



Herstel van de slenkenstructuur ten noorden van het Kleine Turfgat (Boetelerveld)

Uitwerking Natura 2000-maatregel M16



Unie van **Bosgroepen**



Colofon

Opdrachtgever: Pratensis namens gemeente Raalte
Titel: Herstel van de slenkenstructuur ten noorden van het Kleine Turfgat (Boetelerveld)
Status: Definitief
Datum: 24 oktober 2016
Auteur(s): A.A.M. Kieskamp & H. Smeenge
Projectleider Bosgroepen: G.H. Bulten
Kwaliteitsborging: A.J.M. Jansen & L.J.L. van den Berg
Foto's: A.A.M. Kieskamp & A.J.M. Jansen
Kaartmateriaal: Copyright © 2016, Dienst voor het kadaster en openbare registers, Apeldoorn
Projectnummer: 15.55.1407.01

© Coöperatie Unie van Bosgroepen u.a., oktober 2016

Postbus 8187

6710 AD EDE

t (0318) 67 26 28

f (0318) 67 26 29

www.bosgroepen.nl



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	
1.2	Doelstellingen	
1.3	Werkwijze	
1.4	Leeswijzer	
2	Reconstructie slenkenstructuur	8
2.1	Wat is een slenk?	
2.2	Bodem in het projectgebied	
2.3	Verstoringsen in de bodem	
2.4	Slenkenkaart	
3	Inrichting + maatregelen	18
3.1	Welk deel van de slenkenstructuur moet worden hersteld?	
3.2	Uitgangspunten voor inrichting	
3.3	Maatregelen	
3.4	Voorwaarden voor gebruik aangrenzende gronden	
3.5	Inrichtingskaart	
4	Aandachtspunten bij uitvoering	28
4.1	Planning	
4.2	Dempsen/verondiepen watergangen	
4.3	Begeleiding bij uitvoering	
5	Vervolgbeheer en aanbevelingen	29
5.1	Vervolgbeheer	
5.2	Aanbevelingen	
	Literatuur	30
	Bijlagen	31

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Na de definitieve aanwijzing van het Boetelerveld als Natura 2000-gebied is in 2013 met de betrokken gebiedspartijen een gebiedsproces gestart. In de huidige fase van planvorming worden de herstelmaatregelen en hun effecten op de omgeving nader uitgewerkt en naar een inrichtingsplan vertaald. Gemeente Raalte heeft via Pratensis de Unie van Bosgroepen gevraagd één van de Natura 2000-herstelmaatregelen, M16, uit te werken. Maatregel M16 betreft de reconstructie van een slenkenstructuur op landbouwgrond grenzend aan het natuurgebied. De slenkenstructuur is bedoeld om uittreden van basenrijk water aan het maaiveld te bevorderen, d.w.z. een vergrote c.q. langdurigere aanvoer van basenrijk water naar het Kleine Turfgat. Het Kleine Turfgat ligt direct ten zuiden van het projectgebied in het Boetelerveld en is gekenmerkt door het blauwgrasland (Jansen, 2010). Deze uitwerking geeft inzicht in wat er op perceelsniveau nodig is om de gewenste doelen te bereiken. Daarnaast wordt ingegaan op voorwaarden ten aanzien van het beheer en gebruik van de gronden buiten de te herstellen slenken, binnen het projectgebied.

1.2 Doelstellingen

Het doel van dit project is tweeledig:

1. een technische uitwerking van de slenkenstructuur die kan worden overgenomen in het inrichtingsplan met maatvoering/dimensionering.
2. de formulering van randvoorwaarden ten aanzien van het gebruik van de gronden liggend aan de slenken.



Figuur 1: Begrenzing van het M16-gebied ten noorden van het Boetelerveld (bron: Bing Maps).



1.3 Werkwijze

Stap 1: In kaart brengen historische slenkenstructuur

Voor een eerste oriëntatie op de historische ligging van de slenken, zijn het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) en de bodemkaart (zie Jansen, 2010) bekeken. Het AHN geeft het huidige reliëf van het gebied weer, maar is geen betrouwbare weerspiegeling van de ligging van de historische slenken. Tijdens de ontginning van de uitgestrekte Sallandse heiden zijn werkzaamheden uitgevoerd zoals egalisaties, diepploegen, ontwateringen en het doorbreken van storende, slecht doorlatende bodemlagen. In de afgelopen eeuw en vooral sinds de jaren '50 zijn zulke maatregelen tijdens ruilverkavelingen en landinrichtingen nogmaals, en ingrijpender, uitgevoerd. Hierdoor is veel reliëf verdwenen. Met het AHN kunnen we het maaiveld tot op centimeterniveau bestuderen. Echter door egalisaties (het afgraven van ruggen en koppen en het vullen van laagten) kan het oorspronkelijke reliëf anders zijn dan in eerste instantie wordt gedacht. Ook de bestaande bodemkaart geeft niet in detail de variatie aan en geeft dus geen compleet beeld van de historische slenkenstructuur. Daarom is een bodemkartering uitgevoerd. Daarbij is allereerst in vier raaien (oost–west) ca. elke 50 m de bodem beschreven tot en met de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG), minimaal tot 120 cm–mv (voor de raaien, zie Figuur 1). Bij de (totaal 36) boringen in de raaien is ook het Kleine Turfgat meegenomen, zodat bij het herstellen van de slenkenstructuur een aansluiting op het bestaande natuurgebied kan worden gezocht en gerealiseerd. Vervolgens is op de plekken waar een slenk is aangetroffen, de dichtheid van het aantal boringen vergroot om de dimensies goed in beeld te brengen, in totaal 100 extra boringen. Van de 36 boringen in de raaien zijn alle lagen beschreven evenals de diepte van de GLG. Van de overige 116 boringen alleen:

1. De dikte van de opgebrachte laag (indien van toepassing)
2. De verstoringsdiepte (opgebracht + geploegd, indien van toepassing)
3. Het bodemtype

Deze data leverden de volgende kaarten op:

- Puntenkaart met bodemtypen
- Reconstructiekaart met de voormalige ligging van de historische slenken
- Dikte van de opgebrachte en totaal verstoorde laag



Figuur 2: Locatie van de vier raaien in het gebied dat begrensd is als M16 en in het Kleine Turfgat (bron: Bing Maps).

Stap 2: Analyseren bodemchemische samenstelling

Om inrichtingsmaatregelen en randvoorwaarden voor het beheer/gebruik van de percelen buiten de slenken te formuleren, is het nodig om de bodemchemische samenstelling zowel in de slenken als op de hogere ruggen te bepalen. Voor de slenken is dit van belang om te achterhalen welk deel van de bodem moet worden afgegraven om voedselarme omstandigheden te creëren (om vermist van het Kleine Turfgat te voorkomen). Van de ruggen aanliggend aan de slenken is de vraag wat het mogelijke uitspoelingsrisico is van voedingsstoffen naar de slenken en wat de voorwaarden zijn voor het gebruik van deze gronden.

Er zijn op tien plekken bodemonsters genomen:

- Slenken (vijf locaties): 0–20 cm onder de opgebrachte grond (bemonstering van het oorspronkelijke maaiveld: vaststellen diepte-front voedselrijkdom)
- Ruggen (vijf locaties) op twee diepten: 0–20 cm onder maaiveld d.w.z. in de bouwvoor om de verschrallingsduur te bepalen en een eventueel uitmijnadvies te geven én 0–20 cm onder de bouwvoor (om de huidige en toekomstige uitspoeling te kunnen bepalen)

De monsters zijn geanalyseerd door Onderzoekscentrum B-WARE op onder andere fosforconcentratie en kationenvoorraad. B-WARE heeft op basis van de analyseresultaten een advies over de natuurpotenties gegeven en in samenwerking met het Louis Bolk Instituut tevens een uitmijnadvies. De Bosgroepen hebben dit advies in relatie tot de hydrologische randvoorwaarden gebracht om daarmee zowel vanuit bodem als water de natuurpotenties te bepalen. Daarnaast is deze informatie relevant voor de vertaling naar voorwaarden voor beheer en gebruik. Het uitgangspunt daarbij is dat er geen verliezen van voedingsstoffen optreden naar de slenk en het Kleine Turfgat.



Stap 3: Maatvoering en formulering knelpunten

Naast het formuleren van randvoorwaarden voor het gebruik van de percelen, zijn hydrologische knelpunten in kaart gebracht. Het oplossen van deze knelpunten is noodzakelijk om een hydrologisch functionerende slenkenstructuur te kunnen herstellen. Voor de te herstellen slenk is ingegaan op de maatvoering en dimensionering, gebaseerd op de reconstructiekaart, de bodem- en waterkwaliteit en de hydrologie.

Stap 4: Formuleren van de maatregelen

Het advies over afgraven en uitmijnen is in relatie tot de hydrologische randvoorwaarden gebracht, om op die manier een set maatregelen te formuleren die nodig is om de slenkenstructuur te herstellen. Daarnaast zijn voorwaarden voor beheer en gebruik geformuleerd. Het uitgangspunt daarbij is dat er geen verliezen van voedingstoffen optreden naar de slenk en het Kleine Turfgat. Daarnaast mag door het afgraven geen drainage gaan optreden van het Kleine Turfgat. Daarom zijn hoogtemetingen verricht door ingenieursbureau FACTO GEO, omdat het Actueel Hoogtebestand Nederland niet nauwkeurig genoeg is om te bepalen tot hoe ver precies kan worden afgegraven.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn op basis van de bodemkartering de slenken gereconstrueerd. Hoofdstuk 3 gaat in op de inrichting van het gebied ten behoeve van het Kleine Turfgat, rekening houdend met hydrologie en bodemchemie.

2 Reconstructie slenkenstructuur

In dit hoofdstuk wordt eerst beschreven wat onder een slenk moet worden verstaan. Vervolgens wordt ingegaan op de bodemkartering van het projectgebied (zie 2.2).

2.1 Wat is een slenk?

Slenken zijn laag gelegen delen in het zandlandschap. Ze kennen in ieder geval gedurende de natte periode van het jaar water aan of op maaiveld. Er zijn slenken waar dit water oppervlakkig wordt afgevoerd, waardoor er geen of nauwelijks plassen ontstaan (water aan maaiveld), maar er zijn ook slenken die geheel door hogere gronden zijn omgeven en waar alleen in uitzonderlijke weersomstandigheden water wordt afgevoerd. In zulke 'afvoerloze slenken' ontstaan plassen (water op maaiveld). Deze plassen kunnen bij voldoende neerslag de gehele oppervlakte van de slenk vullen. Het water in de plassen kan regenwater zijn of een mengsel van regen- en grondwater. In het Kleine Turfgat gaat het om een mengsel van regen- en grondwater (Jansen, 2010). Het grondwater treedt uit dankzij de combinatie van het ontstaan van een plas in de slenk en opbolling van de waterstanden in de aangrenzende hogere ruggen.

In het laatste stadium van de laatste ijstijd (het Weichselien) werd het afwisselend kortdurend droog en koud. In die koude perioden werd dekzand afgezet en ontstonden ruggen. In de warmere perioden ontstonden smeltwaterstromen die ondiepe geulen uitsletten. In de laatste koude periode (het Jonge Dryas) werd het zeer koud en raakte de bodem tot wel een meter diepte bevroren (Van der Hammen & Wijmstra, 1971; proefschrift Smeenge in voorbereiding). Toen ongeveer 13.000 jaar geleden de huidige klimaatomstandigheden aanbraken, ontdooide de bodem en ontstonden smeltwaterstromen die opnieuw geulen vormden. In het huidige geologische tijdperk, het Holocene, werd het steeds natter en vanaf de Bronstijd (ca 3.000–800 voor Christus) raakten ook delen van Oost-Nederland bedekt met veen (Casparie, 1972; Bazelmans et al., 2011). In de afgelopen eeuwen zijn delen van het veen afgegraven voor brandstofwinning en kwamen de oude ijstijdgeulen weer aan het oppervlak te liggen, zoals het Kleine Turfgat in het Boetelerveld.



