belangrijke aanvullende informatie m.b.t. aanvullend beheer, hydrologie en inrichtingsvoorwaarden (o.a. herintroductie).

*DEELGEBIED 27*

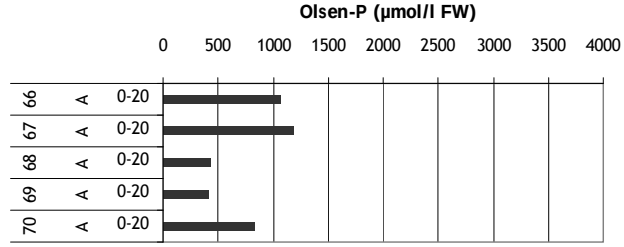


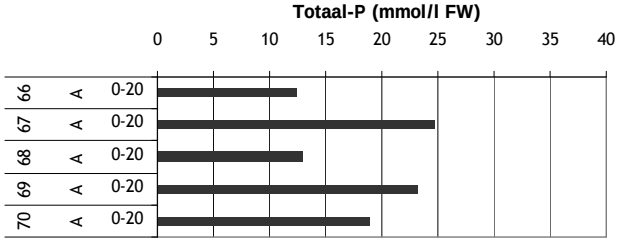

*Figuur 4.46. De ligging van deelgebied 27.*

Deelgebied 27 is momenteel al een nat schraalgrasland met mozaïek van afwisselende, tamelijk monotone zeggenvegetaties. In het deelgebied zijn ook monsters genomen op redelijk ontwikkelde locaties (zie extra monsterlocaties). Het verschil tussen de monsters 66 tot en met 70 en de 'referentiemonsters' is dat de locaties van monsters 66 tot en met 70 vantevoren zo zijn gekozen dat er een goed ruimtelijk beeld ontstaat van het deelgebied, terwijl de extra locaties op vegetatie geselecteerd zijn.
Locaties 66 tot en met 70 waren alle (zeer) nat. Locatie 66 was de droogste van de locaties en had een begroeiing met Pitrus (*Juncus effeusus*), Zompzegge (*Carex curta*), Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), Zwarte zegge (Carex nigra) en haarmos. Locatie 67 was begroeid met Veenpluis (*Eriophorum angustifolium*), Snavelzegge (*Carex rostrata*), Fioriengras (*Agrostis canina*), Zwarte zegge (*Carex nigra*) en Zompzegge (*Carex curta*). Op locatie 68 was Pitrus (*Juncus effusus*) dominant, maar kwam ook veel Snavelzegge (*Carex rostrata*) voor. Verder stonden dreef er Flab op het water en stonden er Hennegras (*Calamagrostis canescens*), Egelboterbloem (*Ranunculus flamula*), Gele lis (*Iris pseudacorus*), Vlotgras (*Glyceria spec.*) en Holpijp (*Equisetum fluviatile*). Op locatie 69 werd een mix van Gele lis (Iris pseudacorus), Wateraardbei (*Potentilla palustris*), Snavelzegge (*Carex rostrata*), Zompzegge (*Carex curta*), Zwarte zegge (*Carex nigra*), Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) en Pitrus (*Juncus effusus*) aangetroffen. De vegetatie op locatie 70 bestond uit een vegetatie van Zwarte zegge met weinig andere soorten ertussen.

*Tabel 4.20. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P gehalte in µmol/l verse bodem. De gehaltes totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| Nr | Diepte | Bodemtype | vocht% | OS% | kg/l | Olsen-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | OP/tP | Fe/P | Ca/P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 66 | A 0-20 | klei (zandig) | 37,0 | 10,9 | 0,71 | 1066 | 12,4 | 213 | 14,5 | 276 | 4,1 | 12,4 | 12,3 | 0,09 | 22,3 | 1,2 |
| 67 | A 0-20 | klei (sterk humeus) | 51,5 | 19,2 | 0,49 | 1191 | 24,8 | 298 | 13,5 | 176 | 5,9 | 16,9 | 20,0 | 0,05 | 7,1 | 0,5 |
| 68 | A 0-20 | klei (zandig/humeus) | 63,0 | 22,2 | 0,46 | 431 | 12,9 | 264 | 21,1 | 178 | 5,3 | 13,7 | 30,3 | 0,03 | 13,8 | 1,6 |
| 69 | A 0-20 | klei (zandig/humeus) | 46,6 | 17,2 | 0,75 | 412 | 23,2 | 314 | 38,1 | 1230 | 4,0 | 14,8 | 14,4 | 0,02 | 53,0 | 1,6 |
| 70 | A 0-20 | klei (sterk humeus, zandig) | 59,1 | 21,8 | 0,52 | 832 | 18,9 | 254 | 34,9 | 193 | 6,4 | 15,4 | 23,3 | 0,04 | 10,2 | 1,8 |



*Figuur 4.47. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

Beknopte toelichting bodemchemie:
De bodems liggen in een kom, waar vroeger door de beek klei is afgezet. Aan de hoge concentraties Fe-totaal is te zien dat het gebied vroeger onder invloed stond van kwel, waarmee ijzer is aangevoerd. Monster 69 heeft extreem hoge totaal-Fe-concentraties (1230 mmol/l FW). De toplaag van deze bodem bestaat voor meer dan 5% van de massa uit ijzer. Concentraties totaal-calcium zijn vrij laag. Waarschijnlijk was het historische kwelwater niet erg kalkrijk.
Beschikbaar-P-concentraties van met name locaties 66 en 67 zijn hoog (> 1000 µmol/l FW). Ook uit het extra ('referentie')monster dat in dit zuidelijke perceel van het deelgebied genomen is, bleek dat dit perceel hoge concentraties beschikbaar P heeft. De concentraties totaal-P zijn eveneens vrij hoog (10-25 mmol/l), wat overigens normaal is voor ijzerrijke kleibodems.

Beknopte toelichting freatisch grondwater (bijlage 2):
Het grondwatermonster dat in het perceel is genomen is zwak gebufferd en bevat tamelijk lage concentraties aan onder andere calcium en chloride. Nutriëntenconcentraties zijn vrij laag (vooral P). Door de aanwezigheid van nitraat is er nagenoeg geen ijzer in oplossing in de toplaag van het freatische water, waardoor ook fosfaat in deze laag nog sterk aan de bodem gebonden blijft. Opgemerkt dient te worden dat dit slechts een eenmalige indicatieve meting betreft.

Verschralingsduur bij maaien en afvoeren
In de noordelijke zone van het deelgebied (locatie 68-70) is geen extra verschraling vereist. De Olsen-P concentratie in de zuidelijke zone is nog te hoog en is waarschijnlijk een reductie van de totaal-P concentratie nodig van ongeveer 3-5 mmol/l FW. Dit komt neer op een verschralingsperiode van 19-31 jaar.

Verschralingsduur bij uitmijnen
Bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jr bedraagt de verschralingsduur in de zuidelijke zone van het deelgebied 5-8 jaar.

Natuurontwikkelingsmogelijkheden
Op het zuidelijke perceel van het deelgebied is verschraling aan te raden om de concentraties beschikbaar P naar beneden te brengen. Vanwege de lage ligging ten opzichte van het grondwater, is afgraven geen optie. Met maaien en afvoeren is het mogelijk om het gebied in enkele decennia verder te verschralen. Uitmijnen is in het deelgebied niet te adviseren, omdat met bemesting ook de aanwezige natuurwaarden zullen verdwijnen. Het noordelijke perceel is schraler. Maaien en afvoeren kan hier echter ook nog voor een verbetering in de voedselrijkdom zorgen. De meeste vegetatie in het gebied wijst op tamelijk zure, stagnante omstandigheden. Het terugbrengen van de kweldruk, die er vroeger gezien de hoge ijzerconcentraties moet zijn geweest, kan voorkomen dat de toplaag verder verzuurt. De vegetatieontwikkeling zou dan meer richting Blauwgrasland kunnen gaan. Experimenten met bekalking hebben in het gebied niet de gewenste vegetatieverbetering opgeleverd (mond. med. oud-medewerker Brabants Landschap).

