ALTERRA
WAGENINGEN UR

Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in De Wieden

Bodemchemisch en -geografisch onderzoek

S.P.J. van Delft
F. Brouwer







Alterra-rapport 1917, ISSN 1566-7197

Natuurpotentie projectgebied “Veldweg-Reeënweg” in De Wieden

In opdracht van Natuurmonumenten

Projectcode [5236193]

Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in De Wieden

Bodemchemisch en –geografisch onderzoek

Bas van Delft
Fokke Brouwer

Alterra-Rapport 1917

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Delft, Bas van; Brouwer; Fokke, 2009. *Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in De Wieden; Bodemchemisch en –geografisch onderzoek*. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1917. 80 blz.; 17 fig.; 23 tab.; 32 ref.

Van het projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in De Wieden was onvoldoende actuele informatie beschikbaar over bodemopbouw, voedselrijkdom van de bovengrond en de waterhuishouding om een ontwerpplan te kunnen opstellen voor inrichting voor de beoogde natuurdoelen. Er is actuele patrooninformatie verzameld over zand- en veendikte en over het grondwaterstandverloop. Het gebied moet als geheel als infiltratiegebied beschouwd worden, maar door de instroom van schoon oppervlaktewater met een lithotroof karakter is de verwantschap met zacht grondwater vrijwel overal groot. Via steekproeven in twee deelgebieden bleek dat de gemiddelde fosfaatverzadigingsindex over het algemeen redelijk gunstig is. In het zuidelijk deelgebied is de fosfaattoestand iets gunstiger dan in het noorden. Afgraven van de bovenste 10 cm met het doel de fosfaattoestand te verbeteren zal weinig winst opleveren, omdat de laag hieronder niet veel minder fosfaat bevat. Dieper afgraven is niet wenselijk omdat de standplaats dan te nat wordt en de draagkracht te gering voor het beheer. Als omvormingsbeheer wordt uitmijnen aanbevolen omdat daarmee de gewenste verlaging van de fosfaattoestand aanzienlijk sneller bereikt kan worden dan met verschralen.

Trefwoorden: Natuurontwikkeling, fosfaat, ijzer, inrichtingsmaatregel, uitmijnen, afplaggen.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

[Alterra-Rapport 1917/november/2009]

Inhoud

Woord vooraf 7
Samenvatting 9

1 Inleiding 12

2 Methode bodemgeografisch en geochemisch onderzoek 16

2.1 Veldopname 16

2.2 Grondwaterstandsmetingen 17

2.3 Indeling van de gronden 17

2.4 Opzet van de legenda 17

2.5 Digitale verwerking en opslag van de bodemkundige gegevens 18

2.6 Waterkwaliteitsonderzoek 18

2.7 Bodemkwaliteitsonderzoek 18
2.7.1 Deelgebieden 18
2.7.2 Gestratificeerde enkelvoudige aselecte steekproef 19
2.7.3 Bodembemonstering en -analyse 19

2.8 Realisatiekansen Natuurdoelen 21

3 Resultaten bodemgeografisch onderzoek; beschrijving van de bodem- en grondwatertrappenkaart en geochemisch onderzoek 22

3.1 Veengronden 22
3.1.1 Madeveengronden [aVp] 23
3.1.2 Meerveengronden [zVc, zVz en zVp] 23

3.2 Moerige gronden 23
3.2.1 Moerige podzolgronden [aWp en zWp] 23

3.3 Zandgronden 24
3.3.1 Veldpodzolgronden [Hn51] 24
3.3.2 Vlakvaaggronden [Zv51] 25

3.4 Toevoegingen 25

3.5 Grondwatertrappen 26

3.6 Waterkwaliteit en zuurbuffer 27
3.6.1 Ruimtelijke verspreiding referentiewatertypen 28
3.6.2 Oppervlaktewaterkwaliteit 31
3.6.3 Ruimtelijke verbreiding van zacht grondwater in het gebied 32
3.6.4 Kwelinvloed naar maaiveld (pH profielen) 34
3.6.5 Ruimtelijke verbreiding van kwelinvloed 37

3.6.6 Zuur/Basentoestand 42
3.7 Fosfaattoestand 43
3.8 Realisatiekansen voor natuurdoeltypen 49
3.9 Advies inrichtingsmaatregelen 59
4 Conclusies en aanbevelingen 64
Literatuur 67
Bijlage 1 Bodem-pH metingen 71
Bijlage 2 pH profielen en referentiewatertypen bij de watermonsters 73
Bijlage 3 Analyseresultaten bodemmonsters (fosfaat) 77
Bijlage 4 Beoordeling fosfaattoestand 79

Kaarten

1. Bodem
2. Grondwatertrappen
3. Boorpunten
4. Dikte zand- en humushoudende bovengrond
5. Dikte veentussenlaag of –ondergrond
6. Drooglegging winterperiode
7. Drooglegging zomerperiode
8. Hydrotypen

Woord vooraf

Ten zuidoosten van het Nationaal Park Weerribben-Wieden wil Natuurmonumenten 46 ha grasland omvormen tot soortenrijk grasland en/of blauwgrasland. De graslanden worden al 7 jaar extensief beheerd. Toch blijft een verdere verschraling naar kruidenrijk grasland steken. De precieze oorzaak van deze stagnatie is nog onvoldoende duidelijk. Wel is bekend dat de bodemopbouw en de vermesting hierin een belangrijke rol spelen. Voor het beoordelen van de kansen voor natuurontwikkeling is ook de huidige grondwaterkwantiteit en -kwaliteit van groot belang. Er is bij Natuurmonumenten onvoldoende actuele gebiedsinformatie aanwezig over bodemopbouw en voedselrijkdom van de grond om de juiste inrichtingsmaatregelen vast te stellen.

Natuurmonumenten heeft daarom aan Alterra opdracht verstrekt voor een bodemgeografisch en bodemchemisch onderzoek om in het kennis hiaat te voorzien. Namens Natuurmonumenten werd het onderzoek begeleid door Dominique Bokeloh en Broer Blaauwbroek. De samenwerking is in een prettige en coöperatieve sfeer verlopen.

Samenvatting

Achtergrond en doel

De Wieden zal binnenkort worden aangewezen als Natura-2000-gebied. Herstel en uitbreiding van blauwgrasland is één van de N2000-instandhoudingsdoelen voor de Wieden. Met het huidige verschralingsbeheer (hooien en beweiding door schapen) lukt het in het natuurinrichtingsgebied "Veldweg-Reeënweg" (nog) niet om meer gewaardeerde stadia als schraalgrasland of dotterbloemhooiland te ontwikkelen. De vraag is of dit met inrichtingsmaatregelen, zoals afplaggen wel (sneller) mogelijk is. Bronvegetaties voor de doelsoorten van blauwgrasland zijn in de directe omgeving aanwezig. In De Wieden komt nog ca 9 ha blauwgrasland voor, terwijl in het projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in het verleden ook blauwgrasland voor kwam. Verwacht kan worden dat als aan de abiotische randvoorwaarden voldaan wordt, vestiging van deze doelsoorten opnieuw mogelijk moet zijn. Daarbij wordt voor de fosfaattoestand bij alle natuurdoeltypen in dit gebied uitgegaan van een grenswaarde voor PSI bij 0,1. Voor de schrale typen (blauwgrasland en heischraal grasland) geldt als aanvullende eis dat P-ox lager moet zijn dan 200 mg/kg. Dotterbloemhooiland verdraagt een wat hogere voedselrijkdom. Daarvoor wordt 1000 mg/kg als grens voor P-ox gehanteerd. De zuurgraad dient matig zuur tot zwak zuur te zijn. Het grondwatertype in De Wieden dient voor deze natuurdoeltypen een lithotroof karakter te hebben en goed door te kunnen dringen in de wortelzone. De sloten zijn botanisch waardevol hetgeen wijst op een goede waterkwaliteit. Aan de hand van gerichte veldmetingen geeft dit onderzoek actuele informatie over bodemopbouw, voedselrijkdom van de bovengrond en de waterhuishouding voor het opstellen van een ontwerpplan.

Bodem- en grondwatertrappenkaart

Het gebied bestaat uit 46 ha, waarvan 25 ha wordt ingenomen door moerige gronden, 12 ha door veengronden en 9 ha door zandgronden. Het merendeel van de moerige gronden en veengronden heeft een opgebracht zanddek en onder de veenlaag is een zandondergrond met een humuspodzol aanwezig. De onderscheiden Gt's op de grondwatertrapenkaart zijn Ia, IIa, IIb, IIIa en IIIb, met de grootste oppervlakte van Gt IIa (22 ha) en Gt Ia (16 ha).

Waterkwaliteit, basen- en zuurtoestand

Om inzicht te krijgen in de mate waarin het instromend oppervlaktewater van invloed is op de grondwaterkwaliteit zijn 2 oppervlaktewatermonsters en 8 grondwatermonsters van het bovenste grondwater (rond GLG niveau) genomen. De oppervlaktewatermonsters zijn genomen bij de instroom in het gebied en in een sloot in het zuidoosten, om na te gaan hoe de samenstelling veranderd is tijdens het verblijf in het gebied. Het gebied moet als geheel als infiltratiegebied beschouwd worden, maar door de instroom van schoon oppervlaktewater met een lithotroof karakter is de verwantschap met zacht grondwater vrijwel overal groot. Aan de hand van meer dan honderd pH-profielen is onderzocht in hoeverre het oppervlaktewater is doorgedrongen in de wortelzone. De invloed van zacht grondwater is over het

algemeen groot, behalve bij een aantal percelen waarbij de aanvoercapaciteit van de sloten beperkt is. De waterkwaliteit en het grondwaterregime zijn geschikt voor de beoogde typen natuurgrasland.

Steekproef in relatie tot voedselrijkdom van de bovengrond
Om een beeld te krijgen van de voedselrijkdom van de bovengrond van het gebied is gekeken of er deelgebieden zijn te onderscheiden op basis van een combinatie van hydrologische en bodemgenetische eigenschappen en/of op basis van historie van landgebruik. Verschillen in de intensiteit van het verschralingsbeheer in de laatste 7 jaar zijn beslissend geweest voor het opsplitsen van het natuurinrichtingsgebied in een noordelijk en een zuidelijk deelgebied. In beide deelgebieden zijn per deelgebied op 8 locaties de bovengrond (0-10 cm – mv.) en de laag daaronder (10-20 cm – mv.) bemonsterd en geanalyseerd op het fosfaatbindendvermogen, de fosfaatverzadigingsindex, en het beschikbaar fosfaat. Op basis van deze steekproef is voor beide deelgebieden de gemiddelde fosfaattoestand bepaald.

Fosfaattoestand
Het onderzoek naar de fosfaattoestand is gebaseerd op de theorie dat anorganisch fosfaat in een bodemvocht-oplossing wordt verondersteld te worden geadsorbeerd aan ijzer- en aluminium-oxiden, waarna zich een evenwichtsreactie instelt. De verhouding tussen fosfaat en ijzer- en aluminiumoxiden in de bodem (de fosfaatverzadigingsindex: PSI) is bepalend voor de mobilisatie en beschikbaarheid van fosfaat. Het risico van interne eutrofiëring door vernatting wordt bepaald door de verhouding tussen P- en Fe-oxiden in de bodem en is gering bij een overmaat aan Fe in de bodem.

Voor het al of niet kunnen ontwikkelen van blauwgrasland e.d. in het gebied "Veldweg-Reeënweg" is de fosfaattoestand bepalend. Via steekproeven in twee deelgebieden bleek dat de gemiddelde fosfaatverzadigingsindex zich onder een waarde van 0,145 bevindt, wat over het algemeen redelijk gunstig is. In het zuidelijk deelgebied is de fosfaattoestand iets gunstiger dan in het noorden, mogelijk door een wat intensiever verschralingsbeheer in de laatste jaren, maar ook de grotere fosfaatbuffercapaciteit zal hier een rol spelen.

Advies
Het verschil in de fosfaattoestand tussen de bemonsterde lagen (0-10 cm en 10 – 20 cm) is niet groot. Afgraven van de bovenste laag lijkt daarom weinig zinvol. Dieper afgraven is niet wenselijk omdat de standplaats dan te nat wordt en de draagkracht te gering voor het beheer. Indien de fosfaattoestand ver genoeg verlaagd kan worden kan blauwgrasland ontwikkeld worden in het grootste deel van het gebied, met uitzondering van de wat drogere delen in het oosten en plaatselijk in het noorden. Daar waar de invloed van zacht grondwater het grootst is en zwak zure bovengronden voorkomen kan de orchideeënrijke variant van blauwgrasland verwacht worden. Dat is nu vooral het geval in lagere delen in het westen. Op de delen die te droog zijn voor blauwgrasland kan bij voldoende verschraling heischraal grasland tot ontwikkeling komen. Indien de fosfaattoestand (nog) niet ver genoeg verlaagd kan worden voor de schrale natuurdoeltypen is dotterbloemhooiland

mogelijk in het deel van het gebied dat ook geschikt is voor blauwgrasland en de nattere delen (met grondwatertrap IIIa) van het areaal waar heischraal grasland verwacht wordt. Hier zal echter, met name voor de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid de realisatiekans beperkt zijn omdat daarvoor het grondwater tijdens het groeiseizoen te diep wegzakt. Door verschraling of uitmijnen kan de fosfaattoestand verder verbeterd worden. Voor dotterbloemhooiland kan met uitmijnen binnen 10 jaar in het grootste deel van het gebied een geschikte uitgangsituatie bereikt worden. Voor schrale vegetaties (blauwgrasland of heischraal grasland) is dat het geval in driekwart van het noordelijk deelgebied en 87,5% van het zuidelijk deelgebied.

Het oppervlaktewater dringt meestal goed door in de bodem onder de percelen, maar de wortelzone wordt niet overal bereikt. De oorzaak hiervan ligt in een beperkte aanvoercapaciteit van de sloten waardoor neerslaglenzen ontstaan. De invloed van het oppervlaktewater kan versterkt worden door in de delen van het gebied waar diepe neerslaglenzen voorkomen de capaciteit van de sloten te vergroten, door deze op te schonen of te verbreden. Om de neerslaglenzen verder te bestrijden en de zuurbuffer te vergroten kan worden overwogen om inundatie in de winter met lithotroof boezemwater toe te passen.