Foto 1 (links): Een slenk zonder oppervlakkige afvoer in het Brecklenkampse Veld (Noordoost-Twente) met omringende hogere gronden. Tussen de plas in de slenk en de hogere, beboste gronden bevindt zich blauwgrasland, zie Foto 2: Blauwgrasland (op de voorgrond) heeft zijn naam te danken aan de blauwe tot zeegroene kleur van zijn aspectbepalende soorten, zoals Blauwe zegge. Het blauwgrasland wordt hoger op de helling gevolgd door heischrale graslanden en/of vochtige heiden. De hoogste delen zijn hier, in het Brecklenkampse Veld bebost, maar kunnen ook bedekt zijn met droge heiden. Foto's: André Jansen.

2.2 Bodem in het projectgebied

Naast reliëfkenmerken geven bodemtypen inzicht in de natuurlijke stroming van het grondwater en daarmee de locatie van de slenk(en). Tijdens dit onderzoek zijn 152 boringen uitgevoerd (voor bodembeschrijvingen, zie Bijlage 1). In het projectgebied komen de volgende bodemtypen voor (Figuur 3):

- Veldpodzolen op de ruggen (Foto 3)
In de ruggen treedt van nature regenwater in de bodem en zijgt naar beneden richting het grondwater. De neerwaartse beweging van het (zure) regenwater zorgt voor deze typische humusprofielen.
- Gooreerdgronden op overgang van de ruggen naar de slenken (Foto 4)
De randen vormen het kantelpunt tussen infiltratie in de zomer/nazomer en kwel in de winterperiode. Het grondwater treedt zijdelings uit en stroomt oppervlakkig d.w.z. over maaiveld of door de wortelzone van de vegetatie naar de lagere delen van de slenk.
- Beekeerdgronden in de laagten (Foto 5)
Hier treedt meer grondwater uit, dat ijzerrijk is en in het bodemprofiel zichtbaar is aan roestvlekken. Het grondwater zakt in de zomer/nazomer van nature niet dieper weg dan 80 cm.
- Veengronden op de natste plekken (Foto 6)
Op plekken die jaarrond nat zijn, worden biologische afbraakprocessen geremd of ze vinden zelfs niet meer plaats. Hierdoor ontstaan veengronden. Er is op één locatie nog veen aangetroffen: net ten noorden van het Kleine Turfgat. Vroeger moet op meer plaatsen in de laagste delen van de slenk veen hebben gelegen, maar dat is afgegraven of door inklinking en oxidatie verdwenen.
- Overgangsprofielen
De bodem laat niet alleen klassieke voorbeelden van veldpodzolen, gooreerden en beekeerden zien. Soms is er sprake van overgangsprofielen, zoals op de bodemkaart is aangegeven.

Veldpodzol/gooreerd

Een typische veldpodzolgrond wordt alleen gevormd door inzijgend regenwater, dat zorgt voor uitspoeling van humus, resulterend in een bruine laag (de 'B-horizont') tussen de zwarte toplaag en het blanke moedermateriaal. Bij dit overgangsprofiel is er een relatief dunne B-horizont. Het grondwater geeft 'tegendruk' aan het inzijgende regenwater. Het moedermateriaal is gebleekt door laterale afstroming van grondwater.

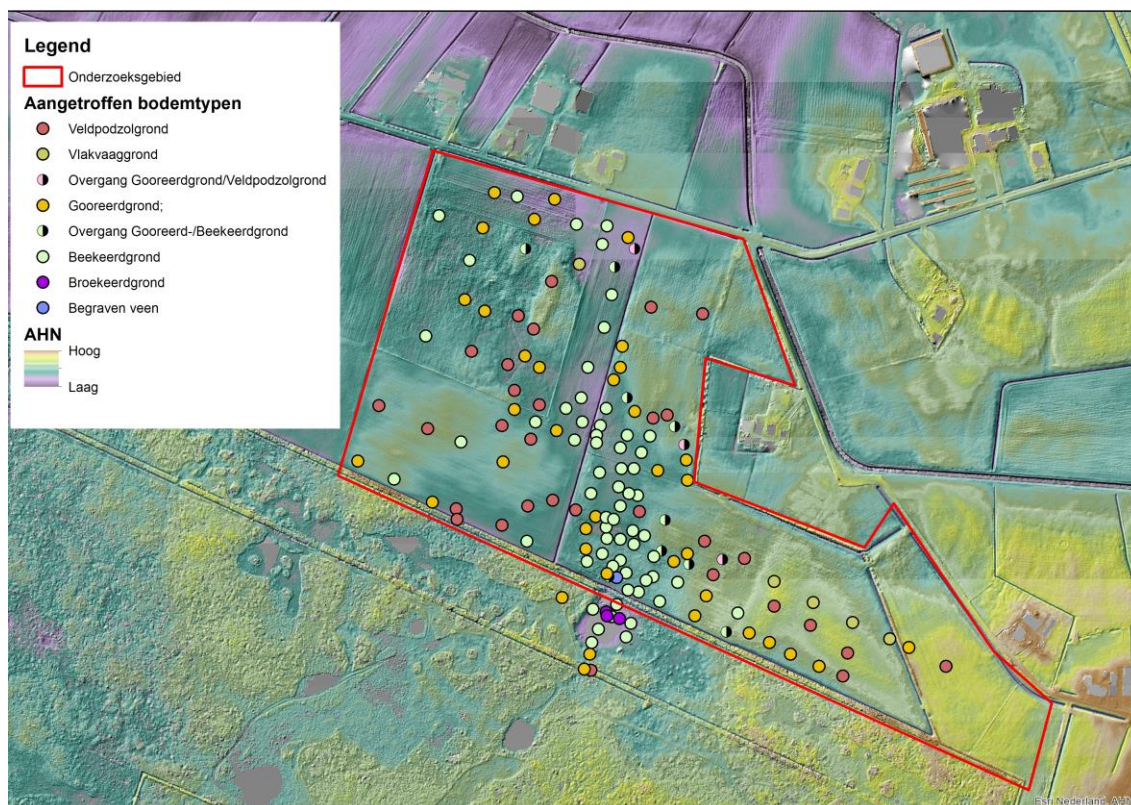
Gooreerd/vlakvaag

Bij vlakvaaggronden is er geen duidelijke bodenvorming. In dit geval gaat het waarschijnlijk om historische gooreerdgronden die zodanig zijn verstoord door ploegen etcetera, dat het bodemtype nog maar slecht te herkennen is. Op basis van de kleur van het moedermateriaal valt hieruit een gooreerdgrond te reconstrueren.

Gooreerd/beekeerd

Bij deze bodems kan niet meer gesproken worden van gooreerdgronden, omdat er roest binnen 35 cm-mv aanwezig is. Aangezien er sprake is van weinig roest binnen 35 centimeter zou het landschapsecologisch gezien het dichtst bij een gooreerd liggen. Volgens de classificatie zou het echter een beekeerd moeten zijn.

In juli 2016 zijn aanvullend boringen in het Kleine Turfgat verricht. De laagte stond toen droog waardoor het mogelijk was boringen te verrichten. De bodem van het Kleine Turfgat bestaat uit slecht doorlatend materiaal, waardoor het water niet makkelijk infiltreert in de bodem. De doorlatendheid is wel zodanig dat er grondwater kan uittreden aan maaiveld. Dat wordt ook aangeduid door de vegetatie, die uit soorten van Blauwgraslanden bestaat. De vegetatie van het Kleine Turfgat is dan ook te karakteriseren als grondwaterafhankelijk.



Figuur 3: Bodemtypen in het projectgebied. De beekeerdgronden (groen) liggen het laagst en zijn onder invloed van grondwater ontstaan. De locatie van deze bodems geeft de ligging van de slenk(en) weer (ondergrond: AHN).

(Elke rij met uitgeboorde grond staat voor een diepte van 40 cm. Linksboven ligt de grond aan de bovenzijde van het profiel, rechtsonder de onderzijde)



Foto 3: Veldpodzolgrond met een A-, B- en C-horizont (zwart, bruin en grijs). Foto: Ariët Kieskamp.



Foto 4: Gooreerdgrond met een A- en C-horizont (zwart en grijs) en roest dieper dan 35 cm-mv. Foto: Ariët Kieskamp.



Foto 5: Beekeerdgrond met eveneens een A- en C-horizont en roest binnen 35 cm-mv. Foto: Ariët Kieskamp.



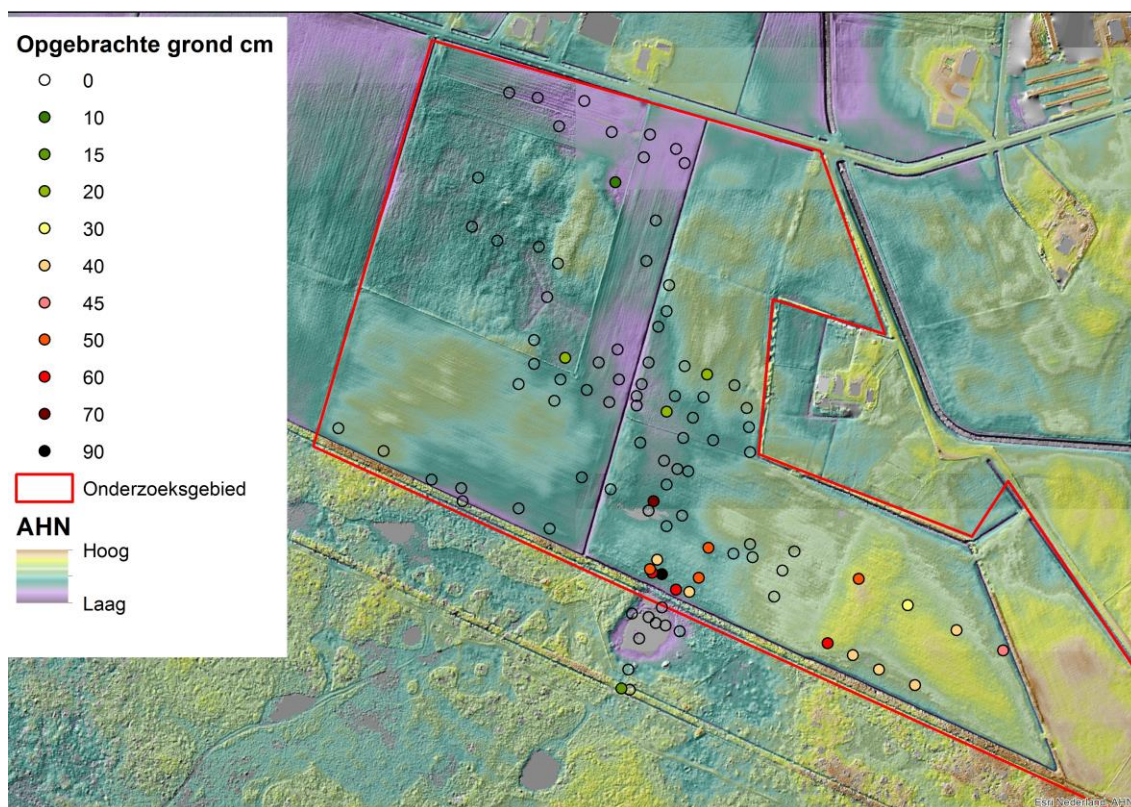
Foto 6: Veen met herkenbare resten van Riet, op één locatie aangetroffen. Foto: Ariët Kieskamp.

2.3 Verstoringen in de bodem

Opgebrachte grond

Vooral in het zuidelijk deel liggen locaties waarvan we zeker weten dat grond op zogenaamd fossiel (oorspronkelijk, begraven) maaiveld is opgebracht (Figuur 4). Het oude maaiveld ligt er dus onder. Zo werd ten noorden van het Kleine Turfgat een begraven veengrond aangetroffen. Verder is nergens veen aangetroffen.