## 4.4. Extra locaties




*Figuur 4.48a. De ligging van de redelijk ontwikkelde extra monsterlocaties binnen deelgebied 27.*



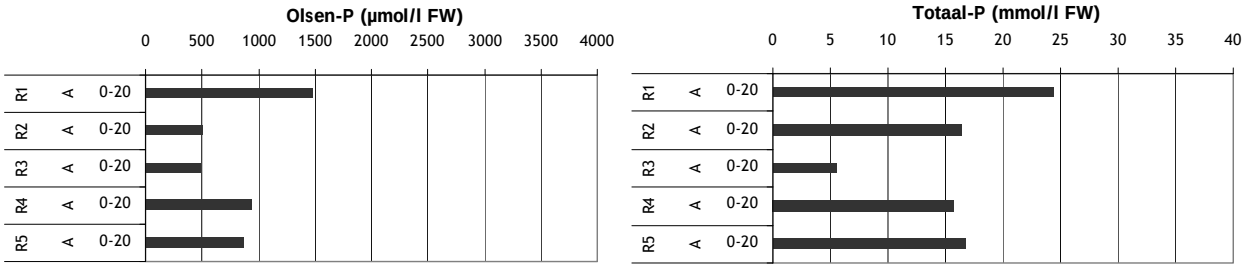
*Figuur 4.48b. Foto's van de redelijk ontwikkelde extra monsterlocaties 1(Snavelzegge) (linksboven), 2 (Zwarte zegge) (midden-boven), 3 (soortenrijk stuk met o.a. Echte koekoeksbloem en Blauwe zegge) (rechtsboven), 4 (Veldrus) (linksonder), 5 (Scherpe zegge) (midden-onder), en Sterzegge (rechtsonder) naast locaties 4 en 5.*

In deelgebied 27 zijn vijf extra monsters genomen in redelijk ontwikkelde vegetaties die als doel kunnen dienen voor Vochtig schraalgrasland. De vegetatie rond al deze locaties, behalve locatie 3, waren tamelijk soortenarm werden door één of enkele soorten gedomineerd. Locatie 1 betrof een natte, monotone vegetatie bestaand uit Snavelzegge (*Carex rostrata*). Locatie 2 betrof eveneens een vegetatie die uit slechts 1 soort bestond. Dit was een natte vegetatie met alleen Zwarte zegge (*Carex nigra*). Locatie 3 was droger. Rond het monsterpunt werden Echte koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*), Riet (*Phragmites australis*), Moerasrolklaver (*Lotus uliginosus*), Brunel (*Prunella vulgaris*), Blauwe zegge (*Carex panicea*), Poelruit (*Thalictrum flavum*), Watermunt (*Mentha aquatica*), Kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*), Gestreepte witbol (*Holcus lanatus*),

Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), Moerasspirea (*Filipendula ulmaria*) en Kale jonker (*Cirsium palustris*) aangetroffen. Locatie 4 werd gedomineerd door Veldrus (*Juncus acutiflorus*) met daartussen wat veenmos (*Sphagnum spec*), Fioriengras (*Agrostis canina*), Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*) en Bastaardwederik (*Epilobium spec.*). Locatie 5 bevond zich naast locatie 4 en werd gedomineerd door Scherpe zegge (*Carex acuta*). Daartussen stonden enkele planten Riet (*Phragmites australis*), Pitrus (*Juncus effusus*) en Bastaardwederik (*Epilobium spec.*). In tabel 4.21 wordt een overzicht gegeven van de de bodemchemie op de betreffende locaties.

*Tabel 4.21. Overzicht van enkele relevante bodemchemische parameters: vocht% = vochtpercentage, OS% = percentage organische stof, kg/l = massa/volume verhouding. Eenheden: Olsen-P-concentratie en $NO_3^-$en $NH_4^+$-concentratie (uit NaCl-extract) in µmol/l verse bodem. De concentraties totaal fosfor (P), aluminium (Al), calcium (Ca), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg) en zwavel (S) in mmol/l verse bodem. De ratio's zijn weergegeven in mol/mol waarbij OP/tP = beschikbare P-fractie voor planten (Olsen-P/tot-P).*

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Code | A | A | A | A | A |
| Diepte | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 | 0-20 |
| Bodemtype | klei (sterk humeus) | klei (sterk humeus) | (venig) zand | klei (sterk humeus) | klei (sterk humeus) |
| Vegetatie | Snavelzegge | Zwarte zegge | soortenrijk (Echte koekoeksbloem) | Veldrus | Scherpe zegge |
| vocht% | 52.9 | 64.7 | 26.9 | 65.4 | 54.6 |
| OS% | 17.5 | 28.0 | 5.9 | 35.5 | 21.0 |
| kg/l | 0.64 | 0.48 | 1.10 | 0.40 | 0.53 |
| pH-NaCl | 4.66 | 4.83 | 6.50 | 4.21 | 4.28 |
| Olsen-P | 1475 | 515 | 482 | 949 | 866 |
| NO3 | 151 | 22 | 107 | 34 | 126 |
| NH4 | 2286 | 106 | 148 | 62 | 47 |
| Al-t | 319 | 208 | 95 | 201 | 390 |
| Ca-t | 20.1 | 36.8 | 144.2 | 12.9 | 22.2 |
| Fe-t | 221 | 142 | 116 | 163 | 178 |
| K-t | 7.7 | 4.7 | 4.1 | 6.5 | 10.9 |
| Mg-t | 21.3 | 13.4 | 14.3 | 12.6 | 25.5 |
| Mn-t | 0.8 | 0.6 | 1.5 | 0.4 | 0.6 |
| P-t | 24.3 | 16.4 | 5.5 | 15.8 | 16.8 |
| S-t | 30.2 | 34.2 | 7.6 | 22.9 | 24.8 |
| Si-t | 10 | 9 | 10 | 7 | 6 |
| Zn-t | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.4 | 0.8 |
| OP/tP | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.06 | 0.05 |
| Fe/P | 9.1 | 8.6 | 21.0 | 10.3 | 10.6 |
| Ca/P | 0.8 | 2.2 | 26.1 | 0.8 | 1.3 |




*Figuur 4.49. Variatie in de Olsen-P en totaal-P concentratie van de bodem.*

De ‘referentiebodems’ liggen in een kom, waar vroeger door de beek klei is afgezet. Locatie 3 ligt iets hoger en heeft een zandige bodem. Aan de hoge concentraties Fe-totaal is te zien dat het gebied vroeger onder invloed stond van kwel, waarmee ijzer is aangevoerd. Concentraties totaal-calcium zijn vrij laag. Waarschijnlijk was het historische kwelwater niet erg kalkrijk. Locatie 3 bevat wel hoge concentraties totaal-calcium, wat mogelijk door de beek met het zand is afgezet. Alle referentielocaties waren sterk humeus/venig, wat duidt op veenvorming onder permanent natte omstandigheden in het verleden.
De referentiemonsters hebben, op locatie 3 na, een vrij lage pH-NaCl (tussen 4 en 5). Concentraties beschikbaar P (Olsen-P) waren in referentie 1 erg hoog, net als in monsters 66 en 67 die op hetzelfde zuidelijke perceel werden genomen. De Snavelzeggevegetatie (referentie 1) had tevens een erg hoge ammoniumconcentratie.
Concentraties totaal-P waren in alle referentiemonsters vrij hoog (>10 mmol/l) (behalve de zandige locatie 3), wat overigens normaal is voor (ijzerrijke) kleibodems. Uit tabel 2.1 is af te lezen dat goed ontwikkelde dotterbloemhooilanden (op kleibodems) voorkomen bij Olsen-P concentraties van 500-800 µmol/l. De totaal-P concentratie varieert, afhankelijk van de ijzerrijkdom, van 8-20 mmol/l FW. Op basis van deze concentraties kan worden gesteld dat de bodemchemie op locatie 2 overeenkomt met de bodemchemie op referentielocaties. Locatie 4 en 5 voldoen ook al redelijk aan het streefbeeld wat betreft bodemchemie al is de P-beschikbaarheid (949 en 866 µmol/l FW) nog wat te hoog. Locatie 1 is met een Olsen-P concentratie van 1475 µmol/l FW en een ammoniumconcentratie van 2286 µmol/l FW nog beduidend rijker aan nutriënten.

Locatie 3, de soortenrijke locatie, week sterk af van de overige referentielocaties. Het had een hoge pH-NaCl (6,5), veel calcium in de bodem en lage concentraties van zowel beschikbaar als totaal-P. De streefconcentratie is 200-300 µmol/l FW en 2,5-5 mmol/l totaal-P. Op basis van de totaal ijzerconcentratie van 116 mmol/l lijkt een beoogde totaal-P concentratie van 4-5 mmol/l FW reëel. Uit de analyses blijkt dat deze locatie bodemchemisch bijna aan de referentiewaarden voldoet: de Olsen-P concentratie is 482 µmol/l FW en de totaal-P concentratie 5,5 mmol/l FW.

Het grondwatermonster dat in het perceel is genomen is zwak gebufferd en bevat tamelijk lage concentraties aan onder andere calcium en chloride. Nutriëntenconcentraties zijn vrij laag (vooral P). Door de aanwezigheid van nitraat is er nagenoeg geen ijzer in oplossing in de toplaag van het freatische water, waardoor ook fosfaat in deze laag nog sterk aan de bodem gebonden blijft.