Als omvormingsbeheer wordt uitmijnen aanbevolen omdat daarmee de gewenste verlaging van de fosfaattoestand aanzienlijk sneller bereikt kan worden dan met verschralen. Daar waar uitmijnen vanwege de beperkte draagkracht problematisch is zou in elk geval het huidige verschralingsbeheer met 2 keer per jaar maaien en afvoeren voortgezet kunnen worden. Met een periode van 8 jaar uitmijnen kan in nagenoeg het hele gebied de fosfaattoestand geschikt worden gemaakt voor blauwgrasland en/of heischraal grasland. In het kleine areaal waar dit niet lukt, kan dotterbloemhooiland ontwikkeld worden.

Conclusies

- Zeer zinvol:
  - Uitmijnen;
  - Aanpassen waterpeilbeheer;
  - Optimaliseren van het slootsysteem;

- Lokaal Zinvol:
  - Voortzeten huidig (verschralings-) beheer;

- Niet zinvol:
  - Afgraven bovengrond (10 cm).

1 Inleiding

Achtergrond
Ten zuidoosten van het Nationaal Park Weerribben-Wieden wil Natuurmonumenten 46 ha grasland omvormen tot soortenrijk (kruidenrijk) grasland en/of blauwgrasland. Hierbij wordt door Natuurmonumenten Blauwgrasland als optimaal natuurdoel gezien, maar ontwikkeling van bijvoorbeeld Dotterbloemhooiland, Kleine zeggenvegetaties of Heischraal grasland behoort ook tot de mogelijkheden. De graslanden worden sinds 7 jaar niet meer bemest en jaarlijks 1 à 2 keer gehooid en nabeweid. Op enkele plekjes na, waar Dotterbloem en Sterzegge zijn aangetroffen, blijft de ontwikkeling echter steken in het Witbolstadium. De precieze oorzaak van deze stagnatie is nog onvoldoende duidelijk. Wel is bekend dat de bodemopbouw en de vermesting (zuurgraad en voedselrijkdom) hierin een belangrijke rol spelen. Voor het beoordelen van de kansen voor natuurontwikkeling is ook de huidige grondwaterkwantiteit en -kwaliteit van groot belang (aanwezigheid van kwel en neerslaglenzen).

Een detailkartering uit 1980 voor de ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen (Groot Obbink & Rutten) laat zien (fig. 1) dat het gebied voor ruim de helft uit meerveengronden bestaat (zVp). Dit zijn veengronden met een zanddek zonder minerale eerdlaag, welke binnen 120 cm – mv. overgaan in zand met een podzolprofiel. Op de overgang naar de dekzandrug met veldpodzolgronden (Hn51) komen moerige podzolgronden met een zanddek voor (zWp), deels met een minerale eerdlaag (pzWp). Deze bodems vormen een overgang tussen meerveen en podzolgronden waarbij de veenlaag dunner is dan 40 cm. Het hoogteverschil binnen het gebied is ca 0,50 m (-0,70 - -0,20 m t.o.v. NAP).

Veel veengronden in Nederland zijn als gevolg van ontwatering veraard, waarbij een deel van het veenpakket door oxidatie is verdwenen. De verwachting is dan ook dat de bodemkaart uit 1980 niet meer overeenkomt met de actuele situatie. Mogelijk is in een deel van de meerveengronden minder dan 40 cm van het oorspronkelijke veenprofiel over, waardoor ze tot de moerige podzolgronden gerekend moeten worden. Bij moerige podzolgronden kan het veen zelfs geheel verdwenen zijn, waardoor ze nu als veldpodzolgronden beschouwd moeten worden. Een revisie van de bodemkaart, gericht op het vaststellen van de huidige veendikte, lijkt daarom noodzakelijk.



Figuur 1 Fragment van de bodemkaart, schaal 1 : 10 000, ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen

Regionale kwel vanuit het Drents Plateau is verdwenen en de grondwaterstroming is zelfs omgeslagen naar wegzijging. Het projectgebied "Veldweg-Reeënweg" is lek doordat grondwater wordt weggevangen door aangrenzende polders met diepere ontwatering vanwege hun agrarische bestemming en de grondwaterwinning van Havelte en Vollenhove. Het watersysteem is nu afhankelijk van boezemwater en lokale kwel vanuit het boezemgebied. Een deel van het weggevangen grondwater komt als landbouwwater uit de omliggende polders op kilometers afstand van het plangebied in de boezem en zo, via het oppervlaktewater, in plangebied "Veldweg-Reeënweg". Ook wordt in droge perioden IJsselmeerwater ingelaten. Het watersysteem van De Wieden maakt deel uit van het boezemgebied van Noordwest Overijssel en heeft de hoofdfunctie natuur gekregen. Sinds 7 jaar is het plangebied onderdeel van de boezem en is onderbemaling opgeheven. Het slootpeil in het projectgebied is hoog ten behoeve van de natuur. Tegenstrijdig hiermee is het lage winterpeil (zomerpeil -73 t.o.v. NAP, winterpeil -83 t.o.v. NAP). Overwogen wordt om voor het plangebied een meer natuurlijk peilbeheer in te stellen met hoge waterstanden in de winter en lagere in de zomer. Hiervoor zou kunnen worden aangesloten bij een proef in de Kiersche Wieden ten oosten van het plangebied. Om tot een optimale keuze te komen, is een revisie van de grondwatertrappenkaart (Gt-kaart) erg belangrijk. Er zijn geen gegevens beschikbaar over de chemische samenstelling van het oppervlaktewater in het plangebied, maar het voorkomen van

plantensoorten als Krabbescheer en Stomp fonteinkruid in de sloten wijst op een schoon lithotroof watertype.

De bovengronden in het gebied zijn deels veraard en bemest. Daarom wordt overwogen eventueel een deel van de bovengronden af te graven. Bij een plagproef in het terrein bleken zich veel karakteristieke, kritische florasoorten te vestigen. Bronvegetaties voor de doelsoorten van blauwgrasland zijn in de directe omgeving aanwezig. In De Wieden komt nog ca 9 ha blauwgrasland voor. In het projectgebied "Veldweg-Reeënweg" kwam in het verleden ook blauwgrasland voor. Verwacht kan worden dat als aan de abiotische randvoorwaarden voldaan wordt, vestiging van deze doelsoorten mogelijk moet zijn. De sloten zijn botanisch waardevol hetgeen wijst op een goede waterkwaliteit.

Door het adviesbureau Ecogroen Advies BV is een rapportage (Minnema en Engelbertink, 2007) opgesteld om een subsidieregeling voor natuurbeheer aan te vragen. Hoewel dit rapport ingaat op verschillende belangrijke aspecten, wordt de uiteindelijke keuze van het af te plaggen gedeelte gemaakt met onvoldoende ondersteunend onderzoek. Men rechtvaardigt de keuze door een vergelijking te maken met het nabij gelegen gebied Het Hemelrijk waar na 5 jaar na de inrichtingswerkzaamheden reeds 12 vegetatietypen te onderscheiden waren. Natuurmonumenten wil, alvorens tot inrichting over te gaan meer informatie hebben over de kansrijke locaties in het gebied.

Probleem

Het projectgebied van 46 ha grasland blijft met de huidige maatregelen (te lang) steken in beperkte natuurwaarden. Op dit moment is niet duidelijk of en wanneer de ontwikkeling naar meer gewaardeerde stadia als bloemrijk grasland of blauwgrasland haalbaar is. De vraag is of dit met de inrichtingsmaatregelen, zoals afplaggen wel (sneller) mogelijk is.

Doel van het onderzoek

Het doel van het project is:

- in kaart brengen van de bodemkundige en hydrologische potenties voor de gewenste natuurdoelen in het gebied;
- beoordelen of de bemestingstoestand een belemmering vormt voor het ontwikkelen van deze natuurdoelen;
- aangeven welke maatregelen tot de beste resultaten zullen leiden.

Door een gedegen bodemkundig en hydrologisch onderzoek is het projectgebied in kaart, schaal 1 : 5 000, gebracht. De resultaten van dit onderzoek zijn vervolgens gebruikt om een steekproef op te zetten voor het vaststellen van het fosfaatgehalte en –verloop van de bovengrond. Daarnaast is de waterkwaliteit van het freatische grondwater (en in te laten oppervlaktewater) onderzocht en nagegaan hoe dit doorwerkt in de wortelzone van de vegetatie. Met deze gegevens wordt de potentie voor de ontwikkeling van blauwgrasland en andere gewenste natuurdoeltypen gebiedsdekkend aangegeven voor zowel de situatie met als zonder inrichtingsmaatregelen.

De resultaten van het onderzoek bieden de opdrachtgever actuele informatie over de bodemkwaliteit en meer zekerheid of bepaalde inrichtingsmaatregelen voor gewenste natuurdoeltypen succesvol kunnen zijn of niet.

Aanpak onderzoek

Het bodemonderzoek heeft zich in de eerste fase gericht op het verzamelen van patrooninformatie door kartering en interpolatie van puntboringen over:

- veendikte;
- dikte en aard van de zandbovengrond;
- bodemtype, watertype en Gt;
- de zuur/basentoestand van de bouwvoor.

Op basis van de verkregen patrooninformatie werd in fase 2 puntinformatie verzameld over bodemkwaliteitsaspecten. Deze informatie betreft:

- de voedingstoestand in termen van actuele en potentiële fosfaatbeschikbaarheid in relatie tot fosfaatadsorptiecapaciteit als functie van Fe- en Al-hydroxiden.

Omdat de bodembemonstering op basis van een aselecte steekproef in deelgebieden is verzameld kunnen algemeen geldende uitspraken gedaan worden over de fosfaattoestand binnen de onderzochte strata (deelgebieden).

Tenslotte wordt op basis van de onderzoeksresultaten een advies gegeven over de keuze uit vier mogelijke herstelmaatregelen:

1. voortzetten van het huidige verschralingsbeheer, zonder aanvullende maatregelen;
2. uitmijnen;
3. afgraven van de bovengrond;
4. aanpassen waterpeilbeheer.

2 Methode bodemgeografisch en geochemisch onderzoek

2.1 Veldopname

Het bodemgeografisch onderzoek is uitgevoerd in de maand mei van 2009. Gedurende de periode van het veldbodemkundig onderzoek zijn ook grondwaterstanden gemeten in boorgaten (par. 2.2). Tijdens het veldwerk hebben we met een grondboor bodemprofielmonsters genomen tot een diepte van maximaal 1,50 m - mv. Op locaties waar de zandondergrond door de hoge grondwaterstand instabiel was (zogenaamd loopzand), is minimaal tot aan GLG geboord. In totaal hebben we 114 boringen beschreven en geregistreerd met een veldcomputer. De bodemprofielmonsters zijn per horizont beschreven aan de hand van schattingen voor het organische-stofgehalte, veensoort, lutum- en leemgehalte, de mediaan van het zand en een code voor de geologische informatie. Om inzicht te krijgen in het verloop van de zuurgraad binnen het bodemprofiel is op de dieptes: 5, 15, 25, 45, 75, 100 en 125 cm – mv. de zuurgraad met indicatorstrookjes vastgesteld.

De coördinaten van de boorlocaties zijn met een GPS ontvanger vastgelegd en vervolgens met volgnummer opgeslagen in een GIS-bestand (ArcGis). Tijdens de veldopname gebruikten we de topografische kaart (Top10-vector) , schaal 1 : 5000, met daarop de hoogteverschillen uit het AHN (Actueel Hoogtebestand van Nederland; 5m grid) als basis.

Het natuurinrichtingsgebied is 46 ha groot; de gemiddelde boringsdichtheid komt daarmee op 2,5 beschreven boringen per ha. Om de bodemgrenzen nauwkeurig vast te stellen, zijn bovendien 56 zogenaamde. 'tussenboringen' (controleboringen) verricht. Tussenboringen worden niet opgenomen in de veldcomputer maar de gemeten grondwaterstand in deze boorgaten is wel vastgelegd. Het aantal beschreven boringen heeft samen met de tussenboringen geresulteerd in een boringsdichtheid van ca. 3,7 boringen per ha.

De resultaten en conclusies van het bodemgeografisch onderzoek zijn samengevat op de volgende kaarten, schaal 1 : 5000:

- bodem (kaart 1);
- grondwatertrappen (kaart 2);
- boorpunten (kaart 3);
- dikte zand- en humushoudende bovengrond (kaart 4);
- dikte veentussenlaag of –ondergrond (kaart 5);
- drooglegging winterperiode (kaart 6);
- drooglegging zomerperiode (kaart 7);
- hydrotypen (kaart 8).

2.2 Grondwaterstandsmetingen

Om de veldschattingen van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) te toetsen zijn eenmalig grondwaterstanden (actueel grondwaterpeil) gemeten in alle 114 beschreven boringen en 56 tussenboringen.

2.3 Indeling van de gronden

In het veld hebben we de gronden per boorpunt gedetermineerd volgens het systeem van bodemclassificatie voor Nederland van De Bakker & Schelling (1989).

Voor het natuurinrichtingsgebied "Veldweg-Reeënweg" hebben we op het hoogste niveau veengronden, moerige gronden en zandgronden onderscheiden.

Naar de differentiërende kenmerken (o.a. aard en dikte van de boven- en ondergrond) en textuur van de bovengrond hebben we de gronden verder onderverdeeld. Een aantal bodemkundige kenmerken hebben we niet gebruikt als criterium bij het indelen van de gronden, vooral omdat anders het aantal legenda-eenheden te groot zou worden. Deze kenmerken hebben we als toevoegingen op de bodemkaart gezet.

2.4 Opzet van de legenda

Bij de indeling en beschrijving van de gronden is gekozen voor een beschrijvende legenda.

De verschillen in bodemgesteldheid zijn op de bodem- en grondwatertrappenkaart weergegeven in de vorm van:

- legenda-eenheden;
- toevoegingen (vergravingen);
- grondwatertrappen.