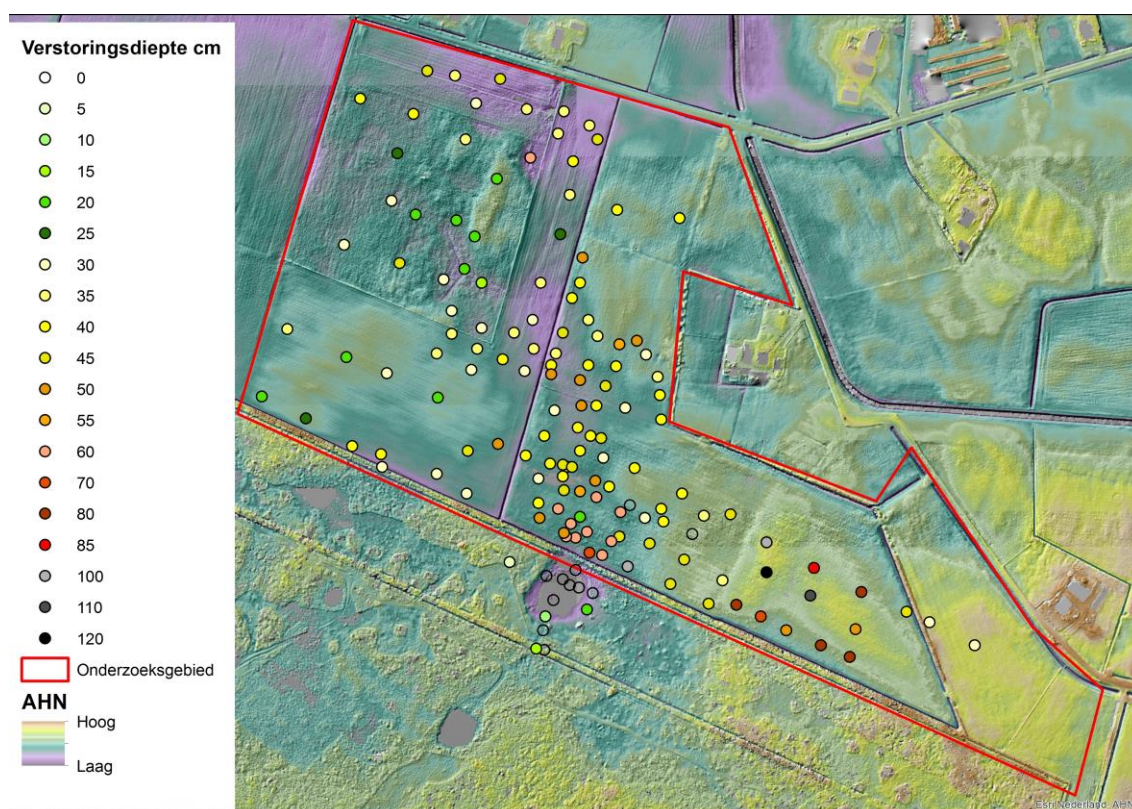
Door het gedeeltelijke gebruik als akkerland en jaarlijks ploegen van de bovengrond, is slecht te zien of er mogelijk op meer plekken (een dunne laag) grond is opgebracht. Door het ploegen is mogelijk opgebrachte grond met het fossiele maaiveld vermengd en daarvan niet meer te onderscheiden.



Figuur 4: Locaties waar grond is opgebracht en de dikte van die laag.

Geploegde grond

Figuur 5 laat de totale verstoringsdiepte zien (opgebrachte grond (indien van toepassing) + geploegd). Het hele perceel is geploegd tot op verschillende diepten, ook die delen waar geen grond is opgebracht. Op sommige locaties is, alvorens grond is opgebracht, eerst de toplaag geploegd. In de zuidoosthoek is de bodem grootschalig verstoord door diepploegen (zie bijv. Foto 7). In het aangrenzende Boetelerveld zijn tijdens het veldwerk veldpodzolgronden met sterk verkitte B-horizonten aangetroffen. Door deze verkittingen ontstaan schijngrondwaterspiegels die in het voorjaar voor heel natte percelen zorgen. Het is dan ook logisch dat men in het verleden deze terreindelen heeft gediepploegd om de verkittingen te doorbreken. De westkant van het gebied is relatief weinig verstoord.



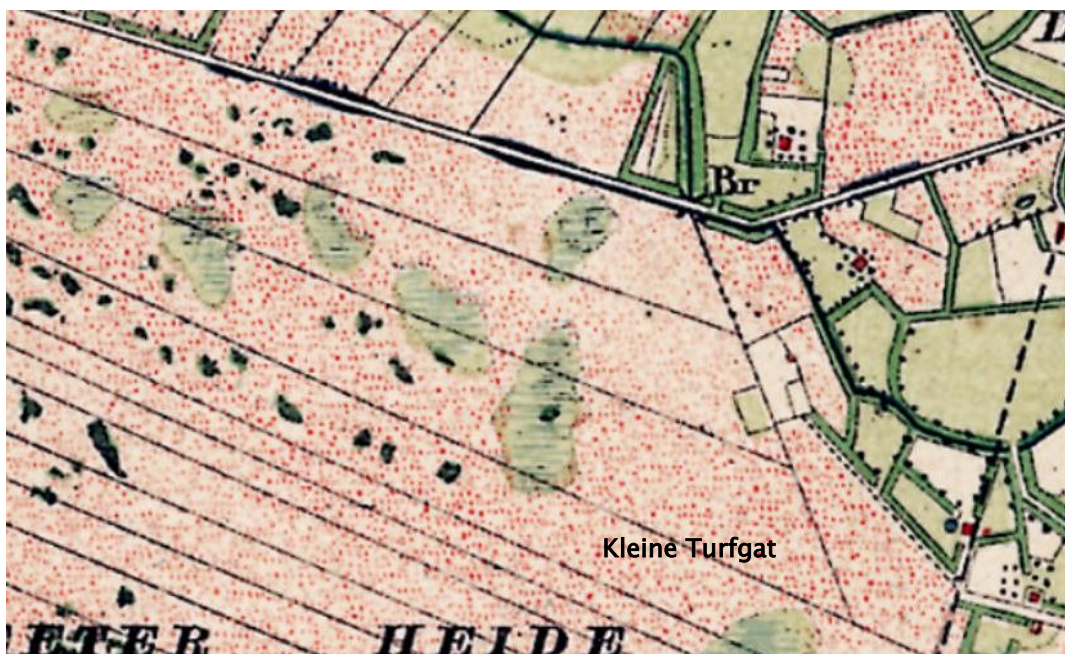
Figuur 5: Totale verstoringsdiepte d.w.z. boringen waar grond is opgebrachte en/of is geploegd.



Foto 7: Profiel dat tot ruim een meter onder maaiveld is gediepploegd. Opgebracht materiaal, het fossiele maaiveld en het moedermateriaal zijn vermengd. Elke rij met uitgeboorde grond staat voor een diepte van 40 cm. Linksboven ligt de grond aan de bovenzijde van het profiel, rechtsonder de onderzijde.

2.4 Slenkenkaart

De combinatie van het reliëf, de bodemtypenkaart (Figuur 3), de informatie over opgebrachte grond (Figuur 4) en de historische kaart van 1915 (Figuur 6) leveren de basis voor de reconstructie van de vroegere ligging van de laag gelegen delen (de slenkenkaart; Figuur 7). Van origine bestond de slenk uit een aftakking naar het noorden en een teen richting het noordwesten. De aftakking naar het noorden werd onderbroken door een behoorlijk hoge dekzanddrempel (Figuur 7). Die is geëgaliseerd, maar in het veld nog steeds zichtbaar. Over het deel ten zuiden van de drempel is wat onduidelijkheid. Waarschijnlijk vormde deze zuidelijke slenk een geheel met het Kleine Turfgat, zoals ook op de historische kaart het geval lijkt te zijn. In de huidige situatie zijn er tussen de zuidelijke slenk en het Kleine Turfgat twee sloten aanwezig waarvan het materiaal tussen de sloten is geworpen, wat zich uit tot een wal.



Figuur 6: Kaart van rond 1915 waarop door basenrijk grondwater gevoede slenken nog goed te zien zijn (bron: ESRI PDOK 2016). De groene plukjes symboliseren bosopslag.



Figuur 7: Ligging van de historische slenken, gebaseerd op het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) en de bodemkartering.

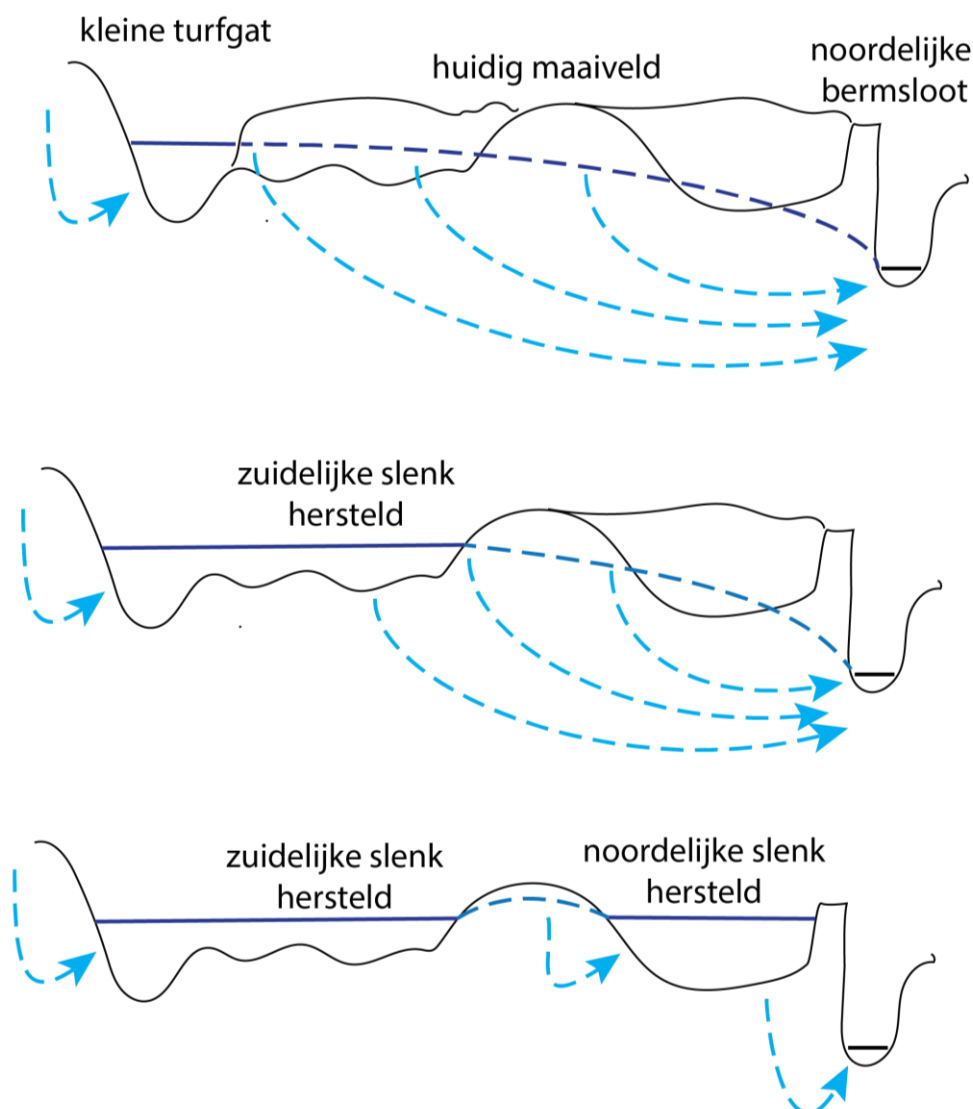
3 Inrichting + maatregelen

3.1 Welk deel van de slenkenstructuur moet worden hersteld?

In de vorige paragraaf is op basis van een bodemkartering de slenkenstructuur in kaart gebracht. Het doel van het herstel van de slenkenstructuur is het langer vasthouden van basenrijk water. Hierdoor ontstaan vroeger in het seizoen opbollingen in de ruggen, waardoor plassen ontstaan in de laagten. Van deze slenken met basenrijk water profiteert het blauwgrasland van het Kleine Turfgat (Jansen, 2010). Herstel van hele slenkenstructuur (zoals weergegeven in Figuur 7) is hiervoor noodzakelijk. Herstel van de noordelijke slenk bevordert het uittreden van basenrijk water in het Kleine Turfgat en in de zuidelijke slenk. Het water dat in deze slenk zal komen te staan, geeft druk op de grondwaterspiegel waardoor er meer basenrijk water zal uittreden in de zuidelijke slenk. Dat werkt volgens het principe dat **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** schematisch weergeeft. Het is dus van belang dat de drempel tussen de zuidelijke en noordelijke slenk blijft, om dit effect te bereiken.