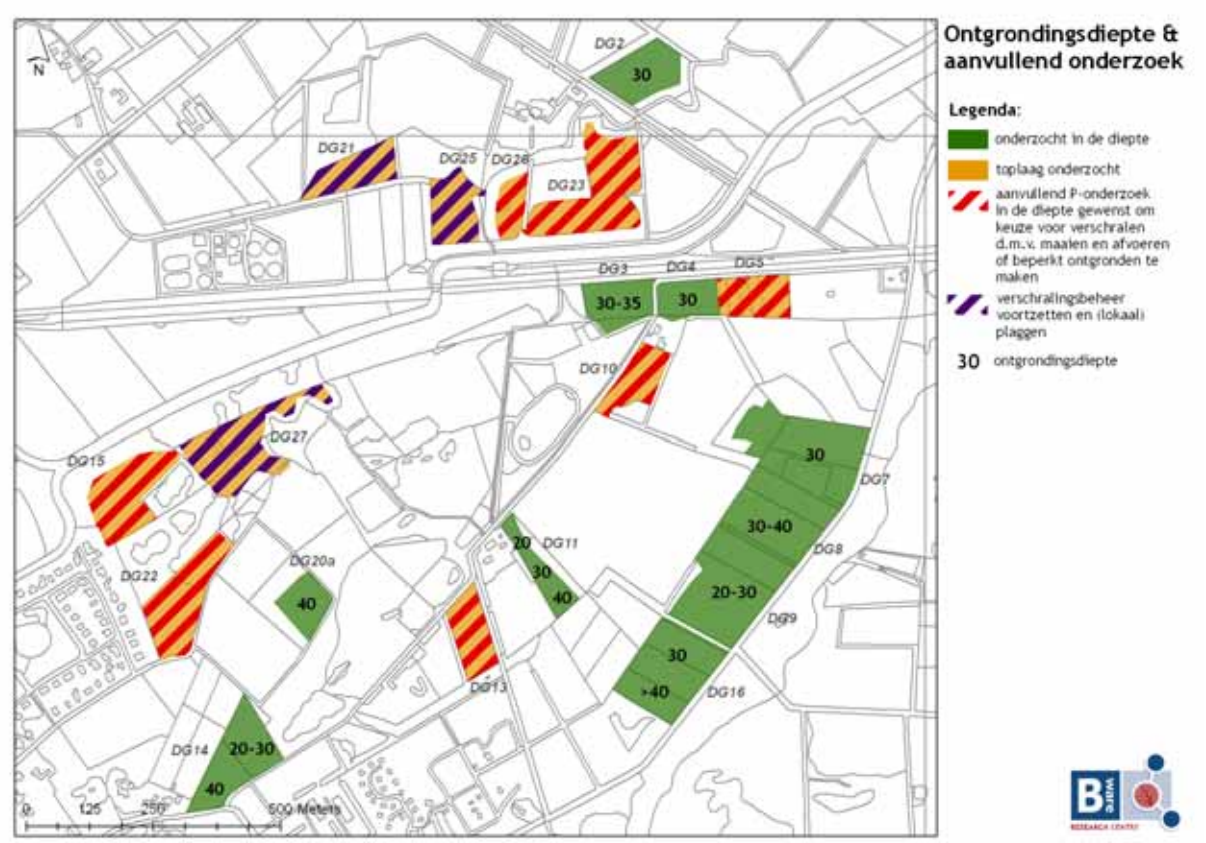
# 5. Synthese en aanvullende inrichtingsadviezen

## 5.1. Algemene conclusies en samenvattende tabel

In het onderzoeksgebied werden op de meeste locaties (sterk) verhoogde concentraties (beschikbaar) P in de bouwvoor aangetroffen. Op een aantal locaties was ook de concentratie onder de bouwvoor sterk verhoogd. Dit bevestigt de noodzaak van bodemchemische analyses: het verwijderen van de bouwvoor alleen is niet in alle gevallen toereikend voor de ontwikkeling van soortenrijke natte natuur.

In het gebied liggen, onder de juiste hydrologische omstandigheden (naast de bodemchemische omstandigheden kunnen ook andere aspecten van (grote) invloed zijn op de ontwikkelingsmogelijkheden). Dit behoort echter niet tot voorliggend onderzoek.), sterke potenties voor het ontwikkelen van een half-natuurlijke beekdalgradiënt van droge heide naar natte heide, kleine zeggenmoeras naar blauwgrasland/veldrusschraalland en dotterbloemhooiland (de natuurbeheertypen nat schraalland en vochtig hooiland, zie tabel 5.1). Het is echter de vraag of de hydrologie in het onderzoeksgebied dermate geoptimaliseerd kan worden (zowel qua grondwaterinvloed als –kwaliteit) dat optimaal ontwikkeld vegetaties tot ontwikkeling kunnen komen. Indien dit niet mogelijk is ligt de ontwikkeling van romgemeenschappen van deze typen voor de hand. De hoge ijzerconcentraties in de beekeerdgronden langs de Essche stroom geven aan dat er vroeger sprake is geweest van een flinke kweldruk met ijzerrijke kwel. Voor het herstellen van deze gradiënt moet echter zowel de nutriëntenrijkdom als de hyrdologie op orde worden gebracht. Om dit op een afzienbare termijn te kunnen realiseren, zal van veel percelen de toplaag (variërend van 0-20 tot 0-40 cm) moeten worden verwijderd (figuur 5.1). Deze ontgronding/maaiveldverlaging draagt bij aan het verhogen van de lokale grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld.

Voor sommige percelen zal verschraling via maaien en afvoeren en/of uitmijnen volstaan (tabel 5.1). Op locaties waar de toplaag (reeds nu of in de toekomst na verschraling) kansen biedt om (matig) voedselarme natuur te ontwikkelen wordt geadviseerd de bodem te plaggen na het bereiken van de gewenste verschraling om vestigingsplaatsen voor doelsoorten te creëren. De hydrologie van het gebied is momenteel sterk veranderd. Alleen in het centrum van het gebied is het zo nat dat natte schraallanden, natte heide en gagelstruwelen gerealiseerd kunnen worden. De zone rondom deze kern lijkt echter ook kansrijk. In deze zone heeft met name indicatief onderzoek van de toplaag plaatsgevonden. Op basis van de beperkte grondwaterinvloed in maaiveld (GVG 20-40 tot 40-100 cm-mv) zijn lokaal wellicht kansen aanwezig om door middel van een beperkte ontgronding de P-rijkdom (fors) te reduceren. Dit kan met name interessant zijn op de locaties waar verschralingsbeheer door middel van maaien en afvoeren minder perspectieven biedt (tabel 5.1). Aanvullende metingen in de diepte zijn hier aan te bevelen, al heeft Waterschap Aa en Maas op voorhand uitgesloten omdat de gebieden waarvoor aanvullend onderzoek wordt geadviseerd na ontgronding te nat worden of te droog blijven waardoor het geen GGOR-maatregel is.




*Figuur 5.1. Globaal overzicht van de geadviseerde ontgrondingsdieptes. Daarnaast zijn deelgebieden gearceerd waar: 1) ingezet kan worden op het voortzetten van het verschralen door middel van maaien en afvoeren in combinatie met (lokaal) plaggen, 2) een aanvullend fosfaatonderzoek in de diepte gewenst is om een keuze te kunnen maken voor het beheer: voortzetten van het maaien en afvoeren of beperkt ontgronden (i.v.m. de grondwaterstanden). Voor een specificatie wordt verwezen naar tabel 5.1, paragraaf 4.2 en paragraaf 4.3.*

Het belangrijkste hydrologische knelpunt ligt in het gebied rondom de Essche Stroom, waar potentieel Blauwgraslanden of Dotterbloemhooilanden gerealiseerd zouden kunnen worden. Hier zijn de GVG en GLG momenteel te laag en is tevens de kweldruk weggevallen, waardoor er geen ijzerrijk grondwater meer wordt aangevoerd, geen doorstroming meer optreedt en het opzetten van peilen mogelijk leidt tot verzuring van de toplaag.

In tabel 5.1. zijn de belangrijkste kenmerken, herstelmogelijkheden en inrichtingsadviezen beknopt weergegeven als een samenvatting van het uitgevoerde onderzoek.

*Tabel 5.1. Samenvatting van de onderzoeksresultaten en inrichtingsmogelijkheden.*