Voor algemene informatie over de codes, begrippen en termen die in het rapport, de bodemkaart en het digitale bestand voorkomen wordt verwezen naar het legendablad (kaart 1, blad 2) en de woordenlijst in Brouwer et al. (1996).

2.5 Digitale verwerking en opslag van de bodemkundige gegevens

Alvorens de data- en GIS-bestanden definitief worden opgeslagen, hebben ze verschillende controleprogramma's (Ten Cate e.a. 1995) doorlopen. Alle bodemkundige informatie zoals de bodem- en grondwatertrappenkaart, de profielbeschrijvingen en de locatie van de beschreven boringen zijn opgeslagen in een GIS-bestand (ArcGis).

2.6 Waterkwaliteitsonderzoek

Om inzicht te krijgen in de mate waarin het oppervlaktewater van invloed is op de grondwaterkwaliteit zijn 2 oppervlaktewatermonsters en 8 grondwatermonsters van het bovenste grondwater (rond GLG niveau) genomen. De oppervlaktewatermonsters zijn genomen bij de instroom in het gebied en in een sloot in het zuidoosten, om na te gaan hoe de samenstelling veranderd is tijdens het verblijf in het gebied.

De watermonsters zijn geanalyseerd op EC (elektrisch geleidingsvermogen), pH en de gehalten Cl, Ca, K, Mg, Na, S, IC (anorganisch koolstof). In de oppervlaktewatermonsters zijn tevens de gehalten P en N bepaald.

Met behulp van het programma MAION (Van Wirdum 1991) is de verwantschap met referentiewatertypen bepaald. Vervolgens is met behulp van regressie met hulpvariabelen bepaald wat de ruimtelijke verbreiding is van het zachte grondwater dat via het stelsel van sloten het gebied instroomt.

De mate waarin het zachte grondwater ook de zuurgraad in de wortelzone beïnvloed is onderzocht aan de hand van de pH-profielen die ook met behulp van regressie met hulpvariabelen zijn vertaald naar een vlakdekkend beeld van zgn. 'hydrotypen'.

2.7 Bodemkwaliteitsonderzoek

Het belangrijkste doel van het bodemkwaliteitsonderzoek was het vastleggen van de fosfaattoestand van het gebied en te achterhalen in hoeverre deze een belemmering vormt voor het realiseren van schrale natuurdoeltypen. Ook de perspectieven om hier door middel van beheer- en inrichtingsmaatregelen verbetering in aan te brengen zijn hierbij onderzocht.

2.7.1 Deelgebieden

Met de patrooninformatie uit de bodem- en Gt-kaart is gekeken of het natuurinrichtingsgebied moest worden onderverdeeld in deelgebieden (stratificatie) die overeenkomen in bodemeigenschappen, die bepalend zijn voor het

adsorptiegedrag van fosfaat (substraat, Gt, Fe, kwel). Omdat de bovengrond bijna gebiedsdekkend bestaat uit zand en de GHG zich overwegend bevindt in het traject van 0-25 cm – mv. bleek dat een onderverdeling in een noordelijk en zuidelijk deelgebied op grond van de historie van landbouwgebruik de voorkeur had. Ook lijken er verschillen te bestaan in de intensiteit van het verschralingsbeheer in de laatste 7 jaar.

2.7.2 Gestratificeerde enkelvoudige aselecte steekproef

Omdat ervoor gekozen is per deelgebied een gemiddeld beeld te verkrijgen van de bodemkwaliteit is gekozen voor een gestratificeerde enkelvoudige aselecte steekproef (De Gruijter *et al.*, 2006). Hiermee wordt geen patrooninformatie verkregen binnen de strata, maar een beeld of de fosfaattoestand van een deelgebied voldoet aan bepaalde criteria. Er zijn twee strata onderscheiden voor de steekproef:

- Deelgebied 1: noordelijk deelgebied: 24,7 ha;
- Deelgebied 2: zuidelijk deelgebied: 21,3 ha.

Met een enkelvoudige aselecte steekproefopzet zijn per deelgebied via loting monsterpunten geselecteerd. In beide deelgebieden is een bemonstering uitgevoerd van zowel de bovengrond (0-10 cm) als de 'ondergrond' (10-20 cm) op 8 (gelote) locaties. Normaal worden de bemonsteringdieptes afgestemd op de dikte van de A-horizont, vaak 0-20 cm (A-horizont) en 20-35 cm (onder de A-horizont), maar vanwege de ondiepe ontwatering en daaraan gekoppelde geringe draagkracht mag de afgravingsdiepte in dit gebied niet te groot worden. De dikte van de eerste laag is gebaseerd op de aanname dat in grasland bemesting op of in de zode plaatsvindt, waarbij de mest niet mechanisch door het profiel gemengd wordt, zoals bij bouwland het geval is. Indien daardoor een duidelijk verschil in de fosfaattoestand tussen deze lagen ontstaan is, waarbij de tweede laag wel aan kritische waarden voldoet, kan het afgraven van de bovenste 10 cm lonend zijn.

2.7.3 Bodembemonstering en -analyse

Bemonstering

Voor het bepalen van de bodemkwaliteit zijn de fosfaatmonsters genomen door rondom een gelote locatie, binnen een straal van 10 meter, tien steken met een guts te nemen en de grond samen te voegen tot een mengmonster. Monsters werden volgens een vast protocol gestoken.

Voor het bepalen van de zuurbuffer zijn bodemmonsters genomen bij de locaties waar ook watermonsters genomen zijn (N=8). Dit is geen aselecte steekproef, maar betreft 8 gericht gekozen locaties om de spreiding van de waterkwaliteit in het gebied zo goed mogelijk in beeld te brengen.

Analyse fosfaat

Voor de fosfaattoestand is een intensiteits- en een capaciteitsparameter bepaald. Intensiteiten geven informatie over de concentratie (i.e. actuele beschikbaarheid), capaciteiten informeren over de voorraad. Voor de intensiteit van de P beschikbaarheid is hier het Pw-getal genomen, voor de capaciteit de fosfaatverzadigingsindex, gebaseerd op oxalaat-extraheerbaar P in verhouding tot fosfaatbindingscapaciteit als de som van oxalaat-extraheerbaar Fe en Al.
De intensiteit en capaciteitsparameters voor fosfaat zijn met elkaar in verband gebracht in de vorm van een adsorptie-isotherm. Aan de mengmonsters voor de fosfaattoestand zijn de volgende eigenschappen bepaald:

- Organische stof gehalte;
- Pw getal (beschikbaar P);
- Fosfaatverzadiging, op basis van P, Fe en Al in oxalaatextract.

De fosfaatverzadiging kan worden omschreven als de mate waarin het fosfaatbindend vermogen van de bodem benut is door fosfaat. Omdat fosfaat in kalkloze bodems vooral gebonden wordt aan ijzer- en aluminiumhydroxiden is de bindingscapaciteit bepaald uit de som van alle Fe- en Al-hydroxyden die gemeten kunnen worden met een oxalaatextractie, waarin ook het gebonden P gemeten word. De fosfaatverzadiging wordt uitgedrukt in de fosfaatverzadigingsindex (PSI) volgens vergelijking 1 (in mmol/mmol). Omdat in de meeste gronden de maximale adsorptie lager is dan de helft van de totale adsorptiecapaciteit wordt ook wel fosfaatverzadigingsgraad gebruikt (PSD) als percentage van de maximale adsorptie (vergelijking 2)

$$PSI = \frac{P_{ox}}{Fe_{ox} + Al_{ox}} \quad (1)$$

$$PSD = 100\% \times 0{,}5 \times PSI \quad (2)$$

Om inzicht te krijgen in de perspectieven van verschralingsbeheer of uitmijnen voor verlaging van de fosfaattoestand tot een niveau waarbij schrale vegetaties mogelijk zijn, is een inschatting gemaakt van het aantal jaren dat een omvormingsbeheer nodig heeft om het gestelde doel te bereiken. Wanneer dat niet binnen een acceptabele termijn (ca. 10 jaar) mogelijk lijkt, is nagegaan of afgraven dan meer perspectief biedt.

Analyse zuurbuffer

De intensiteit van de zuurgraad wordt beschreven door de pH-KCl en de zuurbuffercapaciteit (calciumverzadiging). Aan de mengmonsters voor de zuurbuffer zijn de onderstaande eigenschappen bepaald:

- CEC (kationomwisselcapciteit), gebufferd bij pH 8,2;
- Ca-bezetting;
- pH-KCl.

In kalkloze bodems vindt de zuurbuffer vooral plaats door de uitwisseling van calcium en waterstofionen aan het adsorptiecomplex van de bodem. Dit wordt

gevormd door kleideeltjes en organische stof met een zwak negatieve lading. De CEC ($cmol^+/kg$) is een maat voor de capaciteit van dit adsorptiecomplex om kationen te binden door adsorptie en de Ca-bezetting ($cmol^+/kg$) geeft aan hoeveel calciumionen hieraan gebonden zijn. Hieruit kan de calciumverzadiging berekend worden als het deel van het adsorptiecomplex dat bezet is met calcium (vergelijking 3).

$$Ca-verzadiging = 100\% \times \frac{Ca-bezetting}{CEC} \quad (3)$$

De mate waarin de zuurgraad gebufferd wordt door de CEC wordt beschreven in een pH-bufferdiagram.

2.8 Realisatiekansen Natuurdoelen

Voor het bepalen van de realisatiekansen voor natuurdoelen zijn de vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom van de standplaatsen vergeleken met de ecologische vereisten zoals die geformuleerd zijn in Waternood (Runhaar en Hennekens, 2006).

Enkele kengetallen die gelden voor de natuurdoeltypen in dit projectgebied zijn:

- De grenswaarde voor PSI ligt bij 0,1;
- Voor de schrale typen (blauwgrasland en heischraal grasland) geldt als aanvullende eis dat P-ox lager moet zijn dan 200 mg/kg. Dotterbloemhooiland verdraagt een wat hogere voedselrijkdom. Daarvoor wordt 1000 mg/kg als grens voor P-ox gehanteerd;
- De zuurgraad dient matig zuur tot zwak zuur te zijn;
- Het grondwater in het plangebied dient een lithotroof karakter te hebben. Omdat het grondwater sterk wordt beïnvloed door het oppervlaktewater dient het goed door te kunnen dringen in de wortelzone.

3 Resultaten bodemgeografisch onderzoek; beschrijving van de bodem- en grondwatertrappenkaart en geochemisch onderzoek

De bodemgesteldheid van het natuurinrichtingsgebied "Veldweg-Reeënweg" is weergegeven op de bodemkaart, schaal 1 : 5000 (kaart 1). Deze kaart geeft informatie over de gronden en het grondwaterstandsverloop, maar is alleen naar de bodemeenheden ingekleurd. Er is ook een grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000, gemaakt (kaart 2). Deze geeft dezelfde informatie, maar is alleen naar de grondwatertrappen ingekleurd. De codes op de bodem- en grondwatertrappenkaart worden verklaard op een apart legendablad (kaart 1, blad 2).

Voor een verklaring of definiëring van de gebruikte terminologie verwijzen we naar de woordenlijst in Brouwer et al. (1996).

In de volgende paragrafen beschrijven we de belangrijkste kenmerken van de veengronden, moerige gronden en zandgronden. Voor meer informatie over de profielopbouw wordt verwezen naar de profielbeschrijvingen van de boringen die digitaal beschikbaar zijn.

3.1 Veengronden

Veengronden zijn gronden die tussen 0 en 0,80 m - mv. voor meer dan de helft van hun dikte uit moerig materiaal bestaan. Ze komen verspreid in het gebied voor maar met de grootste oppervlakte in het westen. Op grond van de aard van de bovengrond zijn de veengronden onderverdeeld in: madeveengronden en meerveengronden (tab. 1).

Tabel 1 Oppervlakteverdeling van de veengronden

Benaming	Oppervlakte subgroep (ha)	Legenda-eenheid	
		Code	Oppervlakte (ha)
Madeveengronden; veengronden met een kleiarme, moerige eerdlaag (aV.)	0,5	aVp	0,5
Meerveengronden; veengronden met een zanddek (zV.)	11,6	zVc	0,2
		zVz	0,2
		zVp	11,2
Totaal	12,1		

3.1.1 Madeveengronden [aVp]

Madeveengronden zijn veengronden met een kleiarme, moerige eerdlaag. De gronden liggen in het zuidoosten van het gebied. De moerige bovengrond is ca. 20 cm veraard en daaronder komt tot ca. 45 cm – mv. zeggeveen voor. De ondergrond bestaat uit pleistoceen zand met een humuspodzol en is leemarm tot zwak lemig, matig fijn zandig. Er is 1 legenda-eenheid onderscheiden.

3.1.2 Meerveengronden [zVc, zVz en zVp]

Meerveengronden zijn veengronden met een zanddek. De gronden liggen verspreid in het gebied met het zwaartepunt in de westelijke helft. Het zanddek is opgebracht en is meestal leemarm, matig fijn zand en bont van kleur (afkomstig van materiaal uit A-, B- en C-horizonten). De opbouw van het bodemprofiel onder het zanddek komt erg overeen met de madeveengronden. Onder het zanddek rust een veenlaag, bestaande uit zeggeveen op een pleistocene zandondergrond. Meestal begint deze pleistocene ondergrond binnen 1,20 m – mv. en heeft een humuspodzol (zVp); voor een klein deel ontbreekt de humuspodzol (zVz; één bodemvlakje in het noordwesten). Voor een ander klein deel begint de minerale ondergrond dieper dan 1,20 m - mv. (zVc; twee bodemvlakjes in het oosten van het gebied). Er zijn 3 legenda-eenheden onderscheiden.

3.2 Moerige gronden

Moerige gronden zijn gronden met een moerige of venige bovengrond, of een moerige tussenlaag die binnen 0,40 m - mv. begint en tenminste 0,10 tot 0,40 m dik is. Binnen de moerige gronden zijn alleen moerige podzolgronden onderscheiden (tab. 2).