In de huidige situatie ligt er een wal met aan weerszijden twee sloten tussen het Kleine Turfgat en de zuidelijke slenk. De wal bestaat uit het materiaal uit de sloten en dat dient terug te worden gestort in de sloten. Waarschijnlijk zal na opvulling van de sloten met het materiaal van de wal, de wal volledig zijn afgevlakt en dan komt het Kleine Turfgat in verbinding met de zuidelijke (te creëren) slenk.

De volgende paragrafen gaan in op de maatregelen die nodig zijn om de slenkenstructuur te herstellen.



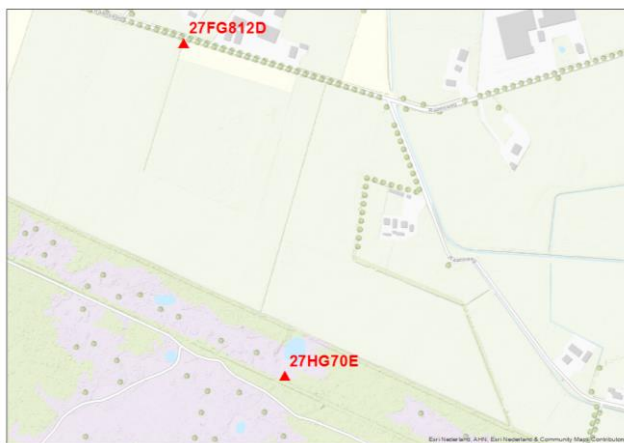
Figuur 8: Schematische doorsnede met grondwaterstromen (stippellijnen) vóór herstel (bovenste afbeelding), na herstel van de zuidelijke slenk (middelste afbeelding) en na herstel van zowel de zuidelijke als noordelijke slenk (onderste afbeelding). Aan de zuidrand van het Kleine Turfgat en van de noordelijke slenk treedt in de wintersituatie lokaal grondwater uit. Het water in de noordelijke slenk geeft tegendruk waardoor de wegzijging wordt beperkt en het uittreden van basenrijk water in het Kleine Turfgat/de zuidelijke slenk wordt bevorderd. De doorsnede laat de wintersituatie zien, in de zomer is het hele gebied een infiltratiegebied.

3.2 Uitgangspunten voor inrichting

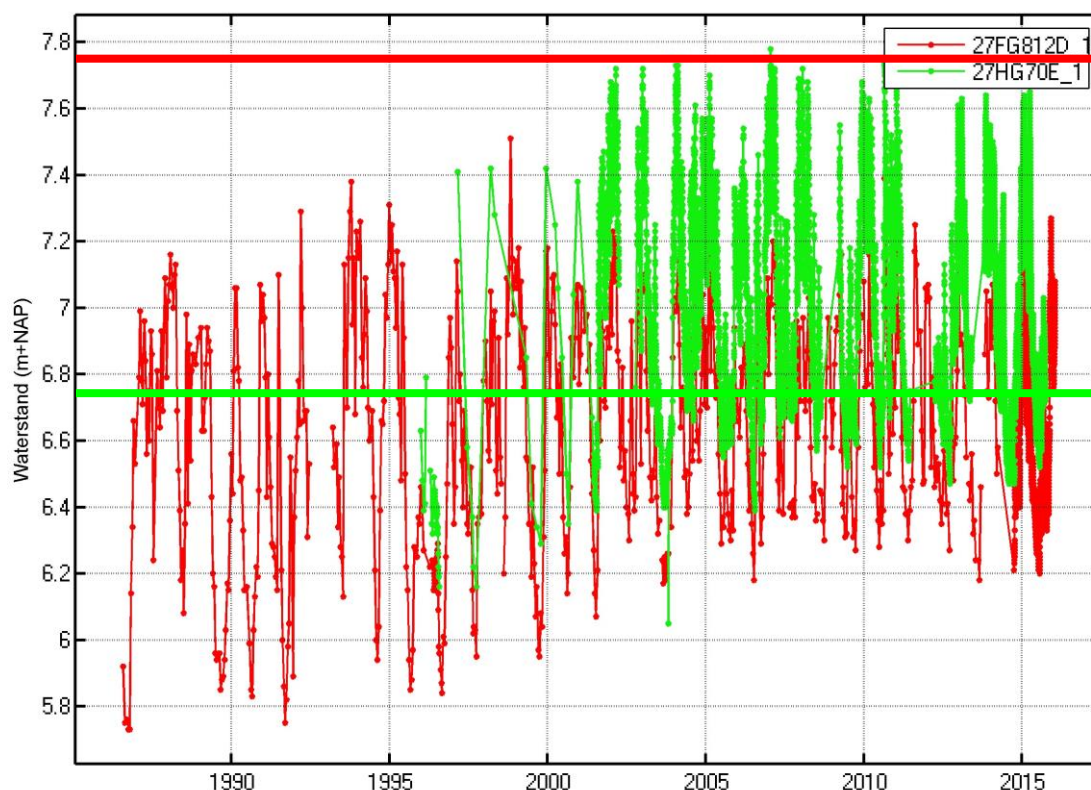
Het is duidelijk dat herstel van de hele slenkenstructuur (Figuur 7) noodzakelijk is ten behoeve van het Kleine Turfgat. Voor de inrichting van het gebied zijn de uitgangspunten als volgt:

Herstel van de waterhuishouding om de periode dat er water in de slenken staat zo groot mogelijk te maken. Aan de noordkant van het plangebied kwam het water de afgelopen jaren niet aan maaiveld, dat is te zien aan de waterstanden in de peilbuis die daar staat (zie Figuur 9 voor de locatie en Figuur 10 voor het verloop van de waterstanden). Na afgraven (zie volgende punt) en herstel van de waterhuishouding zal dat veranderen. De peilbuis ten zuiden van het Kleine Turfgat is ook weergegeven deze figuren. Deze peilbuis staat een

stuk hoger in het landschap dan het Kleine Turfgat (7,9 m+NAP t.o.v. 6,7 m+NAP). De relatief hoge waterstanden die deze peilbuis laat zien in de wintersituatie, geven waarschijnlijk het niveau van het opgebolde grondwater weer, niet per definitie de waterstand in het Kleine Turfgat op dat moment. Al is het wel zo dat in het Kleine Turfgat een groot deel van het jaar water aan maaiveld staat. Uit de laagste grondwaterstanden die in beide buizen zijn gemeten mag worden afgeleid dat in de huidige en de toekomstige situatie een verhang van circa 6,5 (Kleine Turfgat) naar 6,2 meter (peilbuis in het noordwesten) + N.A.P. zal optreden. Dat verhang is na uitvoering van het wateraanvoerplan nauwelijks veranderd, maar het niveau waarop het ligt wel: voor uitvoering van het wateraanvoerplan bedroegen de laagste waterstanden in de peilbuis bij het Kleine Turfgat ca. 6,2 en in die in het noordwesten ca. 5,9 + N.A.P. Deze verhoging van de laagste grondwaterstanden betekent dat er zich in het Kleine Turfgat eerder een plas vormt en dat die langer zal blijven bestaan, waardoor aan de zuidzijde in de rug de opbolling hoger zal zijn, maar vooral langduriger zal aanhouden. Gelet op de hoge bergingscapaciteit van lucht in vergelijking tot het fijne zand in de dekzandrug zal de stijging van de hoogste waterstanden in de plas geringer zijn dan die in de rug in het zuiden (met peilbuis 27HG70E), maar zal – gelet op het minder diep uitzakken van de waterstanden gedurende het jaar – de plas langer blijven bestaan en daarmee langer basenrijk water kunnen worden uitgeperst aan de rand van de plas.



Figuur 9: Locaties van de twee peilbuizen, bij het Kleine Turfgat en in het plangebied.



Figuur 10: Tijd-stijghoogtegrafiek van een peilbuis ten zuiden van het Kleine Turfgat (groen) en in de noordwesthoek van het maatregelgebied (rood). De groene lijn geeft de maaiveldhoogte van het Kleine Turfgat weer, de rode lijn de maaiveldhoogte van de noordelijke peilbuis. Daar kwam het water de afgelopen jaren volgens de grafiek niet aan maaiveld.

1. Herstel van voedselarme omstandigheden waarbij de waterhuishouding niet wordt geschaad:

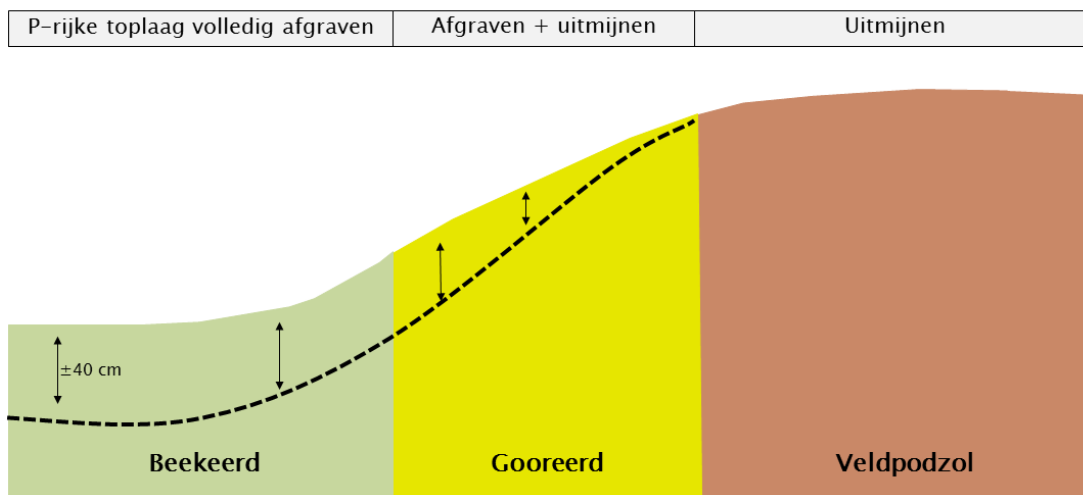
- Bij het afgraven, mag het maaiveld niet verder worden verlaagd dan de maaiveldhoogte van het Kleine Turfgat. Dit voorkomt het risico dat de herstelde slenkenstructuur het Kleine Turfgat zal draineren.
- Van oorspronkelijke lagere delen (beekeergronden) wordt de opgebrachte grond en de voedselrijke toplaag afgegraven. Die voedselrijkdom wordt vooral bepaald door de beschikbaarheid van fosfor. Dit is erg belangrijk om te voorkomen dat straks voedselrijk water het Kleine Turfgat vermist (zie Tekstkader 1).
- De ruggen (veldpodzolen) worden niet afgegraven om een maximale opbolling van het lokale watersysteem in het winterseizoen te bewerkstelligen. Dit voorkomt dat lage delen verdrogen door het diep afgraven van aangrenzende delen en is dus van groot belang, ook als dat betekent dat de toplaag op de ruggen voedselrijk blijft en er een risico is op uitspoeling van voedingsstoffen. Om voedingsstoffen versneld af te voeren, wordt in plaats van afgraven, een uitmijnbeheer voorgesteld (zie 3.5.2.).
- De overgang van wel naar niet afgegraven delen (kortom de gooreerdgronden) is geleidelijk.

Figuur 11 geeft globaal weer hoe er met de verschillende bodems wordt omgegaan.

Tekstkader 1: Het belang van afgraven van de P-rijke toplaag in de slenken.