| Deel-gebied | Ambitie natuurbeheertype[6] | Primair bodemtype[1] | IJzer gemiddeld[2] | Calcium gemiddeld[2] | Olsen-P toplaag[3] | Totaal-P toplaag[2] | Verschalingsduur bij maaien & afvoeren (in jaren) | Verschalingsduur bij uitmijnen (in jaren) | Ontgrondingsdiepte | Advies[4] | Potentieel natuur-doeltype op basis van bodemanalyses | Kansrijk[4] | Mogelijke knelpunten | Overig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Vochtig hooiland | zand | 349 | 23 | 1230-2600 | 17-24 | 75-119 | 19-30 | 30-40 cm | 30 cm afgraven | Vochtig schraalland of dotterbloemhooiland | + | Is er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld en de wortelzone van oktober tot april? Na ontgronding lokale verruiging mogelijk vanwege P-rijkdom | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren, lokaal aanvullende verschraling nodig |
| 3 | Vochtig hooiland | zand | 69 | 16 | 2610-4580 | 9-24 | 31-125 | 8-31 | 30-35 cm | 30-35 cm afgraven | Nat schraalland of dotterbloemhooiland | + | Is er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld en de wortelzone van oktober tot april i.v.m. de ontwateringssloot langs het spoor en de dimensionering van de Essche Stroom? Na ontgronding lokale verruiging mogelijk vanwege relatief hoge P-beschikbaarheid voor planten (lage totaal-P concentratie maakt verschralingsbeheer relatief snel kansrijk) | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren, lokaal aanvullende verschraling nodig |
| 4 | Vochtig hooiland | zand | 134 | 20 | 4660-5850 | 15-23 | 63-125 | 16-31 | 30 cm (noordelijke en centrale zone) 40 tot >50 cm in zuidelijke zone | 30 cm afgraven | Nat schraalland of dotterbloemhooiland | ++ | Is er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld en de wortelzone van oktober tot april i.v.m. de ontwateringssloot langs het spoor en de dimensionering van de Essche Stroom? | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 5 | Vochtig hooiland | zand | 320 | 16 | 1500-2930 | 20-22 | 70 | 17 | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Nat schraalland of dotterbloemhooiland | +/- | Is er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld en de wortelzone van oktober tot april i.v.m. de ontwateringssloot langs het spoor en de dimensionering van de Essche Stroom? Risico op Pitrus-ontwikkeling bij natte, voedselrijke omstandigheden / Aanvullend P-onderzoek in diepte voor ontwikkeling nat schraalland | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 7 | Vochtig hooiland | zand | 24 | 18 | 370-5930 | 3-48 | 25-56 | 6-14 | 30 cm | 30 cm afgraven | (Natte) heide of bloemrijk grasland | ++ | Relatief lage grondwaterstanden | In het westelijke deel (9) eventueel verder verschralen d.m.v. maaien en afvoeren gevolg door plaggen (0-5 cm). In het oosten (12) is het afgraven van 20 cm acceptabel, echter 30 cm is optimaal. Herintroductie doelsoorten |
| 8 | Vochtig hooiland | zand | 19 | 16 | 3340-6140 | 9-21 | 25-100 | 6-25 | 30-40 cm | 30-40 cm afgraven | (Natte) heide of bloemrijk grasland | + | Relatief lage grondwaterstanden. Na ontgronding lokale verruiging mogelijk vanwege relatief hoge P-beschikbaarheid voor planten (lage totaal-P concentratie maakt verschralingsbeheer relatief snel kansrijk) | Herintroductie doelsoorten |
| 9 | Vochtig hooiland | zand | 24 | 22 | 2360-7070 | 11-36 | 69-88 | 17-22 | 20-35 cm (30 cm op locatie 17, 18 en 20, 20-30 cm op locatie 19 en 25-35 cm op locatie 21) | in de noordelijke (17 en 18) en rijkere oostelijke (20) zone 30 cm afgraven. In het zuidwestelijke deel (19) minimaal 20 cm afgraven en in het centrale deel (21) minimaal 25 cm. | (Natte) heide. In het oosten: bloemrijk grasland | ++ | Relatief lage grondwaterstanden. Na ontgronding met name in het oosten lokale verruiging mogelijk vanwege de relatief hoge fosfaatconcentraties | Herintroductie doelsoorten, lokaal aanvullende verschraling nodig |

| Deel-gebied | Ambitie natuurbeheertype[6] | Primair bodemtype[1] | IJzer gemiddeld[2] | Calcium gemiddeld[2] | Olsen-P toplaag[3] | Totaal-P toplaag[2] | Verschalingsduur bij maaien & afvoeren (in jaren) | Verschalingsduur bij uitmijnen (in jaren) | Ontgrondingsdiepte | Advies[4] | Potentieel natuur-doeltype op basis van bodemanalyses | Kansrijk[4] | Mogelijke knelpunten | Overig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Vochtig hooiland | zand | 37 | 23 | 4030-5630 | 16-21 | 13-63 | 3-16 | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Nat Schraalland | + | Risico op Pitrus-ontwikkeling bij natte, voedselrijke omstandigheden / | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 11 | Vochtig hooiland | zand (sterk siltig) | 56 | 19 | 1220-3170 | 10-21 | 50-100 | 13-25 | 20-40 cm (van noord naar zuid) | 20 cm afgraven in het gehele gebied en het centrale en zuidelijke deel d.m.v. maaien en afvoeren verder verschralen of 20 (noorden), 30 (centraal) en 40 (zuiden) cm afgraven | Natte heide of nat schraalland | ++ | Is er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld en de wortelzone van oktober tot april? Na het gebiedsdekkend afgraven van 20 cm lokale verruiging mogelijk vanwege P-rijkdom | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren, lokaal aanvullende verschraling nodig (bij een ontgronding van maximaal 20 cm in het hele gebied) |
| 13 | Vochtig hooiland | zand | 83 | 11 | 4030-5630 | 16-21 | 69-100 | 17-25 | niet van toepassing | ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken of verschralingsbeheer voortzetten en plaggen | Bloemrijk grasland | +/- | Hoge fosfaatbeschibaarheid in de toplaag. Risico op Pitrus-ontwikkeling bij vernatting / Aanvullend P-onderzoek in diepte voor ontwikkeling richting voedselarm natuurdoeltype | Aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren. Herintroductie doelsoorten. Verzuring en vernatting voorkomen. |
| 14 | Vochtig hooiland | zand | 52[5] | 31 | 560-3980 | 12-13[5] | 44-50 | 11-13 | 30-45 cm | Verschralingsbeheer voortzetten, evt. in combinatie met 20-30 cm afgraven. Zuiden (35): 40 cm afgraven of natuurdoelen bijstellen. | Bloemrijk grasland. (Natte) heide lijkt niet haalbaar | +/- | Relatief lage grondwaterstanden. Verruiging door relatief hoge fosfaatconcentraties. In het zuiden mogelijk natuurdoelen bijstellen als gevolg van de voedselrijkdom tot op relatief grote diepte | herintroductie doelsoorten, forse aanvullende verschraling nodig (zelf bij een beperkte ontgronding) |
| 15 | Vochtig hooiland | klei / klei (zandig) | 204 | 28 | 960-2140 | 9-17 | 0-50 | 0-13 | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Dotterbloemhooiland | + | Kan er voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld worden gerealiseerd? Aanvullend P-onderzoek in diepte. | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren |
| 16 | Vochtig hooiland | zand | 30 | 36 | 2900-3720 | 19-26 | 88-131 | 22-33 | 30 cm (noordelijke en centrale zone) 40 tot >50 cm in zuidelijke zone | 30 cm afgraven in het noordelijke en centrale deel. Zuidelijke deel niets doen. | (Natte) heide, exclusief het zuiden | +/- | Relatief lage grondwaterstanden. In het zuiden dienen de natuurdoelen te worden bijgesteld als gevolg van de voedselrijkdom tot op relatief grote diepte | Herintroductie doelsoorten |
| 20a | Vochtig hooiland | zand / zand(kleiig) | 45 | 20 | 2460-2740 | 14-18 | 50-81 | 13-20 | 40 cm | 40 cm afgraven | (Natte) heide | + | Relatief lage grondwaterstanden | Herintroductie doelsoorten |
| 21 | Vochtig hooiland | klei (zandig) | 67 | 37 | 390-510 | 8-10 | 0-30 | 0-8 | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen | Dotterbloemhooiland of kleine zeggenmoeras | ++ | P-concentraties zijn geschikt voor de ontwikkeling van een Dotterbloemhooiland. De ontwikkeling van een kleine zeggenmoeras is op basis van de matig ijzerrijke en matig calciumrijke omstandigheden ook aannemelijk. Hiervoor is aanvullende verschraling nodig. Dichte vegetatiemat beperkt vestigingsplaatsen voor doelsoorten | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |

| Deel-gebied | Ambitie natuurbeheertype[6] | Primair bodemtype[1] | IJzer gemiddeld[2] | Calcium gemiddeld[2] | Olsen-P toplaag[3] | Totaal-P toplaag[2] | Verschalingsduur bij maaien & afvoeren (in jaren) | Verschalingsduur bij uitmijnen (in jaren) | Ontgrondingsdiepte | Advies[4] | Potentieel natuur-doeltype op basis van bodemanalyses | Kansrijk[4] | Mogelijke knelpunten | Overig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | Vochtig hooiland | zand (kleiig) | 136 | 28 | 1150-3590 | 13-26 | 13-63 (rijke westelijke zone: 100 jaar) | 3-16 (rijke westelijke zone: 25 jaar) | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Vochtig schraalland/ dotterbloemhooiland bij verdere verschraling | + | Relatief lage grondwaterstanden. Aanvullend P-onderzoek in diepte. | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren |
| 23 | Vochtig hooiland | klei (zandig) | 160 | 16 | 1140-3290 | 15-27 | zandige zone (oosten): 69 jaar, kleiige zone: 0-75 jaar | zandige zone (oosten): 17 jaar, kleiige zone: 0-19 jaar | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Dotterbloemhooiland | +/- | Risico op Pitrus-ontwikkeling bij natte, voedselrijke omstandigheden / Aanvullend P-onderzoek in diepte voor ontwikkeling nat schraalland | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 25 | Vochtig hooiland | klei (zandig) | 116 | 27 | 690-710 | 5-18 | niet van toepassing op basis van lage P-beschikbaarheid in toplaag | niet van toepassing op basis van lage P-beschikbaarheid in toplaag | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen | Dotterbloemhooiland | ++ | P-concentraties zijn geschikt voor de ontwikkeling van een Dotterbloemhooiland. Dichte vegetatiemat beperkt vestigingsplaatsen voor doelsoorten | herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 26 | Vochtig hooiland | klei (zandig) | 560 | 10 | 1160-1830 | 22-32 | 13-75 | 3-19 | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en plaggen of ontgrondingsmogelijkheden onderzoeken | Dotterbloemhooiland | + | Aanvullende verschraling is noodzakelijk. Risico op pitrusontwikkeling bij vernatting van fosfaatrijke topaag. Door een aanvullend P-onderzoek in diepte uit te voeren wordt duidelijk of door middel van een beperkte ontgronding een forse verschraling kan worden gerealiseerd. | aanvullend fosfaatonderzoek uitvoeren, herintroductie doelsoorten, hydrologie optimaliseren en een natuurlijk peilbeheer voeren |
| 27 | Nat schraalland | klei (zandig) | 190[5] | 23 | 410-1670 | 13-25 | 0-31 | niet gewenst i.v.m. aanwezige natuurwaarden | niet van toepassing | Verschralingsbeheer voortzetten en lokaal plagstroken aanleggen | Nat schraalland | ++ | Lokaal nog te rijk, mogelijk gebrek aan vestigingsplaatsen voor doelsoorten | Lokaal plaggen van rijkere stukken en hierop maaisel van doelvegetaties aanbrengen |