Tabel 2 Oppervlakteverdeling van de moerige gronden

Benaming	Oppervlakte subgroep (ha)	Legenda-eenheid	
		Code	Oppervlakte (ha)
Moerige podzolgronden; podzolgronden met een moerige bovengrond (aWp) of met een moerige tussenlaag (zWp)	24,8	aWp	4,4
		zWp	20,4
Totaal	24,8		

3.2.1 Moerige podzolgronden [aWp en zWp]

Moerige podzolgronden zijn humuspodzolgronden met een moerige bovengrond (aWp) of met een moerige tussenlaag (zWp). Deze gronden komen verspreid en met relatief grote oppervlaktes in het gebied voor. De profielopbouw van de

podzolgronden met een moerige bovengrond komen sterk overeen met die van de madeveengronden, terwijl de profielopbouw van de podzolgronden met een moerige tussenlaag sterk overeenkomen met die van de meerveengronden. Het enige verschil zit in de begindiepte van de pleistocene zandondergrond. Er zijn 2 legenda-eenheden onderscheiden.

3.3 Zandgronden

Zandgronden zijn minerale gronden die tussen 0 en 0,80 m - mv. voor meer dan de helft van hun dikte uit zand bestaan. Ze mogen geen moerige bovengrond of moerige tussenlaag hebben. Op grond van het wel of niet voorkomen van een duidelijke podzol-B en de dikte van de minerale eerdlaag zijn de zandgronden op het hoogste niveau onderverdeeld in podzolgronden en vaaggronden. Bij een aantal zandgronden ontbreekt een duidelijke bovengrond of deze is te dun. Dergelijke gronden worden op het hoogste niveau geclassificeerd als vaaggronden. Op grond van verschil in hydromorfe kenmerken, aard en dikte van de bovengrond zijn de zandgronden verder onderverdeeld. In totaal zijn op basis van de bodemclassificatie 2 verschillende zandgronden onderscheiden: veldpodzolgronden en vlakvaaggronden (tab. 3).

Tabel 3 Oppervlakteverdeling van de zandgronden

Benaming	Oppervlakte subgroep (ha)	Legenda-eenheid	
		Code	Oppervlakte (ha)
Veldpodzolgronden; zandgronden met een humuspodzol en een dunne A,	3,1	Hn51	3,1
Vlakvaaggronden; opgebrachte zandgronden op veen (Zv.)	6,1	Zv51	6,1
Totaal	9,2		

3.3.1 Veldpodzolgronden [Hn51]

Veldpodzolgronden zijn zandgronden met een duidelijke humuspodzol-B-horizont en met een humushoudende bovengrond dunner dan 30 cm. De veldpodzolgronden zijn o.a. onder relatief natte en mineralogisch arme omstandigheden ontstaan. Door de meestal neerwaartse beweging van het grondwater (inzijging) en het relatief zure milieu is ijzer en aluminium in oplossing gegaan met als gevolg dat veldpodzolgronden zijn ontijzerd. Alleen in de humuspodzol-B of vlak daaronder kunnen zich enige ijzer- en aluminiumverbindingen hebben opgehoopt. De veldpodzolgronden in dit natuurinrichtingsgebied hebben veelal een diep doorlopende (soms tot 1,50 m - mv.) fletsbruine inspoelingshorizont. De veldpodzolgronden liggen gegroepeerd in het oostelijke deel van het gebied. Ze zijn met name ontwikkeld in leemarm, matig fijn zand. Er is 1 legenda-eenheid onderscheiden.

3.3.2 Vlakvaaggronden [Zv51]

De vlakvaaggronden in dit gebied zijn opgebrachte zandgronden zonder een duidelijke minerale eerdlaag. De zandbovengrond van de vlakvaaggronden lijkt sterk op het zanddek van de meerveengronden (meestal leemarm, matig fijn zand en bont van kleur) met slechts als verschil dat bij de vlakvaaggronden de zandlaag dikker is dan 40 cm. In de zandbovengrond kan B-materiaal voorkomen, maar nooit in situ. Dit komt omdat het zand niet is gefundeerd maar rust op een veenlaag, overwegend bestaande uit zeggeveen. Onder deze veenlaag zit meestal wel binnen 1,20 m – mv. de pleistocene zandondergrond met een humuspodzol. De vlakvaaggronden komen vooral voor in het noordwestelijk deel van het gebied en langs de randen van de recent gegraven petgaten en de omringende boezem. Er is 1 legenda-eenheid onderscheiden.

3.4 Toevoegingen

De toevoegingen die op de bodemkaart en in het digitaal bestand voorkomen, geven informatie over kenmerken van de bodem die we niet konden of wilden gebruiken als criterium bij het indelen van de gronden. De twee toevoegingen hebben betrekking op 'diepe' grondbewerkingen (vergravingen) (tab. 4).

Tabel 4 Oppervlakteverdeling van de toevoegingen

Code	Legenda-eenheid	Oppervlakte subgroep (ha)
.../F	verwerkte gronden	1,4
.../H	opgehoogde gronden	6,0

…/F: Verwerkte gronden

De gronden met deze toevoeging zijn veelal als gevolg van mechanische grondbewerkingen 40 cm of dieper verwerkt. Het betreffen hier twee percelen in het noordelijk gedeelte van het gebied. De oppervlakte vergraven gronden (toev. …/F) oogt relatief klein, daarbij dient echter wel opgemerkt te worden dat ook de opgehoogde gronden verwerkt zijn, maar er is voor gekozen om deze alleen met de toevoeging …/H te karakteriseren.

…/H: Opgehoogde gronden

Opgehoogde gronden zijn alleen onderscheiden bij de eerder genoemde vlakvaaggronden.

3.5 Grondwatertrappen

Het grondwaterstandsverloop van het natuurinrichtingsgebied "Veldweg-Reeënweg" is weergegeven op de grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 5000 (kaart 2). Deze kaart geeft informatie over de gronden en het grondwaterstandsverloop, maar is alleen naar het grondwaterstandsverloop ingekleurd. De codes op de grondwatertrappenkaart worden verklaard op het legendablad (kaart 1, blad 2).

In deze paragraaf geven we een toelichting op de gekarteerde grondwatertrappen (kaart 2). De grondwatertrappen zijn van betekenis voor de water- en luchthuishouding van de grond. De grondwatertrappenkaart is een kaart waarvan het grondwaterstandsverloop gebaseerd is op profielkenmerken, vegetatie, relatieve hoogteverschillen, waterbeheersing en metingen. In totaal zijn 5 grondwatertrappen onderscheiden. In tabel 5 staan de onderscheiden Gt-klassen weergegeven met bijbehorend GHG- en GLG-traject en oppervlakte.

Tabel 5 Oppervlakteverdeling van de Gt-klassen

Gt-klasse	GHG (cm - mv.)	GLG (cm - mv.)	Oppervlakte (ha)
Ia	<25	<50	15,8
IIa	0-25	50-80	21,5
IIb	25-40	50-80	1,2
IIIa	0-25	80-120	3,9
IIIb	25-40	80-120	3,6

Ia: GHG < 0,25 m - mv.; GLG < 0,50 m - mv.
De gronden met dit grondwaterstandsverloop komt in het westen van het gebied voor, vooral ter plekke van de laagst gelegen meerveengronden en vlakvaaggronden. Door de hoge grondwaterstanden zijn de gronden, gezien de huidige eisen van de landbouw, niet geschikt voor landbouwkundig gebruik.

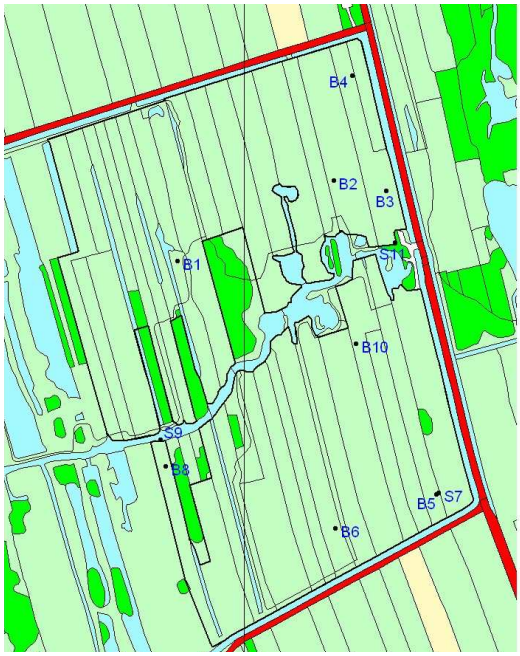
IIa: GHG < 0,25 m - mv.; GLG = 0,50-0,80 m - mv.
De gronden met grondwatertrap IIa komen, als een overgangszone, vooral voor in het middengedeelte van het gebied tussen het lager gelegen westen en het hoger gelegen oosten. Het zijn nog steeds laaggelegen en/of slecht ontwaterde percelen. De grootste oppervlakte van met Gt IIa komt voor bij de moerige podzolgronden. De gronden op deze grondwatertrap bezitten weinig draagkracht.

IIb: GHG = 0,25-0,40 m - mv.; GLG = 0,50-0,80 m - mv.
Grondwatertrap IIb is alleen onderscheiden bij enkele kopakkers van vlakvaaggronden.

IIIa: GHG < 0,25 m - mv.; GLG = 0,80-1,20 m - mv.
De gronden met dit grondwaterstandsverloop komen met name voor in het oosten van het gebied, op de overgang van de moerige gronden naar de hoger gelegen zandgronden.

IIIb: GHG = 0,25-0,40 m - mv.; GLG =0, 80-1,20 m - mv.
Gronden met deze grondwatertrap komen voor in het oosten van het gebied, uitsluitend bij de zandgronden en dan met name bij de veldpodzolgronden. De ontwatering bij deze gronden is duidelijk beter en in combinatie met de profielopbouw van zand is de draagkracht veel minder vaak een probleem.

3.6 Waterkwaliteit en zuurbuffer



Figuur 2 Ligging van de locaties waar watermonsters genomen zijn. De codes beginnend met 'B' zijn in boorgaten genomen, beginnend met 'S' in sloten.

Om vast te stellen wat de realisatiekansen zijn voor verschillende natuurdoelen is het van belang te weten of lithotroof water tot in het maaiveld kan doordringen. Hiervoor is het nodig te weten of in het bovenste grondwater lithotroof water voor komt en of dit tot in maaiveld doordringt. Dit is onderzocht op basis van grondwatermonsters en pH profielen. Ook de calciumverzadiging geeft hier een indicatie van (zie 3.6.6). De locatie van de watermonsters is weergegeven in figuur 2; 8 watermonsters zijn in boorgaten genomen (code begint met 'B') en 2 watermonsters zijn van oppervlaktewater genomen (code begint met 'S'). De analyseresultaten van de watermonsters zijn opgenomen in tabel 6. De bodemmonsters waaraan de calciumverzadiging bepaald is (zie 3.6.6) zijn op dezelfde locaties genomen.

Tabel 6 Analyseresultaten watermonsters

Code	EC [µS/cm]	pH	Cl [mg/l]	Ca	K	Mg	Na	S	IC	Nts	P-PO4
B1	485	6,3	39,2	62,5	28,0	9,8	25,9	4,6	60,8	-	-
B2	804	6,4	20,1	149,0	4,0	14,2	25,3	3,3	142,0	-	-
B3	637	6,3	26,8	54,2	14,2	11,3	14,8	2,4	100,0	-	-
B4	217	6,5	14,6	40,0	1,3	3,9	3,8	1,9	29,4	-	-
B5	314	6,3	8,2	62,1	1,5	5,5	1,2	4,0	45,1	-	-
B6	247	6,5	16,7	37,8	1,0	3,9	11,2	2,5	31,0	-	-
S7	244	7,2	25,1	27,6	2,8	4,5	14,6	6,1	16,5	1,240	0,003
B8	279	6,3	9,8	58,5	0,5	5,6	6,0	2,7	39,0	-	-
S9	421	8,0	34,3	59,0	5,3	5,8	21,0	7,0	35,0	1,460	-0,001
B10	260	6,2	8,8	50,3	0,6	5,0	2,0	8,7	36,7	-	-

Tabel 7 Resultaten MAION berekeningen

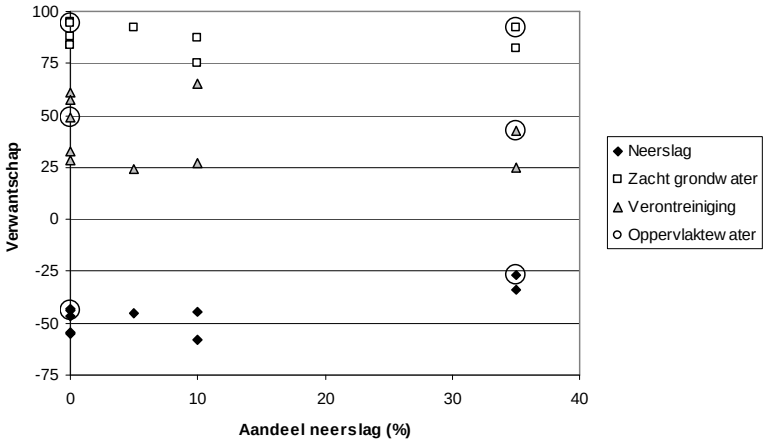
				Verwantschap referentie (%)					Aandelen		
							Lithotroof				
Code	K+A meq/l	K-A %	IR %	ATM	RHLOB	THX	Duvel	Ang	Atm	Duvel	Rijn
B1	9,6	20,5	73,8	-54,4	60,9	36,1	83,7	92	0	90	10
B2	17	15,1	92,9	-54,9	57,8	45	83,5	97,2	0	90	10
B3	9,5	-2	78,2	-57,7	65,2	58,9	75,2	92,8	10	80	10
B4	4,4	13,7	82,9	-44,9	24,3	-4,6	92,5	88,3	5	95	0
B5	5,9	22,7	93,1	-46,9	28,3	6,9	87,8	89,5	0	95	5
B6	4,8	13,4	80	-42,9	33	0,2	95,2	90,2	0	95	5
S7	4,7	3,5	66	-26,7	42,6	0,4	92,3	83,8	35	55	10
B8	5,6	29,5	91,3	-44,7	27,2	1,9	87	86,2	10	85	5
S9	8,7	2,6	75,3	-43,8	49,3	20,3	94,6	96,1	0	90	10
B10	5	20,3	91	-33,9	24,6	1,2	82,4	82,2	35	60	5