Voor planten zijn fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) de belangrijkste voedingsstoffen. In Nederland vormen voornamelijk teveel P (in de vorm van fosfaat) en N (vaak in de vorm van nitraat) een probleem voor de ontwikkeling van voedselarme, soortenrijke natuur. Nitraat is, in tegenstelling tot fosfaat, relatief mobiel en wordt onder natte omstandigheden omgezet naar een variant die uit het systeem verdwijnt. Fosfaat blijft (onder droge omstandigheden) goed gebonden aan de bodem, waardoor het nog ligt opgehoopt in de toplaag (Lamers et al. 2005). Bij ontwikkeling van voedselarme natuur wordt dan vaak ook 'gestuurd' op minder P.

Als de waterhuishouding in het gebied is hersteld en het gebied natter wordt, zal in de slenken het grootste deel van het jaar water aan maaiveld staan. Onder zuurstofloze (=natte) omstandigheden zal in het geval dat er een voedselrijke bodem aanwezig is, fosfaat vrijkomen. Door in de laagste delen de volledige voedselrijke laag te verwijderen worden daar op de korte termijn voedselarme omstandigheden gecreëerd. Dit voorkomt dat voedselrijk water het Kleine Turfgat vermist en dat het gebied zal verruigen met ruigtesoorten zoals Pitrus.



Figuur 11: Doorsnede van het landschap met de overgang van beekeerd- en gooreerdgronden naar de veldpodzolen. Op de laagste plekken wordt de voedselrijke laag afgegraven (ca. 40 cm). De overgang naar de gooreerdgronden wordt geleidelijk gemaakt. Op die overgang en op de veldpodzolen is een uitmijnbeheer geschikt.

3.3 Maatregelen

3.3.1 T.b.v. herstel van de waterhuishouding

Er zijn in de omgeving diverse watergangen die het gebied ontwateren. Ten behoeve van de hydrologie van het Kleine Turfgat is het van belang dat de hydrologie zo goed mogelijk op orde komt en deze watergangen worden gedempt.

In het plangebied zelf liggen tevens meerdere watergangen (Figuur 12):

1. Aan de westrand van het plangebied
2. Aan de noordrand van het plangebied, tegen de Raamsweg



3. In het natuurgebied, ten zuiden van het Kleine Turfgat, ligt een hoger gelegen toegangsweg met aan weerszijden een bermgreppel.
4. Langs de zuidrand van het plangebied, op de grens met het natuurgebied Boetelerveld, ligt een rug met aan weerszijden een sloot. Beide sloten doorsnijden de slenk.
5. In het midden van het plangebied, van zuid naar noord.

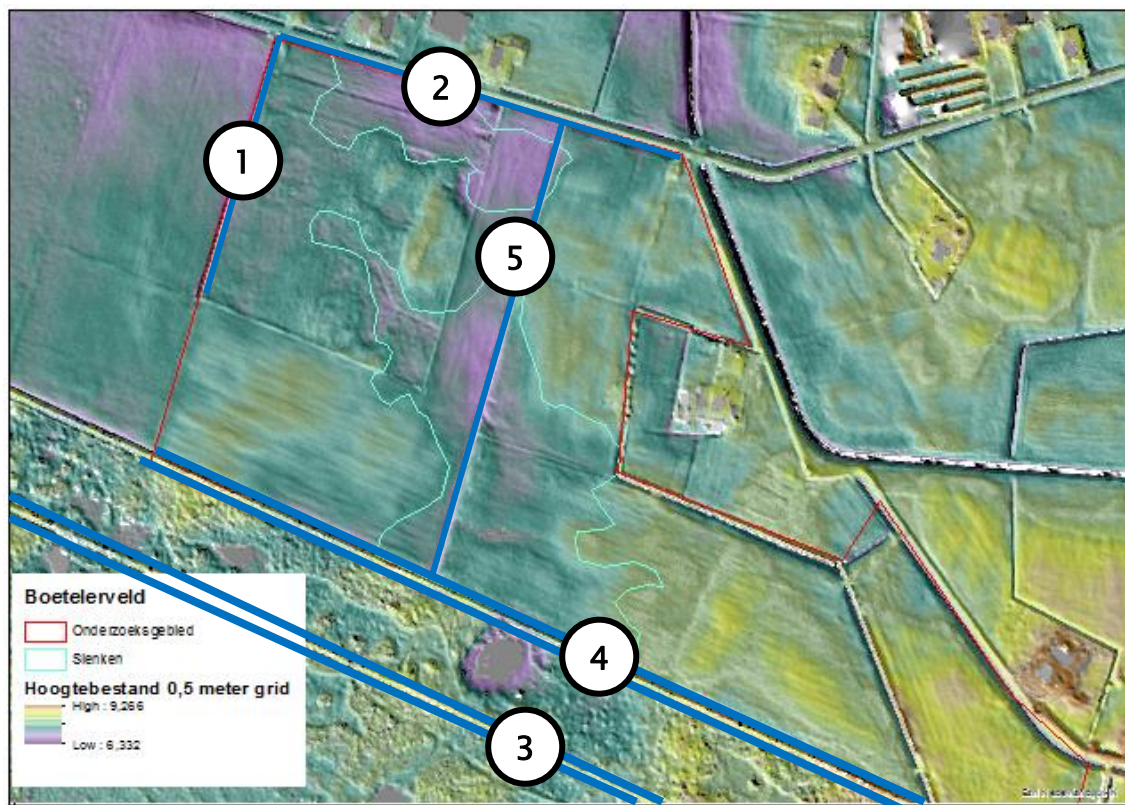
Maatregel bij 1: Vanwege de functie van de sloot aan de westrand, namelijk het ontwateren van het landbouwperceel ten westen van het plangebied, is dempen waarschijnlijk niet wenselijk. De sloot dient in ieder geval zo ver mogelijk te worden verondiept. Daarvoor moet eerst het organisch materiaal in de watergang worden verwijderd, waarna hij wordt verondiept met schoon (voedselarm) zand met dezelfde korrelgrootte als het zand in de omgeving.

Maatregel bij 2: De bermsloot ten noorden van het plangebied doorsnijdt de noordelijke slenk en is daarmee een belangrijke drainerende factor in herstel van het slenkensysteem. Omdat de sloot de Raamsweg ontwatert, is dempen waarschijnlijk niet wenselijk. De sloot dient in ieder geval zo ver mogelijk te worden verondiept. Daarvoor moet eerst het organisch materiaal in de watergang worden verwijderd, waarna hij wordt verondiept met schoon (voedselarm) zand met dezelfde korrelgrootte als het zand in de omgeving. Een bufferstrook/drempel van vijf meter breedte tussen de bermsloot en de noordelijke slenk moet voorkomen dat de bermsloot het water uit de slenken afvoert.

Maatregel bij 3: De opgehoogde oude toegangsweg ten zuiden van het Kleine Turfgat en de twee greppels die de toegangsweg flankeren, beïnvloeden de hydrologie van het Kleine Turfgat. Het voorstel is om met het zand van de opgehoogde weg de twee bermgreppels dempen. Daarbij dient eerst de organische toplaag te worden verwijderd van de toegangsweg en de sloten te worden opgeschoond.

Maatregel bij 4: De twee sloten op de overgang van het plangebied naar het Kleine Turfgat moeten worden gedempt. Dit kan, net als bij 3, worden gedaan door de organische toplaag van de tussenliggende wal te verwijderen, de sloten op te schonen en op te vullen met het zand van de wal. Hoe hoog het uiteindelijke maaiveld daardoor wordt is onbekend.

Maatregel bij 5: De sloot in het midden van het plangebied, die van zuid naar noord loopt, dient te worden gedempt. Daarvoor moet eerst het organisch materiaal in de watergang worden verwijderd, waarna hij moet worden gedempt met schoon (voedselarm) zand met dezelfde korrelgrootte als het zand in de omgeving.



Figuur 12: De watergangen in het plangebied.

3.3.2 T.b.v. herstel van voedselarme omstandigheden in de slenken

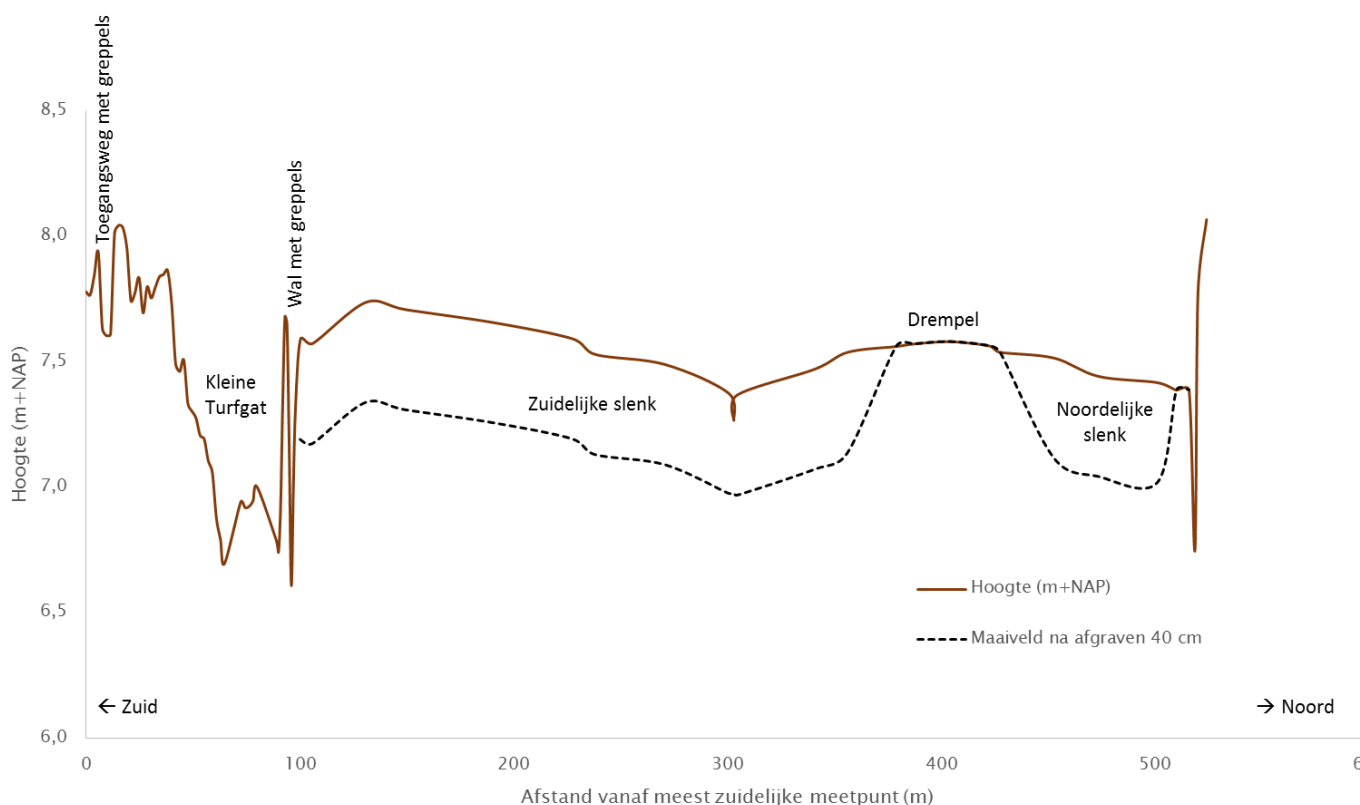
Het uitgangspunt voor het herstel van voedselarme omstandigheden is om opgebrachte grond in de slenken/beekeerdgronden en daarnaast de voedselrijke top laag te verwijderen. De resultaten van de bodemchemische analyses laten zien dat in de slenken de bodem tot in ieder geval 40 cm diep, rijk is aan fosfaat (zie notitie B-WARE, Bijlage 2). Belangrijk is dat de aanstaande slenken het Kleine Turfgat niet mogen draineren. Dat zou immers averechts werken met oog op de Natura 2000-doelen. Dat betekent dat de uiteindelijke maaiveldhoogte, dus na afgraven, niet lager mag zijn dan het laagste punt van het Kleine Turfgat. Uit hoogtemetingen blijkt dat, ook bij afgraven van de totale voedselrijke top laag van 40 cm, niet het geval. Dat is hieronder in Figuur 13 weergegeven in een doorsnede van zuid naar noord. In de doorsnede is aangegeven:

- Het huidige maaiveld (bepaald met de hoogtemetingen)
- De maaiveldhoogte na afgraven (beekeerden 40 cm, gooreerden ca 20 cm)

De zwarte top laag van ca 40 cm dik (de A-horizont) in de slenken/beekeerdgronden kan kortom volledig worden verwijderd. Vaak is dit tot op de minerale, voedselarme bodem. Het perceel in het noordwesten (zie inrichtingskaart, Figuur 14) betreft een uitzondering. Dit perceel is in het verleden slechts extensief gebruikt met als gevolg een relatief dunne bouwvoor met weinig P en een intact reliëf. Aanbevolen wordt daarom om dat perceel met rust te laten en slechts uit te mijnen (zie hoofdstuk 5 over het vervolgbeheer). Wel is het belangrijk dat er een goede overgang wordt gemaakt van dat perceel naar de slenk, zodat er geen onnatuurlijke drempels in het systeem komen. Daarbij dient in ieder geval van de slenken die buiten het noordwestelijke perceel vallen, de volledige voedselrijke top laag te



worden verwijderd (daar niet beginnen met de overgang naar niet afgraven). In Figuur 14 is globaal aangegeven waar moet worden afgegraven en waar niet.