Onderzocht in de diepte (0-50 cm-mv)

Alleen de toplaag onderzocht (0-20 cm-mv)

[1] globale indicatie van het bodemtype tot 40 cm-mv

[2] in mmol/l verse bodem (Fe en Ca: gemiddelde van alle locaties en dieptes

[3] in umol/l verse bodem

[4] overweging op basis van het bodemtype, de bodemchemische analyses en hoogteligging in combinatie met een expert judgement

[5] exclusief 1 uitschieter

[6] Haskoning, 2007 en Haskoning, 2010

## 5.2. Aanvullende inrichtingsvoorwaarden

Bij de ontwikkeling van natte schraallanden moet waterafvoer na ontgronding en eventuele vernatting mogelijk zijn. Het is belangrijk dat doorstroming plaatsvindt en geen permanent natte situaties ontstaan. Dit kan namelijk leiden tot interne eutrofiering als gevolg van P-mobilisatie (ijzergebonden P komt vrij). Wanneer sprake is van sulfaatrijk (> 600-800 µmol/l $SO_4^{2-}$) grondwater wordt dit proces versneld. Afwatering (bijvoorbeeld richting een beek) kan worden gereguleerd middels ondiepe greppels met eventueel een regelbaar stuwtje (met planken) bij de uitstroom. In het Hierdense Beekdal bij Staverden bleek de aanleg van greppels een zeer geschikte maatregel om verruiging als gevolg van interne eutrofiëringprocessen te voorkomen waardoor de doelvegetaties tot ontwikkeling kunnen komen.

Het hanteren van een natuurlijk peilbeheer met droogval van de toplaag in de zomermaanden is essentieel. Bij droogval worden ijzerhydroxides gevormd die (net als gereduceerd ijzer) fosfaat kunnen binden. Tevens wordt ammonium en het toxische sulfide geoxideerd. Droogval van de toplaag in de zomermaanden is tevens belangrijk zodat de wortelzone van de planten wordt belucht. Het natuurlijke peilbeheer is schematisch weergegeven in paragraaf 2.3.

Inundatie met eventueel nitraat-, sulfaat en fosfaatrijk lokaal oppervlaktewater dient te worden voorkomen (zeker in de zomermaanden) aangezien de voedselarme gronden (na afgraving of verschraling) dan weer snel zullen eutrofiëren met verruiging als gevolg.

Wanneer de fosfaatverrijkte lagen niet worden verwijderd dient vernatting en verzuring te worden voorkomen. Het open houden van de bestaande greppels en het uitvoeren van een jaarlijkse onderhoudsbekalking helpen hierbij.

De kosten verbonden aan het ontgronden kunnen behoorlijk zijn maar leiden wel tot forse besparingen op het maaien en afvoeren op de (middel)lange termijn. Verder kunnen deze kosten fors worden gedrukt wanneer er een afzet voor de vrijkomende grond kan worden gevonden. Soms zal het echter, om frustraties te voorkomen, nodig zijn om voor een ander natuurdoeltype te kiezen op plekken die tot op relatief grote diepte voedselrijk zijn.

Het aanplanten van bos op plekken die tot op relatief grote diepte voedselrijk zijn is eveneens een optie. Dit kan bijvoorbeeld plaatsvinden ter compensatie van het kappen van bos in een nabij gelegen terrein ten behoeve van schraallandontwikkeling. Vanwege de hoge voedsrijkdom van de bodem zal de ondergroei van het aangeplante bos vrij ruig en soortenarm zijn. Echter de te kappen, vaak soortenarme, (dennen)bossen bieden goede kansen om relatief eenvoudig omgevormd te worden tot voedselarme natuur omdat deze in het verleden nooit bemest zijn geweest.

Na ontgronding wordt het introduceren van doelsoorten geadviseerd. Zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over (zie paragraaf 2.2). Zonder het uitstrooien van maaisel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska et al., 2007, Van Mullekom et al., 2009). Een relatief kale soortenarme of met niet-doelsoorten dichtgegroeide voedselarme vlakte is dan het resultaat.

Om lokale verruiging en bosopslag te voorkomen kan (jaarlijks) worden gekozen om aan het einde van de zomer te maaien en het maaisel af te voeren. De lokale ontwikkeling van ruigtes is op zich

niet nadelig en kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen (Moerassprinkhaan; *Stethophyma grossum*), vogels en kleine zoogdieren kunnen hier van profiteren.

# 6. Literatuur


Antheunisse & Berg (2009). Herstel NNP Nemerlaer. Memo Waterschap De Dommel.

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.

Bekker, R.M., L.J.L. van den Berg, R.J. Strykstra & R. Verhagen (2005). Maaisel opbrengen: het recept voor snel herstel van heidevegetaties? De Levende Natuur 1006: 214-218.

Bobbink, R., Ashmore, M., Braun, S., Fluckiger, W., Van den Wyngaert, I.J.J. (2003). Emperical Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. ICP-mapping.

De Becker, P. (2004). Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005). OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.

Haskoning (2010). Notitie. NNP Nemerlaer – gevolgen wijziging EHS natuurdoeltypen naar natuurbeheertypen. Hanita Zweers, 22 juni 2010.

Haskoning (2007). Ecohydrologische quickscan natte Natuurparel Nemelaer. In opdracht van Waterschaap De Dommel.

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 techmiques. Biol. Conserv. 140: 318-328.

Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs (2005). Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *$H_2O$* 38(17): 28-30.

Lamers, L.P.M., Falla, S.J., Samborska, E.M., Van Dulken, I.A.R., Van Hengstum, G. & J.G.M. Roelofs (2002). Factors controlling the extent of eutrophication and toxicity in sulfate-polluted freshwater wetlands. *Limnology & Oceanography* 47: 585-593.

Loeb, R., L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2008a). Prediction of phosphorus mobilisation in inundated floodplain soils .*Environmental Pollution* 156: 325-331.

Loeb, R., L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2008b). Effects of winter versus summer flooding and subsequent desiccation on soil chemistry in a riverine hay meadow. *Geoderma* 145: 84-90.

Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, A.L. Van der Salm & J.G.M. Roelofs (2004b). High groundwater nitrate concentrations inhibit eutrophication of sulphate-rich freshwater wetlands. *Biogeochemistry* 67: 249-267.

Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, G. Boedeltje, P.J.J. Van den Munckhof & J.G.M. Roelofs (2006). Groundwater input affects plant distribution by controlling ammonium and iron availability. *Journal of Vegetation Science* 17: 425-434.

Lucassen, E.C.H.E.T. (2004). Biochemical constraints for restoration of sulphate-rich fens. Proefschrift, Katholieke Universiteit, Nijmegen, 150 pages.

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.

Oosterbaan, A. J.J. de Jong & A.T. Kuiters, 2008. Vernieuwing in ontwikkeling en beheer van natuurgraslanden op voormalige landbouwgrond op droge zandgronden. Wageningen, Alterra, Altera-rapport 1669. 57 blz; 3 tab.; 63 ref.

Sival, F.P. & W.J. Chardon (2004). Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Rapport 1090, Alterra Wageningen.

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.

Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (1996). The roles of internal iron hydroxide precipitation, sulphide toxicity and oxidizing ability in the survival of Stratiotes aloides roots at different iron concentrations in sediment pore water. *New Phytologist* 133: 253-260.

Smolders, A. & Roelofs J.G.M (1995). Internal eutrophication, iron limitation and sulphide accumulation due to the inlet of river Rhine water in peaty shallow waters in the Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie* 133: 349-365.

Van Eekeren, N. & F. Smeding (2006). Praktijkhandleiding evenwichtige verschraling van natuurgronden door uitmijnen van fosfaat met grasklaver en kalibemesting. Overlegplatform De Duineboeren & Louis Bolk Instituut.

Van Mullekom, M., F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009). Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. Vakblad Natuur Bos Landschap 6: 2-7.