3.6.1 Ruimtelijke verspreiding referentiewatertypen

De analysegegevens van de watermonsters (tab. 6) zijn met het model MAIONF (Van Wirdum, 1991) geïnterpreteerd naar verwantschap met referentiewatertypen (tab. 7). Hiervoor wordt de samenstelling vergeleken met referentiemonsters van regenwater (atmotroof; ATM), rijnwater (RHLOB), zeewater (thalassotroof; THX) en grondwater (Lithotroof). Voor lithotroof water kunnen twee verschillende referentiemonsters gebruikt worden. Een monster uit Hoge Duvel (Duvel) is representatief voor zacht grondwater, voor hard grondwater wordt een monster uit Angeren (Ang) gebruikt. In het natuurinrichtingsgebied "Veldweg-Reeënweg" blijken de watermonsters het beste vergeleken te kunnen worden met zacht grondwater (referentie Hoge Duvel). De verwantschap met rijnwater wordt gebruikt als referentie voor verontreinigd lithotroof water. Vervolgens is een mengverhouding bepaald voor deze referentiewatertypen die nodig zou zijn om de in de monsters gevonden samenstelling te bereiken (tab. 7). Hiermee wordt een inschatting gemaakt hoe groot

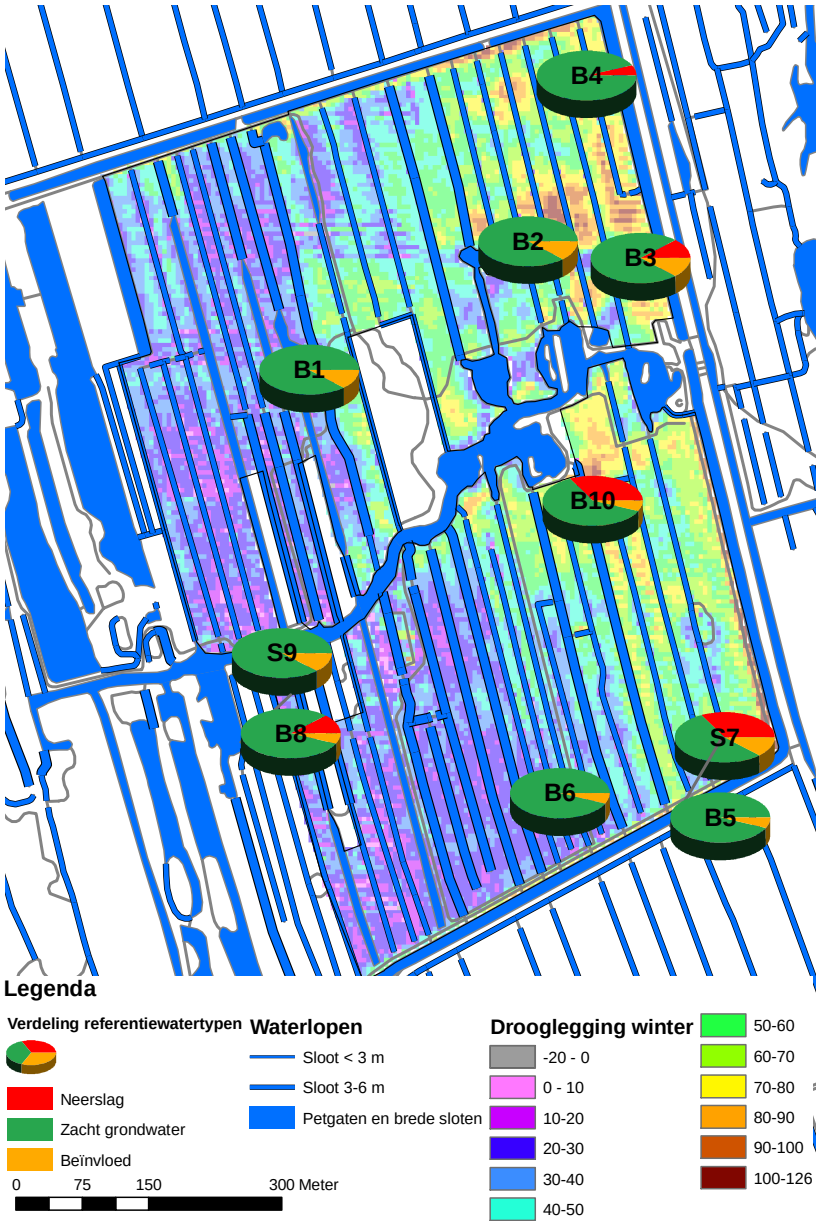
de invloed is van respectievelijk zacht grondwater (referentie Hoge Duvel), neerslagwater (referentie atmotroof) of beïnvloeding door bemesting (referentie rijnwater).

In alle watermonsters blijkt de verwantschap met zacht grondwater zeer hoog te zijn (> 75%) (fig. 3). Bij één grondwatermonster (B10) en één oppervlaktewatermonster (S7) is het aandeel neerslagwater weliswaar hoger (35%), maar dit leidt niet tot een lagere verwantschap met zacht grondwater. Dat is te verklaren door de grotere ionconcentratie in het grondwater ten opzichte van neerslagwater. Daardoor treedt vooral een verdunningseffect op, zonder dat het grondwater volledig verdrongen wordt. Dat is pas het geval bij een neerslagbijmenging van meer dan 80 à 85% (Van Delft et al. 2008). De hoge verwantschappen met zacht grondwater wijzen er op dat onder het hele studiegebied dit grondwatertype relatief ondiep aanwezig is, hoewel dit waarschijnlijk het gevolg is van de instroom van lithotroof water.



Figuur 3 Relatie van het aandeel neerslag met referentiewatertypen in de watermonsters. De oppervlaktewatermonsters zijn omcirkeld.

De monsters uit oppervlaktewater zijn in figuur 3 omcirkeld. Hoewel het aantal oppervlaktewatermonsters beperkt is, lijkt het er op dat de watertypen van grond- en oppervlaktewater veel op elkaar lijken. Er wordt dan ook van uit gegaan dat de waterkwaliteit van het ondiepe grondwater in sterke mate wordt beïnvloed door het oppervlaktewater dat door de brede centrale sloot vanuit het westen instroomt. Omdat regionale kwelstromen zijn afgebogen naar dieper ontwaterde polders in de omgeving kan het lithotrofe karakter van het ondiepe grondwater alleen verklaard worden door infiltratie vanuit het oppervlaktewater.



Figuur 4 Verdeling referentiewatertypen in de watermonsters in relatie tot het oppervlaktewatersysteem en de drooglegging in de winter.

In figuur 4 is de verdeling van de referentiewatertypen in de watermonsters grafisch weergegeven. In de achtergrond is het oppervlaktewatersysteem en de drooglegging in de winter weergegeven. Oppervlaktewater met een lithotroof karakter stroomt via het bestaande natuurgebied in het projectgebied "Veldweg-Reeënweg" ter hoogte van watermonster S9. Van daaruit stroomt het door een brede sloot naar het oosten. Vanuit deze hoofdwaterloop wordt het door een stelsel van sloten in noordelijke en zuidelijke richting over het hele studiegebied verdeeld.

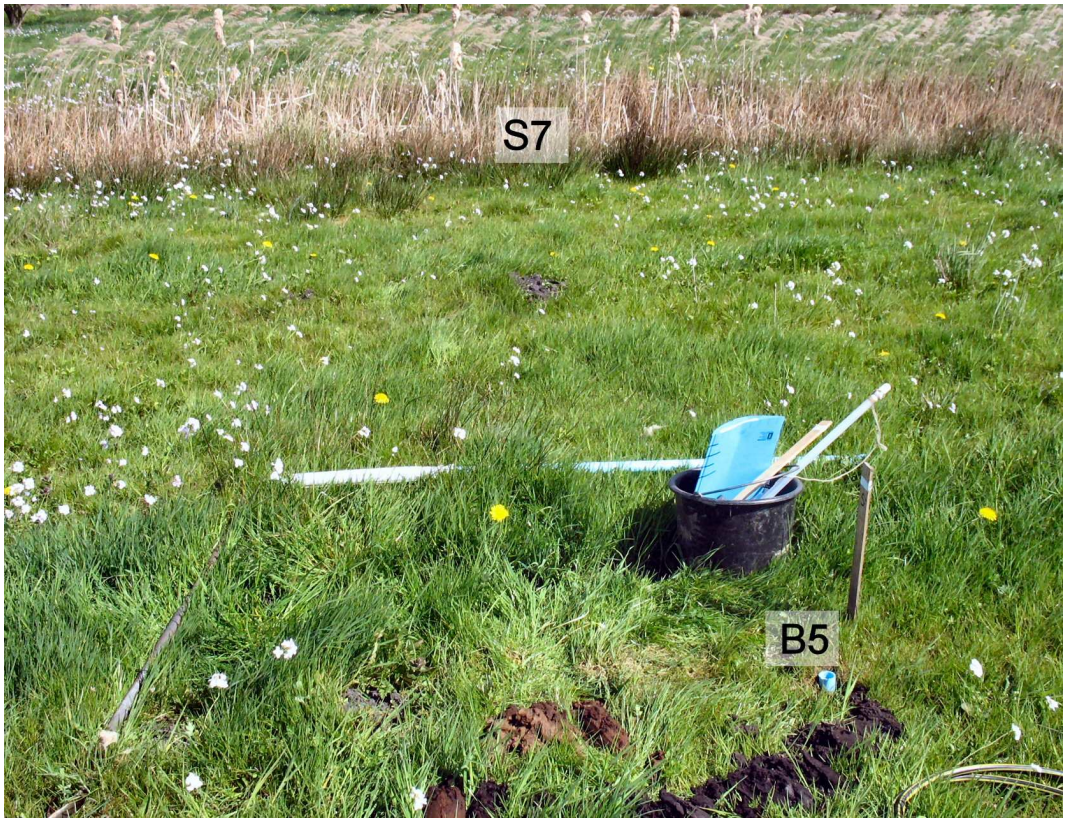
Dit systeem lijkt effectief te zijn, aangezien overal in het gebied een groot tot zeer groot aandeel zacht grondwater wordt aangetroffen in de grondwatermonsters. Bij

enkele grondwatermonsters in het oosten (B3, B4 en B10) wordt een wat groter aandeel neerslagwater gevonden. Dat zou kunnen komen door de grotere afstand tot de instroom bij S9, maar dit is minder waarschijnlijk omdat in de andere grondwatermonsters in het oosten geen neerslaginvloed gevonden wordt. Waarschijnlijker is dat het hogere neerslagaandeel veroorzaakt wordt door onder andere de grotere drooglegging, waardoor meer neerslagwater kan infiltreren. Waardoor het hogere neerslagaandeel bij B8 veroorzaakt wordt is hier niet uit op te maken. Het zou kunnen zijn dat de oppervlakkige afwatering hier onvoldoende is, waardoor veel neerslagwater infiltreert of dat de aanvoercapaciteit van lithotroof water onvoldoende is.

3.6.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

Het water dat bij S9 het gebied in komt heeft een duidelijk lithotroof karakter maar is wel enigszins beïnvloed door bemesting, wat tot uiting komt in de gehalten Cl, Na en N. Toch zijn deze gehalten niet erg hoog. Zowel chloride als stikstof en fosfaat zitten ver onder de zgn. MTR norm (resp. 200, 2,2 en 0,15 mg/l). Deze lichte beïnvloeding is ook terug te vinden in de overige watermonsters die bijna allemaal wel enige beïnvloeding laten zien (behalve B4). Het is onwaarschijnlijk dat deze beïnvloeding veroorzaakt wordt door landbouwkundig gebruik op de percelen in het gebied. Dit is waarschijnlijk nooit erg intensief geweest en sinds 2002 wordt er niet meer bemest.

Om na te gaan of de samenstelling van het oppervlaktewater sterk verandert tijdens het verblijf in het gebied is in een sloot in het zuidwesten een tweede oppervlaktewatermonster genomen (S7). Vanwege het beperkte aantal monsters kunnen hier slechts voorzichtige conclusies uit getrokken worden. In S7 is het aandeel neerslagwater groter dan in het oppervlaktewater (35%) maar het lithotroof karakter blijft duidelijk domineren. Het grotere neerslagaandeel is het gevolg van bijmenging van neerslagwater dat in het gebied gevallen is en via de sloten afgevoerd wordt. Naar verwachting is met name in de smallere sloten het verdunningseffect het grootst, zoals bij S7 het geval is. Op enkele meters van deze sloot is het grondwatermonster B5 genomen (fig. 5). Daarin is geen neerslaginvloed te herkennen. Dit is een aanwijzing dat neerslagwater oppervlakkig afgevoerd wordt naar de sloot en niet of slechts beperkt in de bodem infiltreert. Dat geldt zeker voor de profielen met een geringe drooglegging door het beperkte bergingsvermogen. Bij een diepere drooglegging met een grotere bergingscapaciteit vindt meer infiltratie plaats (zie B3, B4 en B10).



Figuur 5 Monsterlocatie van grondwatermonster B5 en oppervlaktewatermonster S7 (Foto Willy de Groot).

3.6.3 Ruimtelijke verbreiding van zacht grondwater in het gebied

Uit het voorgaande kan opgemaakt worden dat de aanvoer van lithotroof oppervlaktewater en de verdeling ervan via een dicht netwerk van sloten leidt tot een positieve beïnvloeding van het bovenste grondwater, wat overal een groot aandeel zacht grondwater lijkt te bevatten. Alleen bij een wat grotere drooglegging lijkt enige verdunning met neerslagwater op te treden. Deze verdunning vindt ook plaats in (smalle) sloten waar neerslagwater door oppervlakkige afwatering naar toe stroomt. Ook de doorlatendheid van de bodem zal hier naar verwachting een rol bij spelen. Omdat zand een grotere doorlatendheid heeft dan veen, wordt de veendikte en de dikte van het zanddek in de analyse betrokken.