Figuur 13: Doorsnede van het maaiveld van zuid (links) naar noord (rechts), vóór afgraven (bruine lijn) en na afgraven van 40 cm (zwarte stippellijn). De doorsnede is genomen door de beekeerdgronden, wat betekent dat overal 40 cm wordt afgegraven (behalve de drempel tussen de twee slenken; die blijft intact). De doorsnede laat zien dat daarbij het nieuwe maaiveld niet lager komt te liggen dan het Kleine Turfgat (dit is de doorsnede waarbij de slenk op zijn diepst is).

3.4 Voorwaarden voor gebruik aangrenzende gronden

Na het herstel van de slenken is uitspoeling van voedingsstoffen vanuit de hogere ruggen naar de slenken niet gewenst: dan bestaat alsnog het risico dat voedselrijk water het Kleine Turfgat zal vermesten. Hierbij is vooral uitspoeling van fosfaat belangrijk. Nitraat is, in tegenstelling tot fosfaat, relatief mobiel en wordt onder natte omstandigheden omgezet naar een stof die uit het systeem verdwijnt. Bij het bepalen van het risico op uitspoeling is met name de P-concentratie van de vrij-uitwisselbare fractie onder de bouwvoor relevant. Uit de bouwvoor zelf spoelt geen P uit wanneer er een uitmijnbeheer wordt toegepast (zie hoofdstuk 4).

In het plangebied is de P-concentratie onder de bouwvoor op de ruggen over het algemeen beperkt. Hierdoor is er nu een laag risico op uitspoeling van P naar de slenken. P bindt aan ijzer (Fe) en calcium (Ca) en van beide stoffen is de concentratie in de bodem van het plangebied hoog (zie bodemnotitie B-WARE, Bijlage 2). Dat er momenteel weinig P

uitspoelt, is ook te zien aan de lage P-concentratie in het grondwater, gemeten door B-WARE in 2014 (zie Van den Berg, 2014).

Plaatselijk is echter de P-concentratie onder de bouwvoor hoog en daar is het risico op uitspoeling groter. Na het dempen van de sloten in het gebied zullen bovendien ook de hogere ruggen natter worden. Onder natte condities worden fosfaten mobiel en kunnen vrijkomen. Dit vergroot de kans op uitspoeling van P. Bij bemesting in natte perioden zullen daarnaast voedingsstoffen rechtstreeks over maaiveld afstromen naar de slenken (zie notitie B-WARE, Bijlage 2). Tevens wordt het gebied slecht begaanbaar. Alsnog betreden voor het bemesten van de percelen, zal de bodem verdichten. Dit bemoeilijkt het inzijgen van regenwater (hetgeen juist belangrijk is voor de opbolling van water).

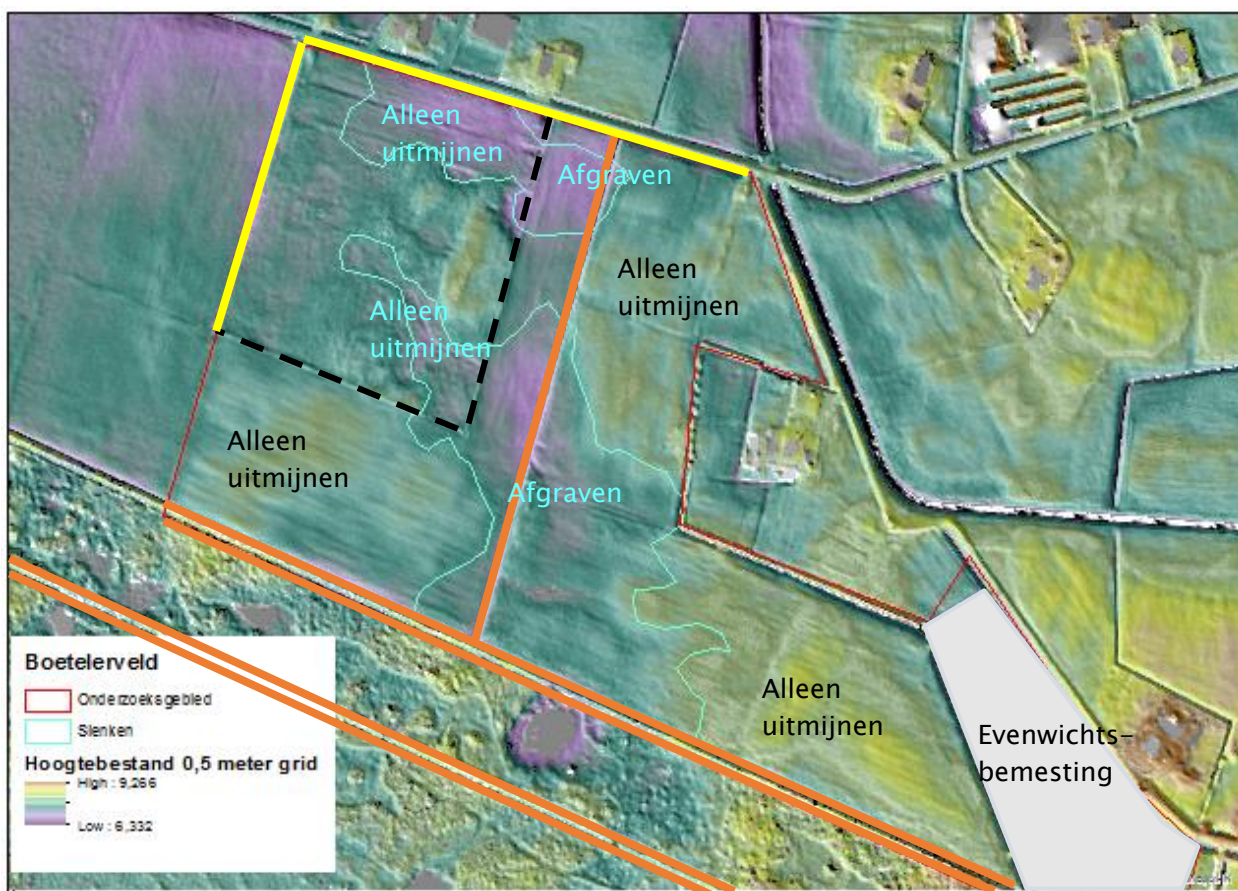
Samengevat geeft dit de conclusie: bemesting van de gronden rondom de slenken is in ieder geval onwenselijk. Ondanks het stoppen met bemesting kan fosfaat afspoelen naar de slenken waardoor zich Pitrus kan ontwikkelen. Metingen van het grondwater in het perceel ten zuidoosten laten echter zien dat de fosfaatconcentraties laag zijn. Waarschijnlijk zijn die veroorzaakt door hoge ijzer- en calciumconcentraties in de bodem. Fosfaatafspoeling is derhalve naar verwachting laag. Goed vervolgbeheer om eventueel pitrus-uitbreiding te voorkomen is evengoed wenselijk.

Wat betreft het uitsluiten van bemesting is het perceel in het zuidoosten een uitzondering (zie inrichtingskaart onder 3.6). Dit gebied ligt zodanig ver van de slenken dat de kans op uitspoeling van voedingsstoffen, ook in de natte situatie, gering is. Om uit- en/of afspoeling in dat gebied uit te sluiten, wordt aanbevolen hier niet meer dan evenwichtsbemesting toe te passen (evenveel fosfaat aanvoeren als wat er met het gewas wordt onttrokken).

3.5 Inrichtingskaart

Voor herstel van de hydrologie van het plangebied én herstel van de voedselarme omstandigheden, zijn samengevat de volgende inrichtingsmaatregelen nodig (Figuur 14):

- De slenken/beekeerdgronden dienen ca 40 cm te worden afgegraven, in principe tot op de minerale (voedselarme) ondergrond. Afgraven tot deze diepte is mogelijk zonder dat de slenken dan het Kleine Turfgat zullen draineren (zie 3.4.). De veldpodzolen worden niet afgegraven en de tussenliggende gooreerdgronden gemiddeld 20 cm. De overgang van de ruggen (die niet worden afgegraven) naar de slenken dient dus geleidelijk te zijn. Dit vraagt om precieze uitvoering in het veld.
- De slenken op het perceel in het noordwesten (omgeven door zwarte stippellijn) hoeven in principe niet te worden afgegraven, een uitmijnbeheer is voldoende. Maar: de overgang van de wel afgegraven naar niet afgegraven slenken dient geleidelijk te zijn. Daarbij moet wel de volledige P-rijke toplaag buiten het noordwestelijke perceel worden afgegraven. De overgang ligt dus volledig in het uit te mijnen deel.
- Het perceel in het zuidoosten (grijs) staat niet in verbinding met de slenken en is geschikt voor evenwichtsbemesting.
- De sloten in het plangebied moeten worden gedempt of verondiept (zie kaart).



Figuur 14: Inrichtingskaart met afgraaflocaties, in oranje de te dempen watergangen en in geel de te verondiepen watergangen. Let op dat de overgang tussen wel en niet afgraven geleidelijk moet zijn. Oude perceelsgrenzen in het plangebied zijn na uitvoering van de maatregelen niet meer zichtbaar.

4 Aandachtspunten bij uitvoering

Dit hoofdstuk geeft aandachtspunten voor de uitvoering van de maatregelen.

4.1 Planning

Om bodembeschadiging onder natte omstandigheden zo veel mogelijk te voorkomen, moeten de werkzaamheden in het droogste seizoen worden uitgevoerd (september/oktober). Het dempen van sloten en afgraven van bodem dient in dezelfde periode te worden uitgevoerd: door hydrologisch herstel wordt de bodem een stuk natter en het gebied dus steeds slechter toegankelijk voor de graafmachine. De kans op bodembeschadiging is een stuk groter wanneer het gebied natter wordt.

4.2 Dempen/verondiepen watergangen

Bij het dempen/verondiepen van de watergangen is het heel belangrijk dat allereerst het organisch materiaal wordt verwijderd. Daarna moeten de watergangen worden opgevuld met schoon (voedselarm) zand met dezelfde korrelgrootte als het zand in de omgeving.

4.3 Begeleiding bij uitvoering

De afgraafdieptes en -locaties komen nauw. Te diep afgraven is ongunstig voor de waterhuishouding, te ondiep afgraven is ongunstig omdat de bodem dan te voedselrijk blijft. Het is daarom van groot belang dat de uitvoering gebeurt onder begeleiding van een bodemkundige, die voor de kraan uit boringen plaatst en kan bijsturen op diepte.



5 Vervolgbeheer en aanbevelingen

5.1 Vervolgbeheer

In de slenken is maaien/afvoeren vooral in de eerste jaren na het afgraven van de toplaag aanbevolen, om ontwikkeling van algemene soorten en ruigtesoorten zoals Pitrus te voorkomen (zie notitie B-WARE, Bijlage 2). Het maaien moet in de droogste periode van het jaar worden gedaan (najaar) en op zo'n manier te worden uitgevoerd dat beschadiging van de bodem zoveel mogelijk wordt beperkt.