Wassen, Martin J., Harry Olde Venterink, Elena D. Lapshina & Franziska Tanneberger (2005) Endangered plants persist under phosphorus limitation. Nature Vol 437: 547-550.

# BIJLAGE 1. Bodemprofielen locatie 1-35

**Legenda (conform NEN 5104)**

grind


Grind, siltig


Grind, zwak zandig


Grind, matig zandig


Grind, sterk zandig


Grind, uiterst zandig

zand


Zand, kleïig


Zand, zwak siltig


Zand, matig siltig


Zand, sterk siltig


Zand, uiterst siltig

veen


Veen, mineraalarm


Veen, zwak kleïig


Veen, sterk kleïig


Veen, zwak zandig


Veen, sterk zandig

klei


Klei, zwak siltig


Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig


Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig


Klei, sterk zandig

leem


Leem, zwak zandig


Leem, sterk zandig

overige toevoegingen


zwak humeus


matig humeus


sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

geur


geen geur


zwakke geur


matige geur


sterke geur


uiterste geur

olie


geen olie-water reactie


zwakke olie-water reactie


matige olie-water reactie


sterke olie-water reactie


uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde


>0


>1


>10


>100


>1000


>10000

monsters


geroerd monster


ongeroerd monster

overig


bijzonder bestanddeel


Gemiddeld hoogste grondwaterstand


grondwaterstand


Gemiddeld laagste grondwaterstand

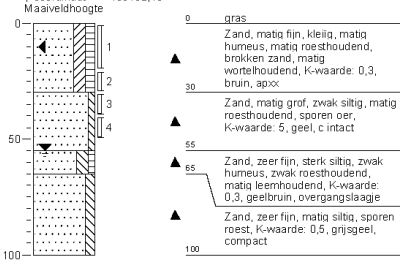

slib


water

Grontmij

## Boring 01

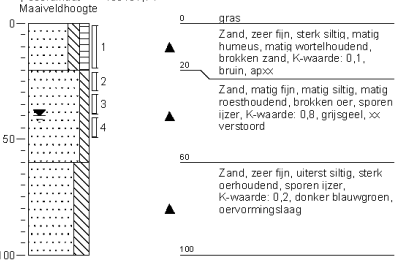
boormeester jan vermeer
datum 28-05-2010
x-coördinaat 144465,78
y-coördinaat 400102,46
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, kleiig, matig humeus, matig roesthoudend, brokken zand, matig wortelhoudend, K-waarde: 0,3, bruin, apxx
30
Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, sporen oer, K-waarde: 5, geel, c intact
55
65 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, matig leemhoudend, K-waarde: 0,3, geelbruin, overgangslaagje
Zand, zeer fijn, matig siltig, sporen roest, K-waarde: 0,5, grijsgeel, compact
100

## Boring 02

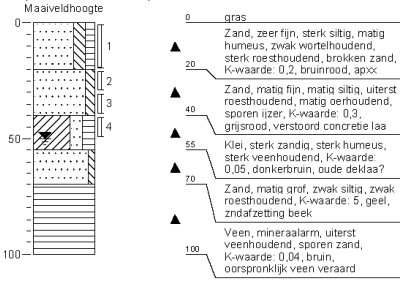
boormeester jan vermeer
datum 28-05-2010
x-coördinaat 144470,43
y-coördinaat 400157,74
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,1, bruin, apxx
20
Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, brokken oer, sporen ijzer, K-waarde: 0,8, grijsgeel, xx verstoord
60
Zand, zeer fijn, uiterst siltig, sterk oerhoudend, sporen ijzer, K-waarde: 0,2, donker blauwgroen, oervormingslaag
100

## Boring 03

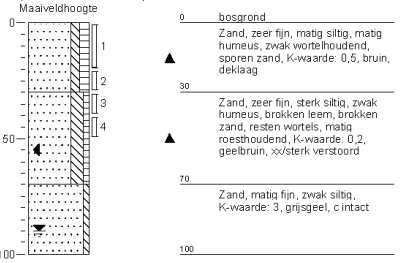
boormeester hans de peijper
datum 28-05-2010
x-coördinaat 144383,11
y-coördinaat 400124,86
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sterk roesthoudend, brokken zand, K-waarde: 0,2, bruinrood, apxx
20
Zand, matig fijn, matig siltig, uiterst roesthoudend, matig oerhoudend, sporen ijzer, K-waarde: 0,3, grijsrood, verstoord concretie laa
40
55 Klei, sterk zandig, sterk humeus, sterk veenhoudend, K-waarde: 0,05, donkerbruin, oude deklaa?
70 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, K-waarde: 5, geel, zndafzetting beek
Veen, mineraalarm, uiterst veenhoudend, sporen zand, K-waarde: 0,04, bruin, oorspronklijk veen veraard
100

## Boring 04

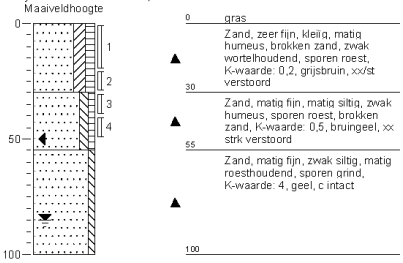
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144380,73
y-coördinaat 399621,77
Maaiveldhoogte




0 bosgrond
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen zand, K-waarde: 0,5, bruin, deklaag
30
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, brokken leem, brokken zand, resten wortels, matig roesthoudend, K-waarde: 0,2, geelbruin, xx/sterk verstoord
70
Zand, matig fijn, zwak siltig, K-waarde: 3, grijsgeel, c intact
100

## Boring 05

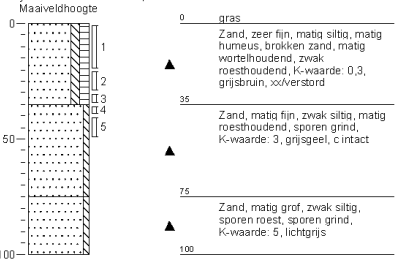
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144364,99
y-coördinaat 399676,18
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, kleiig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, sporen roest, K-waarde: 0,2, grijsbruin, xx/st verstoord
30
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen roest, brokken zand, K-waarde: 0,5, bruingeel, xx strk verstoord
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, sporen grind, K-waarde: 4, geel, c intact
100

## Boring 06

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144422,28
y-coördinaat 399697,48
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, matig wortelhoudend, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,3, grijsbruin, xx/verstord
35
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, sporen grind, K-waarde: 3, grijsgeel, c intact
75
Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, sporen grind, K-waarde: 5, lichtgrijs
100

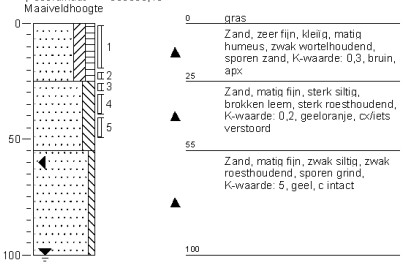
Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 1 van 6

Grontmij

## Boring 07

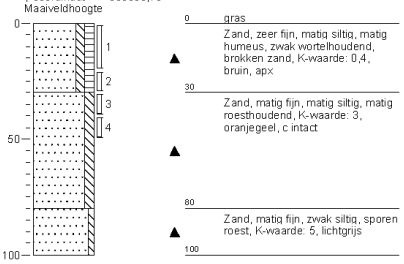
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144503,79
y-coördinaat 399680,46
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, kleiig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen zand, K-waarde: 0,3, bruin, apx
25
Zand, matig fijn, sterk siltig, brokken leem, sterk roesthoudend, K-waarde: 0,2, geeloranje, cx/iets verstoord
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, sporen grind, K-waarde: 5, geel, c intact
100

## Boring 08

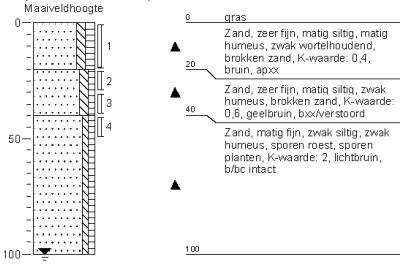
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144563,33
y-coördinaat 399689,76
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,4, bruin, apx
30
Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, K-waarde: 3, oranjegeel, c intact
80
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, K-waarde: 5, lichtgrijs
100

## Boring 09

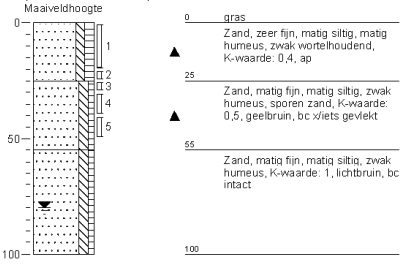
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144665,7
y-coördinaat 399442,65
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,4, bruin, apxx
20
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, brokken zand, K-waarde: 0,6, geelbruin, bxx/verstoord
40
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen roest, sporen planten, K-waarde: 2, lichtbruin, b/bc intact
100