Door middel van regressie met hulpvariabelen is een voorspelling gedaan van de ruimtelijke verbreiding van zacht grondwater. Hiervoor is voor een aantal gebiedsdekkende variabelen onderzocht of deze het aandeel zacht grondwater in de watermonsters kunnen voorspellen. Vervolgens is een meervoudig regressiemodel afgeleid voor deze variabelen en toegepast op de vlakdekkende hulpinformatie.

De volgende variabelen zijn getoetst:

- Drooglegging in de winter (kaart 6)
- Afstand tot waterlopen (afgeleid van topografische kaart, zie fig. 4)
- Veendikte in klassen (kaart 5)

- Dikte zanddek (kaart 4)

Hiermee kon een regressiemodel afgeleid worden, waarbij met name de veendikte de belangrijkste verklarende variabele is en in mindere mate de afstand tot waterlopen. De andere getoetste variabelen bleken in dit geval geen significante bijdrage aan het model te kunnen leveren.

Tabel 8 Modelparameters voor het voorspellen van het aandeel zacht grondwater (R^2 = 89,3%).

Variabele	**estimate**	**s.e.**	**t(5)**	**t pr.**
Constante	33,61	8,00	4,20	0,008
Afstand tot waterloop (m)	-0,397	0,138	2,88	0,035
Veendikte (klassen)	30,36	4,15	7,31	<0,001

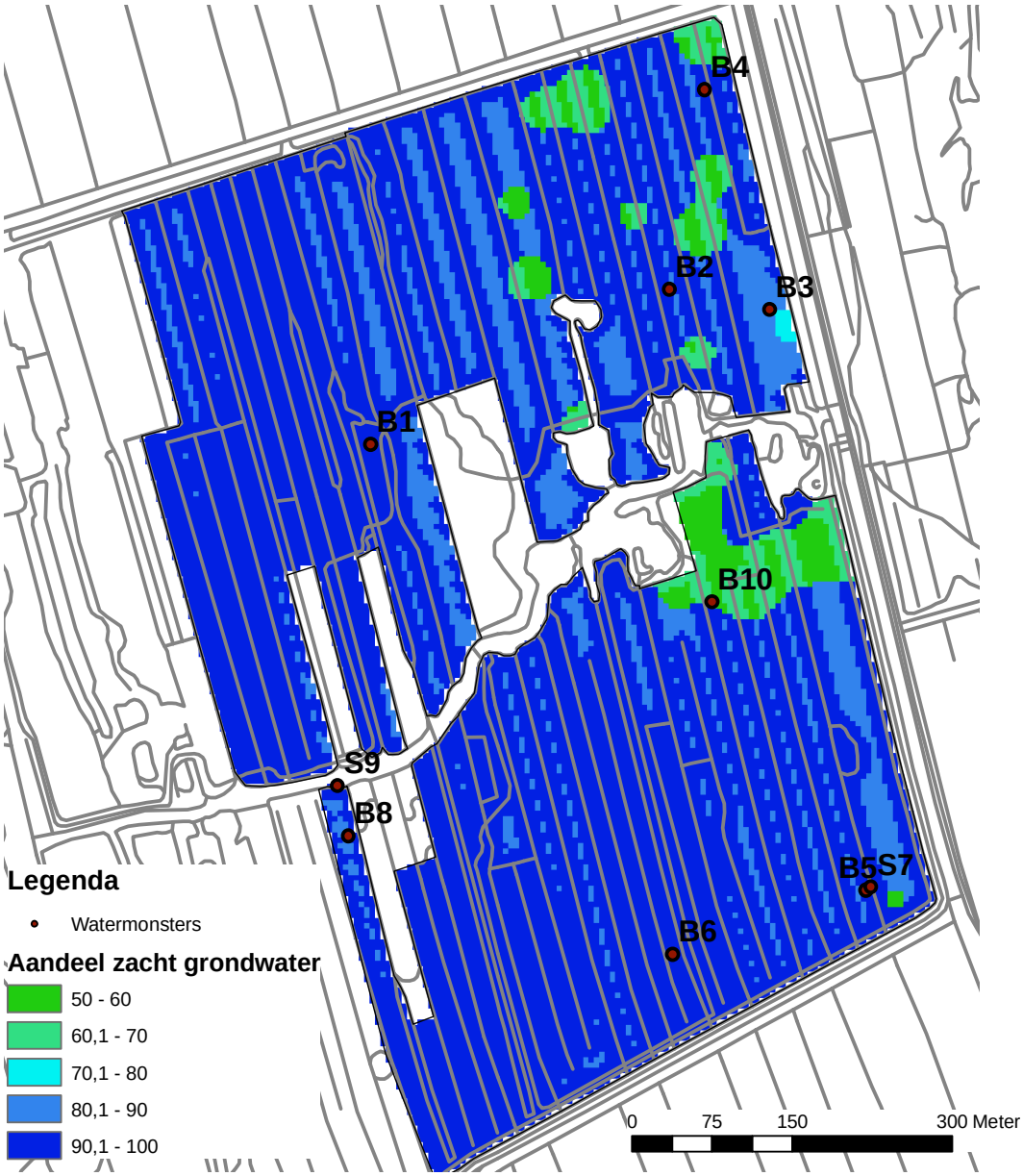
Het regressiemodel krijgt hiermee de volgende vorm (vergelijking 4):

Aandeel zacht grondwater (%) = 33,61 – 0,397 x Afstand + 30,36 x veendikte (4)

De afstand tot de dichtstbijzijnde waterloop heeft het verwachte negatieve effect op het aandeel zacht grondwater. Hoe groter deze afstand, des te lager het aandeel zacht grondwater.

Een toenemende veendikte heeft een positief effect op het aandeel zacht grondwater. Dat is enigszins in tegenspraak met de verwachting dat veen de zijdelingse infiltratie van lithotroof oppervlaktewater zou remmen. Een logische verklaring is dat bij geringe veendikte of bij afwezigheid van veen (op de zandkoppen in het oosten) een sterkere wegzijging zal plaatsvinden. Het gebied als geheel is een infiltratiegebied geworden. Bovendien hebben de gronden met een geringere veendikte vaak een wat grotere drooglegging en een groter bergend vermogen waardoor hier meer neerslagwater kan infiltreren.

Op basis van dit regressiemodel (vergelijking 4) is in figuur 6 de ruimtelijke verbreiding van het aandeel zacht grondwater weergegeven. Hierin wordt het beeld bevestigd dat dit watertype vrijwel overal dominant is in het bovenste grondwater en iets afneemt met de afstand tot waterlopen. Ook komen de zandkoppen waar het veen ontbreekt duidelijk tot uiting, hoewel het aandeel zacht grondwater daar nog steeds meer dan 50% bedraagt.



Figuur 6 Ruimtelijke verbreiding van het aandeel zacht grondwater op basis van regressie met hulpvariabelen.

3.6.4 Kwelinvloed naar maaiveld (pH profielen)

Hoewel onder het hele studiegebied de verwantschap met zacht grondwater door zijdelingse infiltratie uit sloten groot is, blijkt wel dat dit watertype plaatselijk gedeeltelijk is verdrongen door infiltratie van neerslagwater vanaf het maaiveld. Om vast te stellen waar de invloed van zacht grondwater nog tot in het maaiveld kan doordringen zijn pH profielen opgesteld bij de locaties waar watermonsters genomen zijn (N = 8) en bij de beschreven boringen (N = 111). De locaties zijn aangegeven op figuur 2 en kaart 3. De metingen zijn gedaan met pH-indicatorstrookjes en opgenomen in bijlage 1. Voor de locaties waar grondwaterwatermonsters genomen

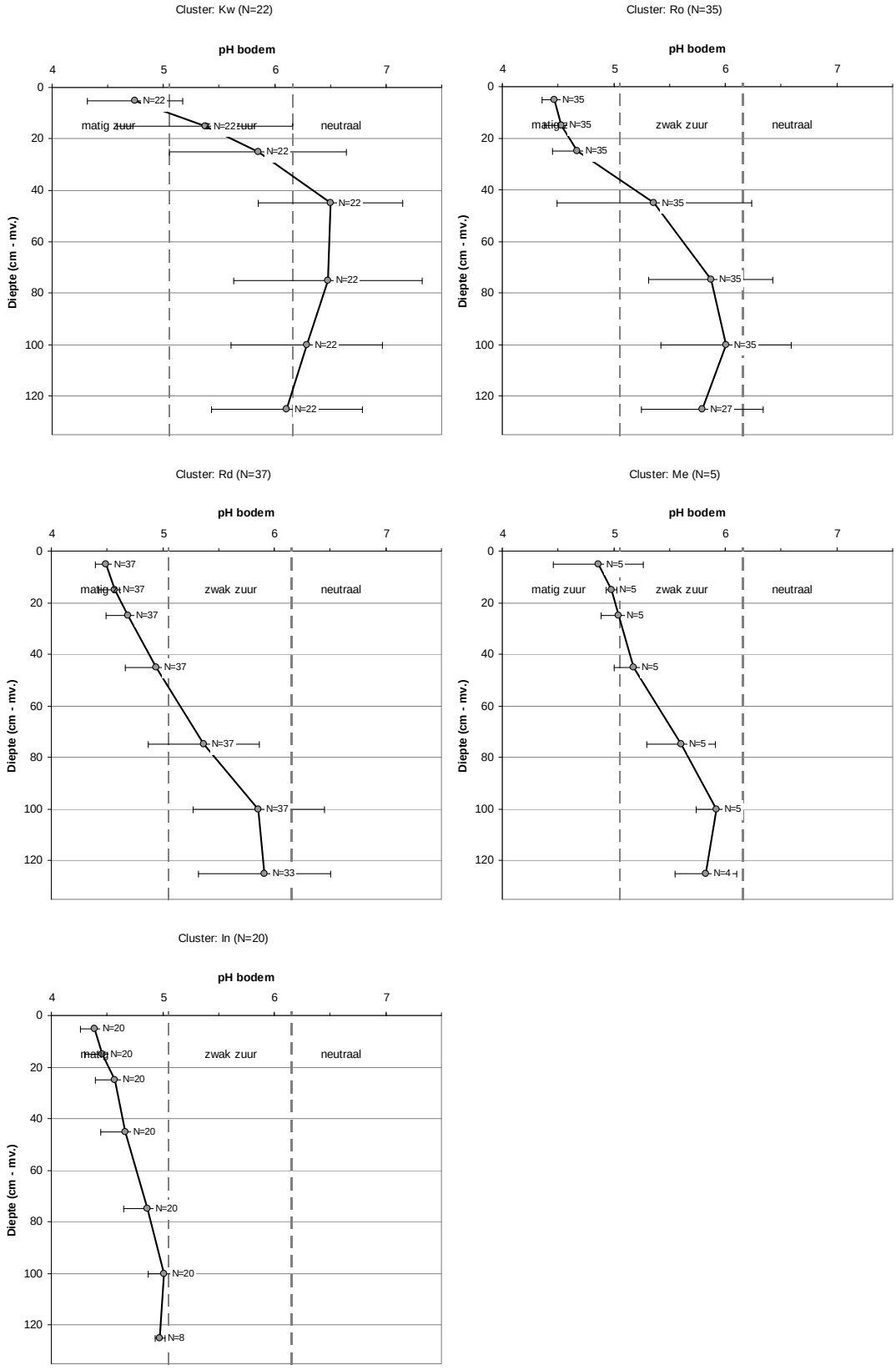
zijn (B1 t/m B10) zijn de pH profielen en de verdeling van de referentiewatertypen uitgezet in bijlage 2.

De mate waarin kwel of zacht grondwater van invloed is op de bodemeigenschappen komt ondermeer tot uiting in de zuurgraad. In het natuurontwikkelingsgebied "Veldweg-Reeënweg" is vermoedelijk geen sprake van kwel, maar wel van beïnvloeding door oppervlaktewater met een lithotroof karakter. Voor de beoordeling van de pH profielen maakt dit niet veel uit omdat het gaat om de balans tussen lithotroof water dat van onder (in dit geval van opzij) in het bodemprofiel doordringt en neerslagwater dat vanaf het maaiveld in het profiel kan doordringen en daarbij het zachte grondwater kan verdringen.

Op of direct onder GLG-niveau mag verwacht worden dat de bodem-pH in evenwicht is met de aard van het freatisch grondwater. Hoger in het profiel zal de pH deels bepaald worden door het evenwicht tussen een opwaartse flux (kwel en/of capillaire opstijging) en een neerwaartse flux van infiltrerend neerslagwater. In de wortelzone zal ook zuurproductie door de wortels en mineralisatie van organische stof de pH mede beïnvloeden. Op basis van vergelijkbaar onderzoek in andere natuurontwikkelingsgebieden (Delft et al. 2007; Delft et al. 2008; Kemmers et al. 2008) is een sleutel opgesteld waarmee pH profielen kunnen worden geclassificeerd naar zgn. 'Hydrotypen' waarmee aangegeven wordt in welke mate kwelinvloed tot in de wortelzone aanwezig is, of dat sprake is van meer of minder neerslaginvloed (tab. 9). Boven pH 5,5 wordt een dominante invloed van lithotroof grondwater verondersteld. Bij pH-waarden lager dan 5,0 wordt verondersteld dat de kwelinvloed zeer gering of afwezig is. De diepte waarop neerslaginvloed aanwezig is, is mede bepalend voor het type maatregel dat genomen moet worden om dit tegen te gaan. Ondiepe neerslaglenzen zijn over het algemeen het gevolg van een beperkte afwatering en kunnen met interne hydrologische maatregelen bestreden worden. Diepe neerslaglenzen hangen meestal samen met een meer regionale hydrologische oorzaak en moeten bestreden worden door het verhogen van de drainagebasis en het stimuleren van kwel. In het geval van een oppervlaktewater afhankelijk systeem, zoals in natuurontwikkelingsgebied "Veldweg-Reeënweg", kunnen diepe neerslaglenzen deels bestreden worden door de zijdelingse infiltratie van lithotroof water te stimuleren, bijvoorbeeld door de aanvoercapaciteit van de sloten te vergroten.