Op de ruggen en in het noordwestelijke perceel is een uitmijnbeheer geschikt. Afgraven is hier onwenselijk omdat het ten koste gaat van de opbolling van grondwater. Ook in het noordwestelijke perceel wordt afgraven afgeraden omdat het in het verleden slechts extensief is gebruikt, afgraven zou dan ten koste gaan van het (nog intacte) reliëf. Bij een uitmijnbeheer wordt kalium en/of stikstof (geen fosfor!) toegevoegd wat tot een hogere grasproductie leidt. Door maaien en afvoeren worden extra voedingstoffen afgevoerd en is dit een efficiënte manier om de fosforconcentratie terug te dringen. Door een gras-klavermengsel in te zaaien, is er geen bemesting met stikstof meer nodig: klavers staan er bekend om dat ze stikstof uit de lucht kunnen binden (zie notitie B-WARE, Bijlage 2). De P-uitspoeling zal naar verwachting fors afnemen wanneer er uitgemijnd gaat worden. Na 20 tot 50 jaar uitmijnen is de grond verschaald en is er geen uitspoeling meer van voedingsstoffen naar de slenken. De duur van het uitmijnen is afhankelijk van de P-concentratie in de toplaag en de dikte van die laag (zie notitie B-WARE Bijlage 2).

5.2 Aanbevelingen

Het advies is om binnen één jaar na afgraving maaisel/plagsel op te brengen uit een referentiegebied met blauwgrasland, zoals het Luttenbergerven. Dit stimuleert de kolonisatie van doelsoorten, van de oorspronkelijke zaadbank is namelijk vrijwel niets meer over na landbouwkundig gebruik. Herintroductie van deze soorten kan door maaisel/plagsel in te brengen uit een referentiegebied (zie notitie B-WARE, Bijlage 2). Samen met het 'enten' van de bodem met bodem uit hetzelfde referentiegebied, wordt het bodemleven hersteld en kunnen doelsoorten van schrale natuurtypen zich ontwikkelen. Dit is niet vereist om de Natura 2000-doelen na te komen, maar draagt wel bij aan een duurzaam herstel en voorkomt een verruiging met soorten als Pitrus.

Literatuur

Casparie W.A., 1972. Bog development in southeastern Drenthe (The Netherlands). Uitgeverij Dr. W. Junk N.V. 's Gravenhage.

Hammen T. van der & T.A. Wijmstra (eds), 1971. The upper Quaternary of the Dinkel valley (Twente, Eastern Overijssel, The Netherlands). Mededelingen Rijks Geologische Dienst. Offprint from nieuwe serie no. 22. Uitgevers Maatschappij Ernest van Aelst, Maastricht.

Jansen, A.J.M. (2010). Systeemanalyse Boetelerveld.

Lamers, L.P.M., Lucassen, E.C.H.E.T., Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (2005). Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. H₂O 38(17): 28–30.

Van den Berg, L.J.L. (2014). Analyse grondwaterkwaliteit in 8 percelen rondom het Boetelerveld. Onderzoekscentrum B-WARE, rapportnummer 2014.45.

Smeenge H. in voorbereiding. Proefschrift historische ecologie van Noordoost-Twente.



Bijlagen

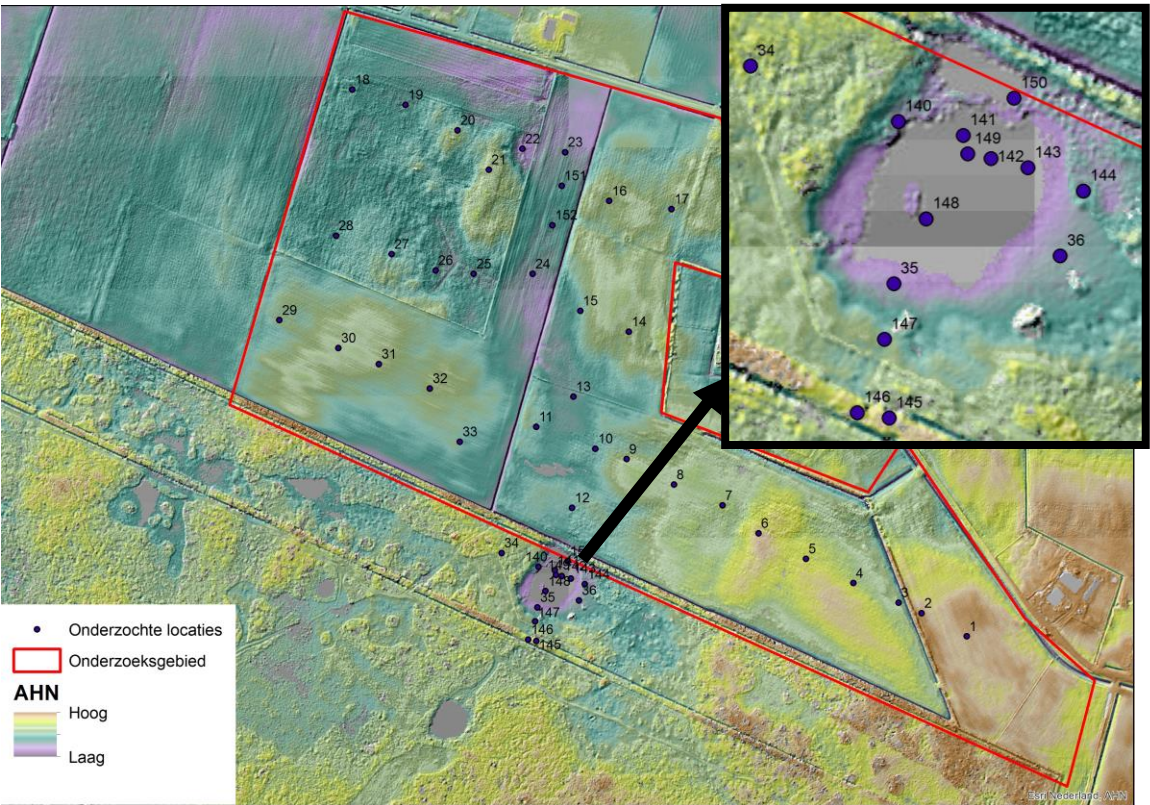
1. Bodembeschrijvingen
2. Bodemnotitie B-WARE inclusief uitmijnadvies

Bijlage 1 Bodembeschrijvingen

Bijlage 1 bestaat uit:

- 1. De bodembeschrijvingen van de 36 gedetailleerde boringen
- 2. Een tabel met alle boringen met daarbij het bodemtype en de dikte van de verstoorde en opgebrachte laag

1. Bodembeschrijving gedetailleerde boringen



Nr	1		Nr	2	
X,Y	219793, 486738		X,Y	219754, 486758	
Bodemtype	Veldpodzol		Bodemtype	Gooreerd	
Opgebracht (cm)	-		Opgebracht (cm)	-	
Diepte	Beschrijving	Opmerking	Diepte	Beschrijving	Opmerking
0-30	Ap		0-30	Ap	
30-50	BCu		30-45	Ce	
50-70	Cg		45-55	Cg	fossiel
70-100	Ce		55-70	Cgr1	fijn dekzand, zwak lemig
100-150	Cer		70-100	Cgr2	fluvioperiglaciaal
±150	Cr	Niet duidelijk	100-120	Cer	



Nr 3
X,Y 219734, 486767
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) 40

Diepte	Beschrijving	Opmerking
0-45	Aa	
45-50	AhB	
50-85	Ce	
85-100	Cg	
100-120	Cer	
±120	Cr	

Nr 5
X,Y 219654, 486805
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) 30

Diepte	Beschrijving	Opmerking
0-30	Aap	
30-85	Ah/Cg	
85-110	Ahb	Zeggeresten
110-115	Ah/Cg	

115-130

Cer

Nr 7
X,Y 219582, 486851
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-40	Ap
40-60	BCu
60-90	Ce
90-120	Cer

Nr 4
X,Y 219695, 486784
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) 40

Diepte	Beschrijving	Opmerking
0-40	Aap	
40-80	Ah/Cg	gediepploegd
80-100	Cg	
100-120	Cgr	

Nr 6
X,Y 219613, 486827
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) 50

Diepte	Beschrijving	Opmerking
0-50	1Aapgc	sterk lemig, ijzerconcreties aangevoerd van elders
50-60	2Ah/Cu	
60-80	2Aap1	oud opgebracht maaiveld met moerige resten
80-90	2Aap2	oud opgebracht maaiveld
90-100	2Ahb/Ce	kleine zeggen, mogelijk veenmos, sterk veraard
100-120	3Ce	

Nr 8
X,Y 219540, 486869
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-45	Ap
45-80	BC
80-110	Cg
110-120	Cer

Nr 9
X,Y 219499, 486891
Bodemtype Beekeerd/gooreerd
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-40	Ap
40-45	Cer1 Fossiel
45-100	Cg
100-120	Cer2

Nr 11
X,Y 219421, 486919
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-40	Ap
40-80	Cg deels fossiel
80-120	Cgr

Nr 13
X,Y 219453, 486945
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) -

Diepte	Beschrijving
0-40	Ap homogeen
40-50	Ap/Cg
50-70	Cg
70-110	Cgr
110-120	Cr

Nr 10
X,Y 219472, 486900
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-30	Ap
30-45	A/Cg
45-70	Cg
70-110	Cer
110-120	Cr

Nr 12
X,Y 219452, 486849
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0-20	Ap
20-45	A/Cg
45-70	Cg
70-100	Cgr1
100-120	Cer2

Nr 14
X,Y 219501, 487001
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) -

Diepte	Beschrijving
0-50	Ap/AE
50-70	BC verkit
70-110	Ce
110-120	Cer



Nr 15
X,Y 219459, 487019
Bodemtype Beekeerd/Gooreerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–35	Ap
35–50	Cg1
50–85	Cg2
85–100	Cgr
100–120	Cer

Nr 16
X,Y 219484, 487114
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–40	Ap
40–50	Bhs
50–80	BCu
80–110	Ce
110–120	Cer

Nr 17
X,Y 219538, 487107
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–40	Ap
40–50	Bhs
50–55	BCu
55–60	Ce
60–80	Cg
80–100	Ce
100–120	Cer

Nr 18
X,Y 219262, 487210
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–40	ApCg
40–120	Cg

Nr 19
X,Y 219308, 487197
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) Onduidelijk

Diepte	Beschrijving
0–40	Ah/Ce
40–45	Ce
45–70	Cg1 sterk lemig dekzand
70–100	Cg2 zwak lemig dekzand
100–120	Cer

Nr 20
X,Y 219353, 487175
Bodemtype Gooreerd/Beekeerd
Opgebracht (cm)

Diepte	Beschrijving
0–35	Ap
35–40	Ce
40–55	Cgc
55–85	Ce historische GLG
85–120	Cg recente roest

Nr 21
X,Y 219380, 487141
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–20	Ap
20–30	A/E/B
30–40	BCu
40–60	Ce
60–100	Cg
100–120	Cgr

Nr 23
X,Y 219446, 487156
Bodemtype Gooreerd/Beekeerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–40	Apg
40–70	Cg
70–100	Cgr
100–120	Cer
±120	Cr

Nr 25
X,Y 219367, 487051
Bodemtype Gooreerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–15	Ap
15–60	Ce fijn dekzand
60–80	Cg fluvioperiglaciaal
80–120	Cr

Nr 22
X,Y 219409, 487159
Bodemtype Vlakvaag
Opgebracht (cm) 10

Diepte	Beschrijving
0–10	Aa
10–60	Ah/Ce
60–90	Ce
90–120	Cer

Nr 24
X,Y 219418, 487051
Bodemtype Gooreerd/Beekeerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–35	Ap
35–60	Cg sterk lemig
60–100	Cgr
100–120	Cer wortelresten els
±120	Cr

Nr 26
X,Y 219334, 487054
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–30	Ah/CE moerige resten
30–45	BC
45–70	Ce
70–100	Cer
100–120	Cr