## Boring 10

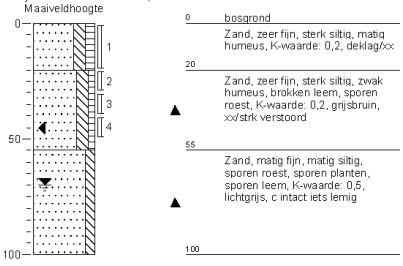
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144792,83
y-coördinaat 399403,99
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,4, ap
25
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen zand, K-waarde: 0,5, geelbruin, bc x/iets gevlekt
55
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, K-waarde: 1, lichtbruin, bc intact
100

## Boring 11

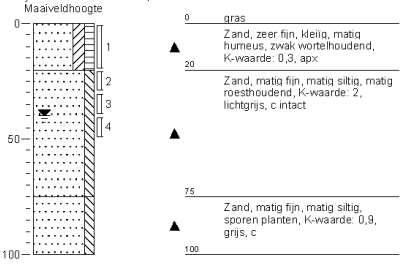
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144698,8
y-coördinaat 399360,48
Maaiveldhoogte




0 bosgrond
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, K-waarde: 0,2, deklag/xx
20
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, brokken leem, sporen roest, K-waarde: 0,2, grijsbruin, xx/strk verstoord
55
Zand, matig fijn, matig siltig, sporen roest, sporen planten, sporen leem, K-waarde: 0,5, lichtgrijs, c intact iets lemig
100

## Boring 12

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144827,83
y-coördinaat 399313,53
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, kleiig, matig humeus, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,3, apx
20
Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, K-waarde: 2, lichtgrijs, c intact
75
Zand, matig fijn, matig siltig, sporen planten, K-waarde: 0,9, grijs, c
100

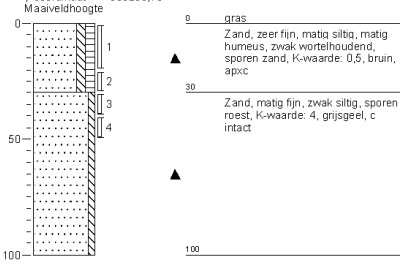
Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 2 van 6

Grontmij

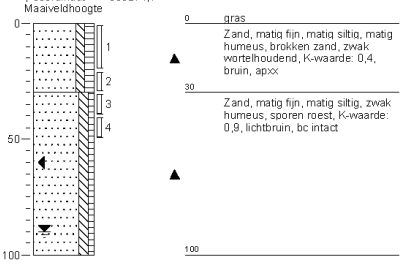
## Boring 13

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144747,99
y-coördinaat 399285,78
Maaiveldhoogte



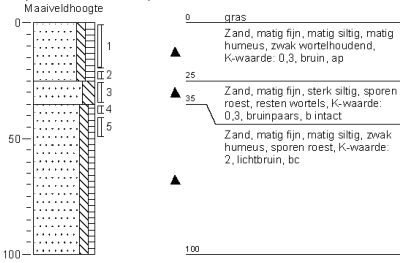

## Boring 14

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144655,52
y-coördinaat 399274,1
Maaiveldhoogte



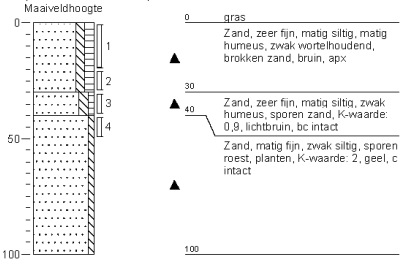

## Boring 15

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144756,69
y-coördinaat 399217,49
Maaiveldhoogte



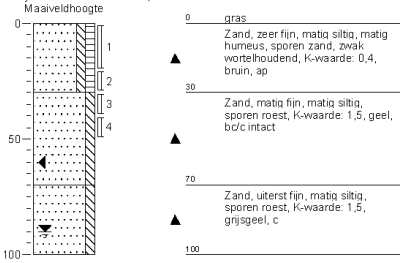

## Boring 16

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144683,71
y-coördinaat 399215,37
Maaiveldhoogte



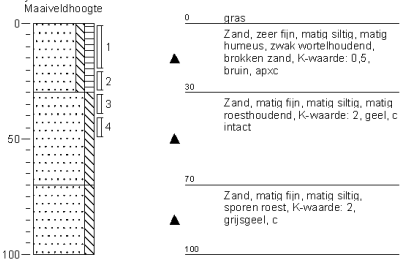

## Boring 17

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144613,15
y-coördinaat 399197,52
Maaiveldhoogte




## Boring 18

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144705,11
y-coördinaat 399139
Maaiveldhoogte



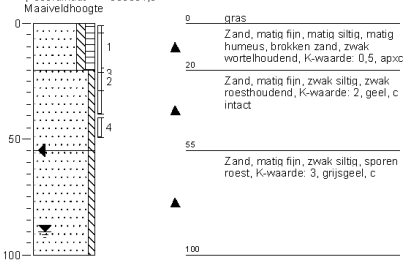

Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 3 van 6

Grontmij

## Boring 19

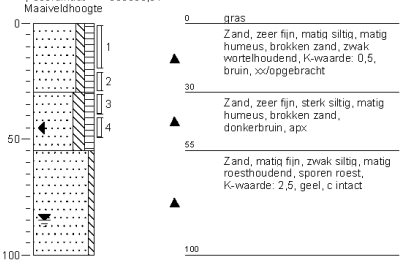
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144540,89
y-coördinaat 399091,8
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, apxc
20
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, K-waarde: 2, geel, c intact
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, K-waarde: 3, grijsgeel, c
100

## Boring 20

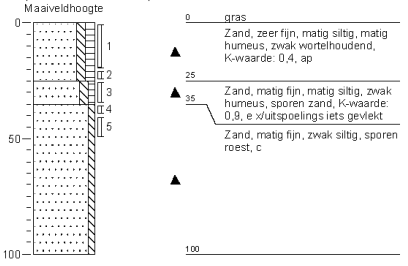
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144622,65
y-coördinaat 399035,01
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, bruin, xx/opgebracht
30
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, brokken zand, donkerbruin, apx
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, sporen roest, K-waarde: 2,5, geel, c intact
100

## Boring 21

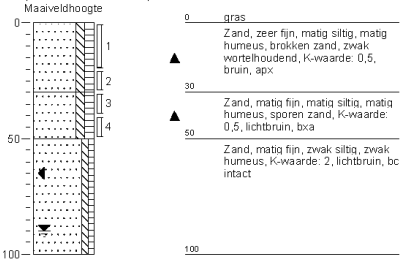
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144617,58
y-coördinaat 399126,58
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus; zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,4, ap
25
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen zand, K-waarde: 0,8, e x/uitspoelings iets gevlekt
35
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, c
100

## Boring 22

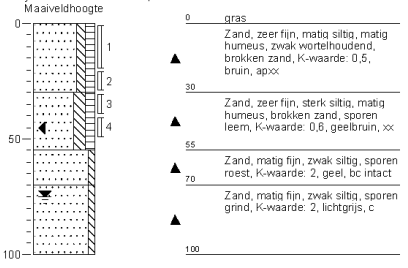
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144496,42
y-coördinaat 399012,11
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, bruin, apx
30
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, sporen zand, K-waarde: 0,5, lichtbruin, bxa
50
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, K-waarde: 2, lichtbruin, bc intact
100

## Boring 23

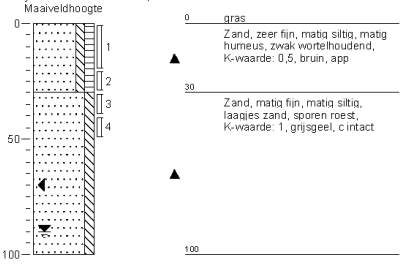
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144571,53
y-coördinaat 398970,33
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,5, bruin, apxx
30
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, brokken zand, sporen leem, K-waarde: 0,8, geelbruin, xx
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, K-waarde: 2, geel, bc intact
70
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen grind, K-waarde: 2, lichtgrijs, c
100

## Boring 24

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144495,42
y-coördinaat 398944,54
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, bruin, app
30
Zand, matig fijn, matig siltig, laagjes zand, sporen roest, K-waarde: 1, grijsgeel, c intact
100

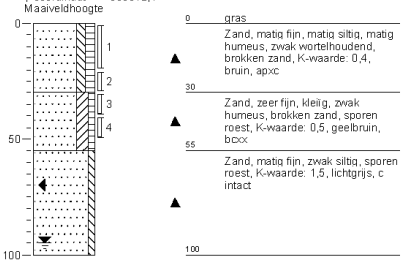
Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 4 van 6

Grontmij

## Boring 25

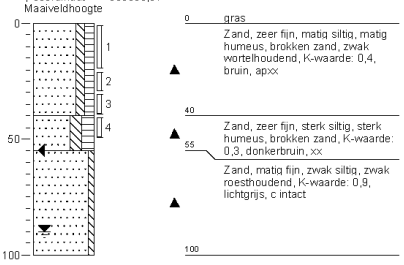
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144426,9
y-coördinaat 398912,4
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,4, bruin, apxc
30
Zand, zeer fijn, kleiig, zwak humeus, brokken zand, sporen roest, K-waarde: 0,5, geelbruin, bcxx
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, K-waarde: 1,5, lichtgrijs, c intact
100