Tabel 9 Sleutel voor hydrotypen op basis van aandeel lithotroof water en veldmeting van de pH.

Hydrotype	**pH profiel (bodem)**			**Omschrijving**
	pH max	**pH 0 - 20**	**pH 20 - GLG**	
Kw	≥ 5,5	≥ 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed in wortelzone
Ro	≥ 5,5	< 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
Rd	≥ 5,5	< 5,0	< 5,5	Kwelinvloed aanwezig, diepe regenwaterlens
Me	≥ 5,5	≥ 5,0	< 5,5	Mengwater
In	< 5,5	< 5,0	< 5,5	Infiltratieprofiel



Figuur 7 Gemiddelde pH profielen per hydrotype.

Voor alle pH profielen is het hydrotype bepaald volgens de sleutel in tabel 9 en aangegeven in bijlagen 1 en 2. Op kaart 8 zijn de hydrotypen voor de boorpunten ruimtelijk uitgezet met een voorspelling van de ruimtelijke verbreiding op basis van regressie met hulpvariabelen (zie verderop). De gemiddelde pH profielen per hydrotype zijn uitgezet in figuur 7.

Bij de kwelprofielen (Kw; N=22) worden de hoogste pH waarden bereikt tussen 40 en 80 cm en bij de ondiepe neerslaglenzen (Ro; N=35) tussen 80 en 100 cm. Dit is een duidelijke aanwijzing voor de mate waarin zijdelingse infiltratie bepalend is voor het watertype. Bij de ondiepe neerslaglenzen komt de oppervlakkig infiltratie van neerslagwater tot uiting in een duidelijk lagere pH in de bovenste 20 tot 40 cm. Bij de diepe neerslaglenzen (Rd; N=37) en infiltratieprofielen (In; N=20) is deze neerslaginvloed tot op grotere diepte doorgedrongen en is dus minder lithotroof oppervlaktewater zijdelings geïnfiltreerd.

3.6.5 Ruimtelijke verbreiding van kwelinvloed

Omdat van veel punten een pH profiel beschikbaar is, is ook van deze informatie de ruimtelijke verbreiding onderzocht door middel van regressie met hulpvariabelen. Omdat de pH van de bodem afhankelijk is van de mate waarin zacht grondwater of neerslagwater in de bodem kan doordringen, wordt verondersteld dat de pH op verschillende dieptes een relatie vertoont met dezelfde soort hulpinformatie die ook van invloed is op het aandeel zacht grondwater. Daarom is een regressieanalyse met hulpvariabelen uitgevoerd voor de pH waarden die gebruikt worden om de hydrotypen vast te stellen:

- maximale pH;
- pH tussen 0 en 20 cm;
- pH tussen 20 cm en GLG.

Hierbij zijn dezelfde hulpvariabelen getoetst als voor de voorspelling van het aandeel zacht grondwater.

Tabel 10 Modelparameters voor het voorspellen van de maximale pH en de pH in twee diepteklassen

pH-max (R^2 = 31,1%)				
Variabele	**estimate**	**s.e.**	**t(115)**	**t pr.**
Constante	4,748	0,420	11,31	<0,001
Drooglegging winter (cm)	-0,00743	0,00357	2,08	0,040
Veendikte (klassen)	0,546	0,118	4,65	<0,001
Dikte zanddek (klassen)	0,1788	0,0560	3,20	0,002
pH 0-20 (R^2 = 22,1%)				
Variabele	**estimate**	**s.e.**	**t(115)**	**t pr.**
Constante	4,712	0,282	16,71	<0,001
Drooglegging winter (cm)	-0,00809	0,00265	3,05	0,003
Veendikte (klassen)	0,2167	0,0871	2,49	0,014
pH 20-GLG (R^2 = 13,6%)				
Variabele	**estimate**	**s.e.**	**t(115)**	**t pr.**
Constante	4,243	0,331	12,80	<0,001
Veendikte (klassen)	0,473	0,108	4,37	<0,001
Dikte zanddek (klassen)	0,1227	0,0617	1,99	0,049

In tabel 10 zijn de modelparameters samengevat waarmee de pH op verschillende dieptes voorspeld kan worden. De modellen hebben over het algemeen een vrij laag percentage verklarende variantie (R^2), hetgeen betekent dat slechts een deel van de variatie in pH door deze modellen verklaard kan worden. Uiteraard zijn er ook andere factoren die de zuurgraad mede bepalen. Uit vergelijking van de t waarden en de t probability (t pr.) blijkt echter dat de geselecteerde variabelen wel een sterk tot zeer sterk significante bijdrage leveren aan de voorspelling van de pH.

De modellen voor de verschillende pH variabelen krijgen de volgende vorm (vergelijking 5-7):

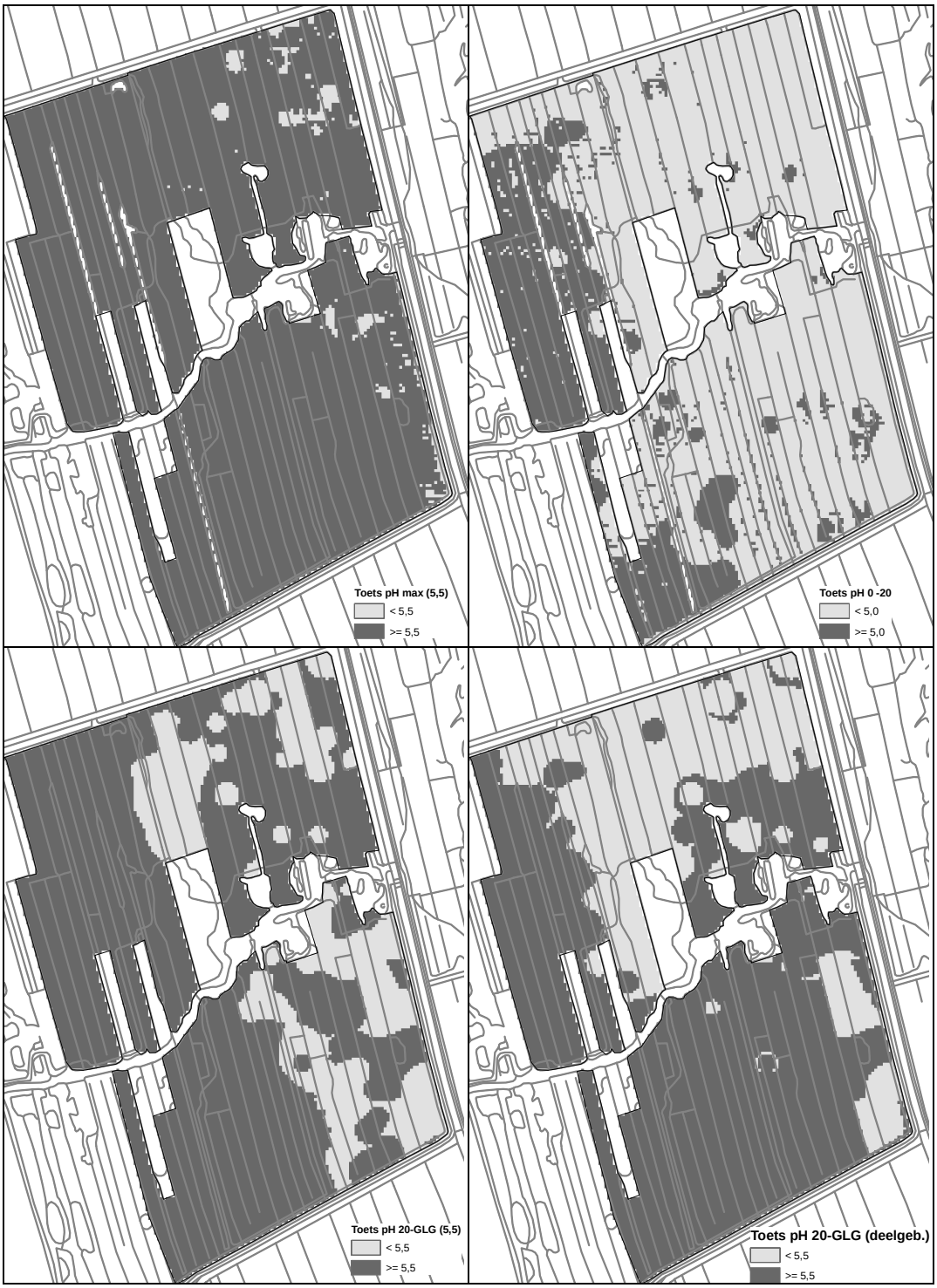
pH-max = 4,748 – 0,00357 x drooglegging + 0,546 x veendikte + 0,1788 x zanddek (5)

pH 0-20 = 4,712 – 0,00809 x drooglegging + 0,2167 x veendikte (6)

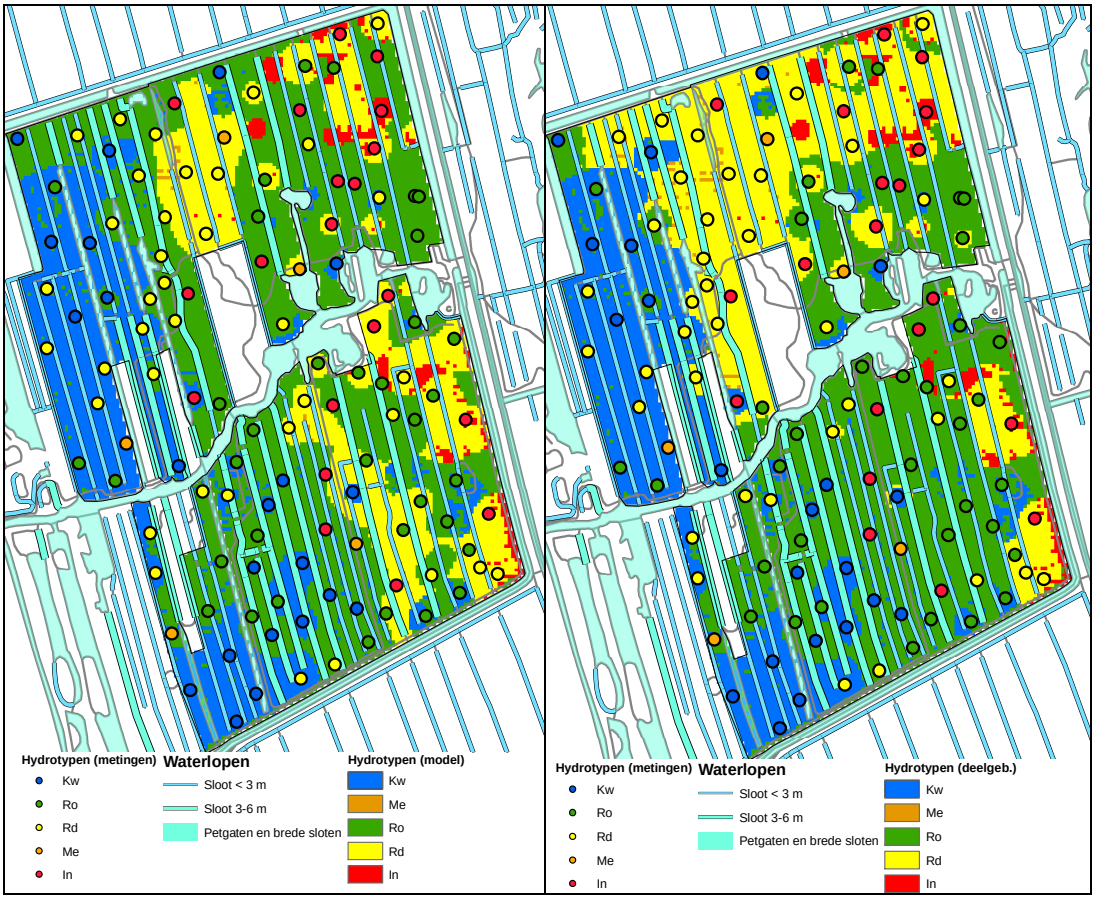
pH 20-GLG = 4,243 + 0,473 x veendikte + 0,1227 x zanddek (7)

Het blijkt dat de getoetste variabelen allen in meer of mindere mate bepalend zijn voor de pH op verschillende dieptes. Alleen de afstand tot waterlopen bleek in dit geval niet significant te zijn. In figuur 8 is voor de drie te toetsen pH-waarden aangegeven of de in tabel 9 gegeven grenswaarden wel of niet overschreden worden. Met deze informatie is vervolgens in het linkerdeel van figuur 9 de ruimtelijke verbreiding van de hydrotypen volgens dit model aangegeven.

De aan de hand van hulpinformatie voorspelde hydrotypen wijken plaatselijk af van de in de boorpunten bepaalde hydrotypen (fig. 9 links). Ook lijkt het erop dat het beeld volgens het regressiemodel met name in het noordelijk deelgebied wat gunstiger is dan op basis van de boringen verwacht mag worden, terwijl in het zuidelijk deelgebied vaker een minder gunstige voorspelling gegeven wordt. In het noordelijk deelgebied worden met name de infiltratieprofielen (In) en diepe neerslaglenzen (Rd) relatief vaker aangetroffen in de boringen dan op basis van het regressiemodel verwacht wordt.



Figuur 8 Toets van voorspelde pH aan grenswaarden voor het bepalen van hydrotypen. Rechtsonder is de voorspelling van de pH tussen 20 cm en GLG opgenomen volgens een model dat onderscheid maakt tussen de deelgebieden noord en zuid.



Figuur 9 Hydrotypen in de boorpunten en volgens regressiemodel. Links het oorspronkelijk model, rechts, rekening houdend met de deelgebieden.