Nr 27
X,Y 219296, 487068
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–15	Ah1 moerige resten
15–45	Ah/BC2
45–70	BC
70–100	Ce
100–120	Cr

Nr 29
X,Y 219199, 487011
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–35	Ap
35–60	BC
60–100	Cgr
100–120	Cer

Nr 31
X,Y 219285, 486973
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–30	Ap
30–40	Cg1 fossiel
40–120	Cg2

Nr 28
X,Y 219248, 487084
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–30	Ap/Cg moerige resten sterk lemig zand (bijna keileem)
30–60	Cg
60–70	Cgc zwak lemig
70–100	Cgr
100–120	Cer

Nr 30
X,Y 219250, 486987
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–20	Ap
20–45	BCu
45–55	Ce
55–75	Cg1 fijn dekzand, zwak lemig
75–110	Cg2 fluvioperiglaciaal
110–120	Cer

Nr 32
X,Y 219329, 486952
Bodemtype Vlakvaag?
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–20	Ap
20–40	Ce
40–120	Cg

Nr 33
X,Y 219355, 486906
Bodemtype Veldpodzol
Opgebracht (cm) –

Diepte	Beschrijving
0–45	Ap
45–60	BC
60–80	Ce
80–110	Cer
110–120	Cr

Nr 34
X,Y 219391, 486810
Bodemtype Gooreerd, verdroogd
Opgebracht (cm) 0

Diepte	Beschrijving
0–5	Ap oud dekzand
5–30	A/Cu oud dekzand
30–50	1Cg oud dekzand
50–60	2Cg1 fossiele roest
60–110	2Cg2 actieve roest
110–160	Cer
160–170	Cr

Nr 35
X,Y 219422, 486763
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) 0

Diepte	Beschrijving
0–10	Ap oud dekzand
10–30	Ap/Cg oud dekzand
30–60	Cg fluvioperiglaciaal
60–70	Cgr
70–110	Cer
110–130	Cr

Nr 36
X,Y 219458, 486769
Bodemtype Beekeerd
Opgebracht (cm) 0

Diepte	Beschrijving
0–20	Apg oud dekzand
20–30	Ap/Cgc oud dekzand
30–45	Cgc oud dekzand
45–60	Cge fluvioperiglaciaal
	fluvioperiglaciaal
60–110	Cer met houtresten
	fluvioperiglaciaal
110–130	Cr met houtresten



Beknopte bodembeschrijvingen

Nr	X	Y	Datum	Bodemtype	Opgebracht (cm-mv)	Vergraven (cm-mv)	Totaal verstoord (cm-mv)
1	219793	486738	dec-15	Veldpodzol		30	30
2	219754	486758	dec-15	Gooreerd		30	30
3	219734	486767	dec-15	Vlakvaag	45		45
4	219695	486784	dec-15	Vlakvaag	40	40	80
5	219654	486805	dec-15	Vlakvaag	30	55	85
6	219613	486827	dec-15	Vlakvaag	50	50	100
7	219582	486851	dec-15	Veldpodzol		45	45
8	219540	486869	dec-15	Veldpodzol		40	40
9	219499	486891	dec-15	Beekeerd/Gooreerd		40	40
10	219472	486900	dec-15	Veldpodzol		30	30
11	219421	486919	dec-15	Beekeerd		40	40
12	219452	486849	dec-15	Beekeerd		20	20
13	219453	486945	dec-15	Beekeerd		50	50
14	219501	487001	dec-15	Veldpodzol		50	50
15	219459	487019	dec-15	Beekeerd/Gooreerd		35	35
16	219484	487114	dec-15	Veldpodzol		40	40
17	219538	487107	dec-15	Veldpodzol		40	40
18	219262	487210	dec-15	Beekeerd		40	40
19	219308	487197	dec-15	Gooreerd/Vlakvaag		40	40
20	219353	487175	dec-15	Beekeerd/Gooreerd		35	35
21	219380	487141	dec-15	Veldpodzol		20	20
22	219409	487159	dec-15	Vlakvaag	10	50	60
23	219446	487156	dec-15	Beekeerd/Gooreerd		40	40
24	219418	487051	dec-15	Beekeerd		35	35
25	219367	487051	dec-15	Gooreerd		15	15
26	219334	487054	dec-15	Veldpodzol		30	30
27	219296	487068	dec-15	Veldpodzol		45	45
28	219248	487084	dec-15	Beekeerd		30	30
29	219199	487011	dec-15	Veldpodzol		35	35
30	219250	486987	dec-15	Veldpodzol		20	20
31	219285	486973	dec-15	Beekeerd		30	30
32	219329	486952	dec-15	Gooreerd		20	20
33	219355	486906	dec-15	Veldpodzol		45	45
34	219391	486810	dec-15	gooreerd		5	5
35	219422	486763	dec-15	beekeerd		10	10
36	219458	486769	dec-15	beekeerd		20	20
37	219563	486774	dec-15	beekeerd/gooreerd	?	45	45
38	219575	486794	dec-15	beekeerd	?	35	35
39	219530	486791	dec-15	gooreerd	?	45	45
40	219542	486812	dec-15	gooreerd	0	45	45
41	219512	486826	dec-15	beekeerd	?	45	45

42	219486	486832	dec-15	beekeerd	?	45	45
43	219493	486806	dec-15	beekeerd	?	100	100
44	219471	486816	dec-15	beekeerd	40	20	60
45	219460	486818	dec-15	beekeerd	60	10	70
46	219458	486836	dec-15	beekeerd		60	60
47	219448	486831	dec-15	veen	90	-30	60
48	219440	486832	dec-15	gooreerd/beekeerd	60	0	60
49	219444	486843	dec-15	beekeerd	40	20	60
50	219479	486828	dec-15	beekeerd	50	10	60
51	219438	486835	dec-15	gooreerd	50	0	50
52	219433	486856	dec-15	beekeerd	?	60	60
53	219416	486861	dec-15	gooreerd	?	40	40
54	219417	486848	dec-15	beekeerd	?	50	50
55	219438	486872	dec-15	beekeerd	?	45	45
56	219426	486895	dec-15	gooreerd	?	40	40
57	219416	486882	dec-15	gooreerd	?	30	30
58	219441	486892	dec-15	vlakvaag	70	30	100
59	219452	486871	dec-15	beekeerd	0	55	55
60	219465	486880	dec-15	beekeerd	0	50	50
61	219452	486906	dec-15	beekeerd	0	40	40
62	219450	486926	dec-15	beekeerd	0	40	40
63	219470	486917	dec-15	beekeerd	0	45	45
64	219437	486884	dec-15	beekeerd	0	40	40
65	219437	486894	dec-15	beekeerd	?	45	45
66	219445	486892	dec-15	beekeerd	?	45	45
67	219466	486866	dec-15	beekeerd	?	60	60
68	219477	486875	dec-15	beekeerd	?	40	40
69	219495	486859	dec-15	gooreerd/beekeerd	?		0
70	219487	486853	dec-15	beekeerd	50	10	60
71	219508	486848	dec-15	gooreerd	0	30	30
72	219524	486845	dec-15	gooreerd/beekeerd	0	40	40
73	219522	486856	dec-15	gooreerd	0	40	40
74	219549	486834	dec-15	veldpodzol	0	0	0
75	219559	486850	dec-15	gooreerd/veldpodzol	0	35	35
76	219587	486773	dec-15	gooreerd	60	20	80
77	219608	486763	dec-15	gooreerd	40	30	70
78	219630	486751	dec-15	gooreerd	40	10	50
79	219660	486738	dec-15	gooreerd	40	40	80
80	219685	486728	dec-15	veldpodzol	?	80	80
81	219690	486752	dec-15	veldpodzol	?	50	50
82	219651	486781	dec-15	veldpodzol	?	110	110
83	219613	486801	dec-15	veldpodzol	?	120	120
84	219405	486902	dec-15	veldpodzol	0	40	40
85	219430	486941	dec-15	beekeerd	0	30	30



86	219466	486945	dec-15	beekeerd	0	40	40
87	219461	486919	dec-15	beekeerd	0	40	40
88	219491	486943	dec-15	gooreerd	0	30	30
89	219522	486933	dec-15	gooreerd	0	40	40
90	219521	486954	dec-15	gooreerd	0	40	40
91	219519	486970	dec-15	gooreerd/veldpodzol	0	35	35
92	219509	486989	dec-15	gooreerd/beekeerd	0	30	30
93	219486	486998	dec-15	veldpodzol	20	35	55
94	219483	486979	dec-15	beekeerd	0	40	40
95	219474	486962	dec-15	beekeerd	0	45	45
96	219452	486967	dec-15	beekeerd	20	30	50
97	219459	486980	dec-15	beekeerd	0	40	40
98	219467	487005	dec-15	gooreerd	0	35	35
99	219452	487051	dec-15	gooreerd	0	40	40
100	219454	487073	dec-15	gooreerd	0	50	50
101	219445	487038	dec-15	gooreerd	0	40	40
102	219437	487008	dec-15	beekeerd	0	45	45
103	219431	486990	dec-15	beekeerd	0	35	35
104	219427	486980	dec-15	beekeerd	0	40	40
105	219427	486972	dec-15	beekeerd	0	50	50
106	219411	487019	dec-15	beekeerd	0	30	30
107	219395	487008	dec-15	beekeerd	0	35	35
108	219412	486994	dec-15	beekeerd	0	35	35
109	219404	486975	dec-15	beekeerd	0	30	30
110	219385	486985	dec-15	gooreerd	0	40	40
111	219363	486994	dec-15	beekeerd	0	35	35
112	219341	487007	dec-15	gooreerd	0	35	35
113	219328	486990	dec-15	veldpodzol	0	35	35
114	219358	486976	dec-15	veldpodzol	0	30	30
115	219367	487012	dec-15	veldpodzol	20	10	30
116	219341	487027	dec-15	veldpodzol	0	30	30
117	219352	487063	dec-15	gooreerd	0	20	20
118	219177	486953	dec-15	gooreerd	0	20	20
119	219215	486934	dec-15	beekeerd	0	25	25
120	219255	486910	dec-15	gooreerd	0	40	40
121	219280	486903	dec-15	veldpodzol	0	40	40
122	219281	486892	dec-15	veldpodzol	0	30	30
123	219328	486886	dec-15	veldpodzol	0	30	30
124	219354	486869	dec-15	beekeerd	0	30	30
125	219381	486912	dec-15	veldpodzol	0	50	50
126	219361	487091	dec-15	veldpodzol	0	20	20
127	219345	487105	dec-15	veldpodzol	0	20	20
128	219310	487110	dec-15	gooreerd	0	20	20
129	219289	487122	dec-15	gooreerd	0	30	30

130	219294	487163	dec-15	beekeerd	0	25	25
131	219320	487234	dec-15	gooreerd	0	45	45
132	219344	487230	dec-15	beekeerd	0	35	35
133	219362	487206	dec-15	gooreerd	0	30	30
134	219383	487227	dec-15	gooreerd	0	45	45
135	219406	487201	dec-15	beekeerd	0	35	35
136	219460	487187	dec-15	gooreerd	0	35	35
137	219438	487199	dec-15	beekeerd	0	35	35
138	219467	487175	dec-15	gooreerd/veldpodzol	0	45	45
139	219433	487180	dec-15	beekeerd	0	35	35
140	219423	486798	jul-16	beekeerd	0	0	0
141	219437	486795	jul-16	broekeerd	0	0	0
142	219443	486790	jul-16	beekeerd	0	0	0
143	219451	486788	jul-16	broekeerd	0	0	0
144	219463	486783	jul-16	beekeerd	0	0	0
145	219421	486734	jul-16	veldpodzol	0	0	0
146	219420	486751	jul-16	gooreerd	15	0	15
147	219420	486751	jul-16	gooreerd	0	0	0
148	219429	486777	jul-16	beekeerd	0	0	0
149	219438	486791	jul-16	broekeerd			
150	219448	486803	jul-16	beekeerd	0	0	0
151	219443	487127	jul-16	beekeerd	0	35	35
152	219435	487093	jul-16	beekeerd	0	25	25



Bijlage 2 **Bodemnotitie Boetelerveld B-WARE**