## Boring 26

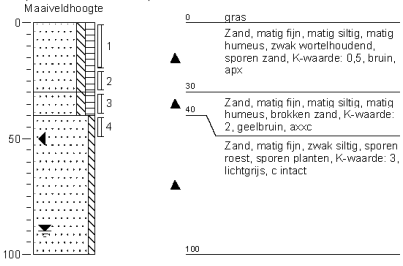
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144495,88
y-coördinaat 398885,57
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,4, bruin, apxx
40
Zand, zeer fijn, sterk siltig, sterk humeus, brokken zand, K-waarde: 0,3, donkerbruin, xx
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,9, lichtgrijs, c intact
100

## Boring 27

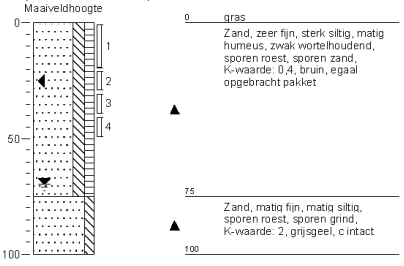
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144191,99
y-coördinaat 399225,23
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen zand, K-waarde: 0,5, bruin, apx
30
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, brokken zand, K-waarde: 2, geelbruin, axxc
40
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, sporen planten, K-waarde: 3, lichtgrijs, c intact
100

## Boring 28

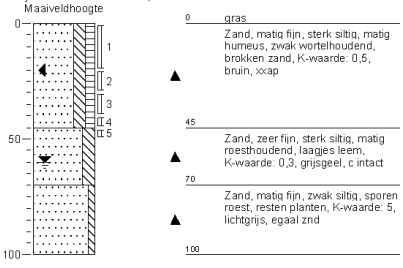
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144239,62
y-coördinaat 399164,89
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen roest, sporen zand, K-waarde: 0,4, bruin, egaal opgebracht pakket
75
Zand, matig fijn, matig siltig, sporen roest, sporen grind, K-waarde: 2, grijsgeel, c intact
100

## Boring 29

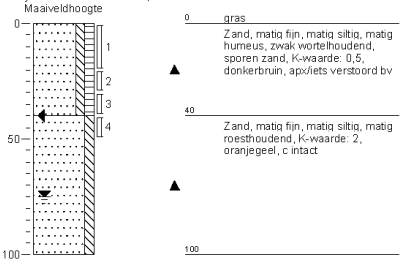
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 144274,56
y-coördinaat 399112,36
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, sterk siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,5, bruin, xxap
45
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig roesthoudend, laagjes leem, K-waarde: 0,3, grijsgeel, c intact
70
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, resten planten, K-waarde: 5, lichtgrijs, egaal znd
100

## Boring 30

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143779,4
y-coördinaat 399109,82
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen zand, K-waarde: 0,5, donkerbruin, apx/iets verstoord bv
40
Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, K-waarde: 2, oranjegeel, c intact
100

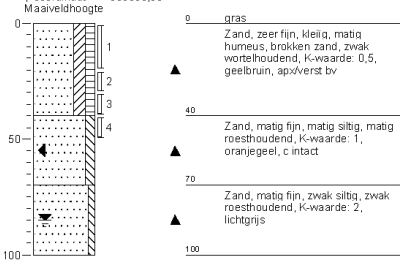
Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 5 van 6

Grontmij

## Boring 31

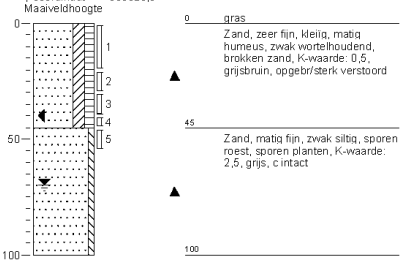
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143788,35
y-coördinaat 399059,58
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, kleiig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, geelbruin, apx/verst bv
40
Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, K-waarde: 1, oranjegeel, c intact
70
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, K-waarde: 2, lichtgrijs
100

## Boring 32

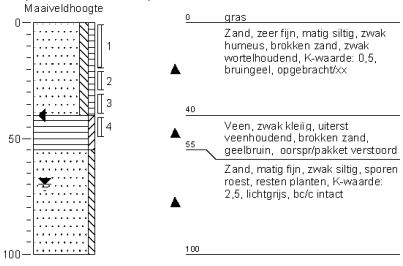
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143662,61
y-coördinaat 398823,6
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, kleiig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,5, grijsbruin, opgebr/sterk verstoord
45
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, sporen planten, K-waarde: 2,5, grijs, c intact
100

## Boring 33

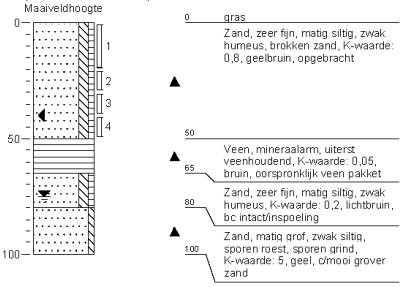
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143690,85
y-coördinaat 398781,41
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, bruingeel, opgebracht/xx
40
Veen, zwak kleiig, uiterst veenhoudend, brokken zand, geelbruin, oorspr/pakket verstoord
55
Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, resten planten, K-waarde: 2,5, lichtgrijs, bc/c intact
100

## Boring 34

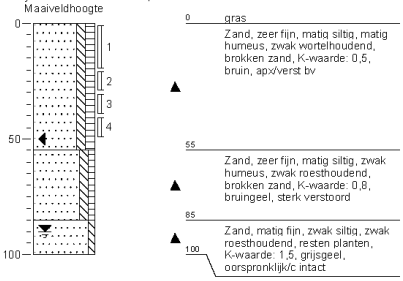
boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143626,97
y-coördinaat 398749,03
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, brokken zand, K-waarde: 0,8, geelbruin, opgebracht
50
Veen, mineraalarm, uiterst veenhoudend, K-waarde: 0,05, bruin, oorspronklijk veen pakket
65
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, K-waarde: 0,2, lichtbruin, bc intact/inspoeling
80
Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, sporen grind, K-waarde: 5, geel, c/mooi grover zand
100

## Boring 35

boormeester hans de peijper
datum 27-05-2010
x-coördinaat 143592,57
y-coördinaat 398704,92
Maaiveldhoogte




0 gras
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,5, bruin, apx/verst bv
55
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, brokken zand, K-waarde: 0,8, bruingeel, sterk verstoord
85
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, resten planten, K-waarde: 1,5, grijsgeel, oorspronklijk/c intact
100

Projectnummer: 296822-Z2281
Projectnaam: nnp nemerlaer
Projectleider: v.de lange
Opdrachtgever: b-ware

Schaal (A4): 1: 25
Pagina: 6 van 6

# BIJLAGE 2. FREATISCHE GRONDWATERKWALITEIT

*Tabel: Overzicht van de freatische grondwaterkwaliteit. De concentraties zijn uitgedrukt in µmol/l, met uitzondering van de pH.*

| BV | pH | CO2 | $HCO_3^-$ | Al | Ca | Fe | Mg | S | P | $PO_4^{3-}$ | $NO_3^-$ | $NH_4^+$ | $K^+$ | $Cl^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 7,56 | 70 | 1049 | 4,4 | 301 | 1,7 | 60 | 64 | 0,66 | 0,2 | 4,9 | 10,1 | 6,9 | 60 |
| B | 6,52 | 693 | 946 | 24,6 | 503 | 1,5 | 96 | 94 | 1,42 | 0,3 | 41,5 | 14,2 | 52,7 | 168 |
| C | 6,56 | 3671 | 5481 | 0,6 | 2427 | 6,8 | 1151 | 166 | 2,08 | 0,4 | 1,9 | 59,0 | 1265 | 128 |
| D | 6,15 | 1452 | 859 | 2,8 | 510 | 0,3 | 135 | 185 | 0,30 | 0,0 | 263,0 | 14,1 | 356,9 | 139 |
| E | 6,18 | 2867 | 1809 | 3,1 | 1974 | 2,8 | 737 | 695 | 0,88 | 0,0 | 2,0 | 229,6 | 271,8 | 511 |
| F | 6,92 | 234 | 808 | 10,7 | 565 | 1,5 | 114 | 123 | 0,73 | 0,0 | 15,7 | 7,1 | 42,0 | 109 |
| G | 6,04 | 4405 | 1990 | 7,4 | 2213 | 1190 | 144 | 38 | 2,30 | 0,5 | 1,7 | 13,5 | 24,6 | 192 |
| H | 6,81 | 555 | 1489 | 0,2 | 949 | 3,9 | 213 | 65 | 0,43 | 0,0 | 11,9 | 17,7 | 43,6 | 278 |
| I | 6,53 | 2373 | 3368 | 0,6 | 1563 | 9,3 | 376 | 213 | 1,67 | 0,0 | 0,5 | 12,4 | 43,4 | 157 |
| K | 6,40 | 722 | 754 | 1,6 | 498 | 0,5 | 147 | 211 | 1,29 | 0,0 | 12,9 | 24,6 | 113,1 | 215 |




www.b-ware.eu