Invloed deelgebieden op ruimtelijke verdeling hydrotypen

Tabel 11 Modelparameters voor het voorspellen van de pH tussen 20 cm en GLG, rekening houdend met de deelgebieden.

pH 20-GLG (R^2 = 18,9%) Variabele	estimate	s.e.	t(115)	t pr.
Constante	**3,922**	**0,339**	**11,56**	**<0,001**
Veendikte (klassen)	**0,491**	**0,105**	**4,67**	**<0,001**
Dikte zanddek (klassen)	**0,1531**	**0,0607**	**2,52**	**0,013**
Deelgebied zuid	**0,377**	**0,129**	**2,92**	**0,004**

pH 20-GLG = 3,922 + 0,491 x veendikte + 0,1531 x zanddek (+ 0,377 in zuid) (8)

Omdat er toch enig verschil lijkt te zijn tussen de deelgebieden is opnieuw een regressie met hulpvariabelen uitgevoerd voor de verschillende te toetsen pH variabelen. Voor de maximale pH en de pH tussen 0 en 20 cm bleek dit niets uit te maken, maar voor de pH tussen 20 cm en GLG geeft het onderscheid tussen de deelgebieden een duidelijke verbetering van het model (tab. 11). Zowel de verklarende kracht van het hele model als de significatie van de verklarende variabele verbetert hiermee. Met het aangepaste model (vergelijking 8) voor de pH in dit traject

is opnieuw de ruimtelijke verbreiding van de hydrotypen bepaald. Dit is weergegeven in het rechterdeel van figuur 9. De toevoeging van de deelgebieden aan het model resulteert in een verhoging van de pH in het zuidelijk deelgebied met 0,377 ten opzichte van het noordelijk deelgebied.

Met het aangepaste model blijkt de voorspelde verbreiding van de hydrotypen veel beter te passen bij de waarnemingen in de boorgaten. Daarbij blijkt dat in het noordelijk deelgebied duidelijk meer diepe neerslaglenzen (Rd) voorkomen dan in het zuidelijk deelgebied. Omdat hier geen bodemkundige verschillen aan ten grondslag liggen, moet de oorzaak gezocht worden in de mate waarin het lithotrofe oppervlaktewater in de bodem kan doordringen en/of de mate waarin neerslagwater op het maaiveld stagneert en van bovenaf het zachte grondwater verdringt. In figuur 9 is ook het oppervlaktewatersysteem opgenomen, waar (op basis van het Top10-vector bestand) onderscheid gemaakt is tussen sloten tot 3 meter, 3-6 meter en grotere vlakvormige elementen (petgaten en brede sloten). Een deel van de verschillen tussen de deelgebieden lijkt hiermee verklaard te kunnen worden. In het zuiden komen volgens deze kaart wat meer sloten voor van 3-6 meter dan in het noorden. Binnen de gebieden met een kwelprofiel (Kw) of ondiepe neerslaglenzen (Ro) komen afwijkende punten met een diepe neerslaglens (Rd) of zelfs infiltratieprofiel (In) relatief vaak voor, waar sloten < 3 meter zijn aangegeven. In werkelijkheid zijn deze sloten waarschijnlijk nog veel smaller (zie ook fig. 5). Dit effect kan ook een verklaring zijn voor het verhoogde aandeel neerslagwater in het watermonster B8. Het hydrotype in het boorgat laat hier ook een diepe neerslaglens zien, terwijl op basis van de regressieanalyse een ondiepe neerslaglens of een kwelprofiel verwacht mag worden.

Tijdens het veldwerk is de indruk ontstaan dat de sloten in het zuiden over het algemeen breder zijn en minder dichtgegroeid zijn dan in het noorden. Deze conclusie wordt ondersteund door het gegeven dat juist de pH-waarden tussen 20 cm en GLG gevoelig zijn voor het onderscheid tussen de deelgebieden. In dit traject vind de zijdelingse infiltratie plaats vanuit het oppervlaktewater. Waar dit belemmerd word door onvoldoende capaciteit van de sloten om lithotroof oppervlaktewater aan te voeren neemt de invloed van zacht grondwater dus af. Dat betekent dat, door extra aandacht voor het slootonderhoud en wellicht het plaatselijk verbreden van een sloot, een duidelijke verbetering van de invloed van zacht grondwater in de percelen bereikt kan worden.

De verbreiding van de hydrotypen is op kaart 8 aangegeven. Hierbij is door middel van een arcering eveneens aangegeven waar het aandeel zacht grondwater geringer is dan 70% (fig. 6). Kwelprofielen (11,7 ha; 26,0 %) komen vooral in het westen voor, samenhangend met een geringe drooglegging. Dat geldt ook voor verspreid liggende laagtes in het oosten, waar ook kweltypen voorkomen. Het grootste deel van het natuurontwikkelingsgebied heeft ondiepe neerslaglenzen (19,5 ha; 42,8 %). Deze beslaan het grootste deel van het zuidelijk deelgebied en de zuidoosthoek van het noordelijk deelgebied. Hier kan de zuurgraad van de bovengrond mogelijk verbeterd worden door het verbeteren van de oppervlakkige afwatering naar de sloten. Bij een aantal boringen binnen de kwelgebieden en ondiepe neerslaglenzen zijn diepe

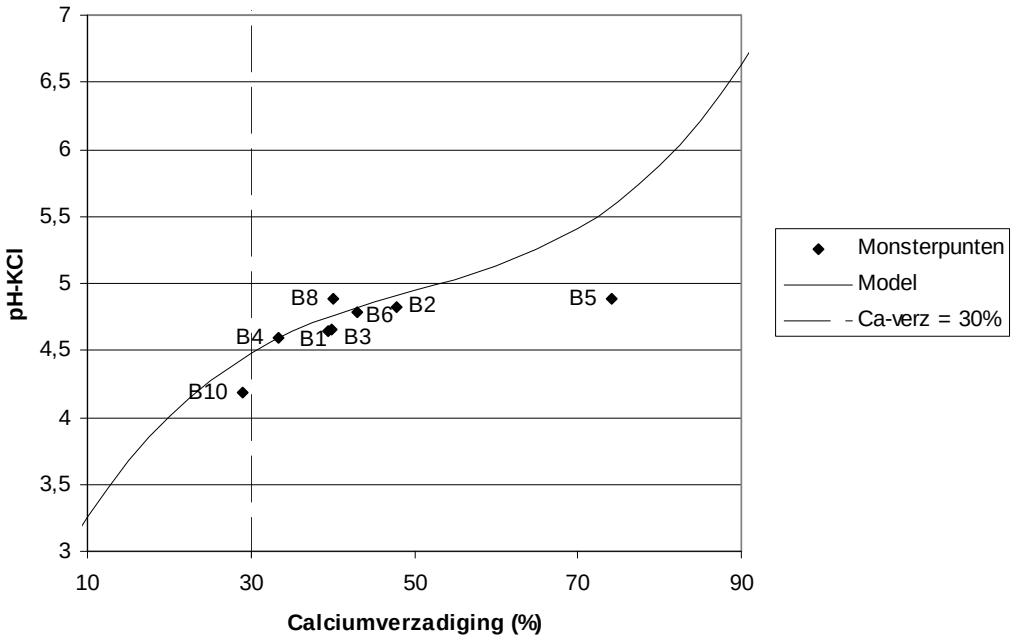
neerslaglenzen en infiltratieprofielen aangetroffen. Het verdient aanbeveling om in de omgeving van deze punten na te gaan of de doorstroming in de sloten voldoende is. Op 12,42 ha (27,7 %) komen diepere neerslaglenzen voor. Dit zijn deels bodems met een geringe veendikte en een wat grotere drooglegging in de oostelijke helft van het gebied, maar ook grote delen van het noordelijk deelgebied vertonen diepe neerslaglenzen, waar dit opgrond van de bodemopbouw niet verwacht werd (vergelijk linker en rechter deel van fig. 9). De aanwezigheid van neerslaglenzen lijkt dus vooral op te treden waar aanvoer van lithotroof oppervlaktewater door de sloten wordt verhinderd door slecht onderhoud of smalle sloten. Waar de neerslaglenzen veroorzaakt worden door een geringe veendikte en grotere drooglegging (in het oosten) zijn er zonder het herstel van de regionale kwel niet veel mogelijkheden om de invloed van zacht grondwater hoger in het profiel te versterken. Peilverhoging zou hier enige verbetering kunnen geven, maar de mogelijkheden daarvoor zijn zeer beperkt vanwege de geringe drooglegging in de lagere gronden in het westen. Infiltratieprofielen en mengwaterprofielen komen beperkt voor, op respectievelijk 1,22 ha (2,7%) en 0,37 ha (0,8%). De verbreiding valt min of meer samen met die van de diepe neerslaglenzen en een beperkt aandeel zacht grondwater.

3.6.6 Zuur/Basentoestand

Van de bovengronden op locaties waar grondwatermonsters werden verzameld, zijn ook bodemmonsters genomen waarin de calciumverzadiging en de pH-KCl is bepaald (tab. 12). Dit geeft aan welk deel van het adsorptiecomplex bezet is met calciumionen. Bij kalkloze bodems is dit het belangrijkste zuurbuffermechanisme. In figuur 10 is de pH-KCl van deze monsters uitgezet tegen de calciumverzadiging. In de figuur is ook de relatie aangegeven zoals deze is gevonden tussen calciumverzadiging en pH-KCl in een groot aantal monsters uit natuurterreinen.

Tabel 12 Analyseresultaten voor de zuurbuffer van de bovengrond bij de locaties van de grondwatermonsters.

Monster	CEC [cmol(+)/kg]	Ca [cmol(+)/kg]	Ca-verz	pH-KCl
B1	11,7	4,7	39,9	4,65
B2	33,1	15,8	47,7	4,82
B3	24,2	9,6	39,5	4,64
B4	26,9	9,0	33,3	4,59
B5	36,6	27,1	74,0	4,89
B6	31,0	13,3	42,9	4,78
B8	13,9	5,6	40,0	4,89
B10	26,7	7,8	29,1	4,18

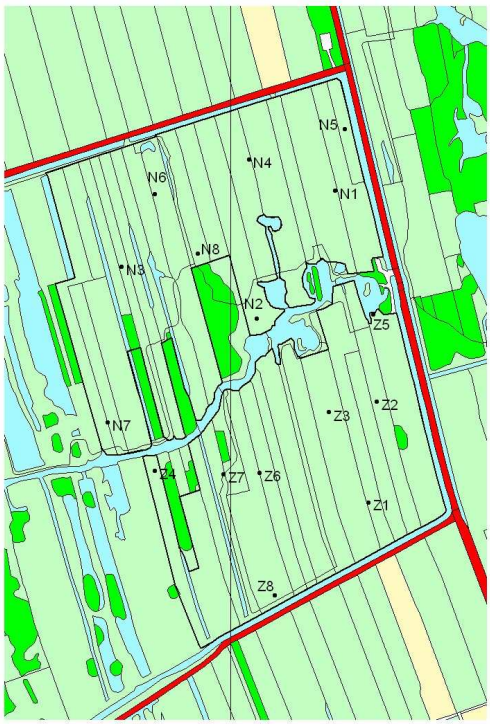


Figuur 10 Relatie tussen calciumverzadiging en zuurgraad (pH-KCl) in de bovengronden van de locaties waar grondwatermonsters genomen zijn.

De calciumverzadiging varieert van 29,1 tot 74%. Hierdoor wordt de zuurgraad gebufferd tussen pH-KCl = 4,2 en 4,9. Bijna alle monsters bevinden zich in het traject waarbij de kationwisseling het belangrijkste zuurbuffermechanisme is (tussen 30 en 80%). Onder invloed van het water dat vanuit de sloten zijdelings infiltreert is de zuurgraad hier dus vrij goed tot goed gebufferd. Bij calciumverzadiging < 30% gaat ook verwering van mineralen (oplossen Aluminium) een rol spelen. Bij een verdere daling van de calciumbezetting door toegenomen neerslaginvloed zal de pH sterker dalen. Dit lijkt het geval te zijn bij B10. Uit de analyse van de watermonsters blijkt ook dat hier de neerslaginvloed het grootst is (zie 3.6).

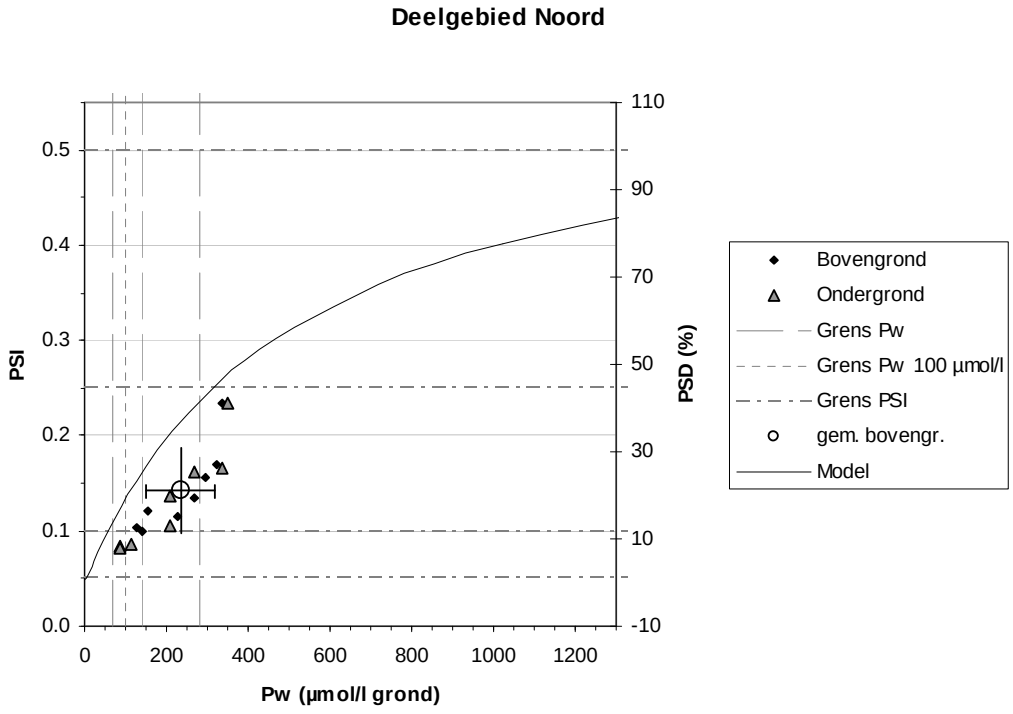
3.7 Fosfaattoestand

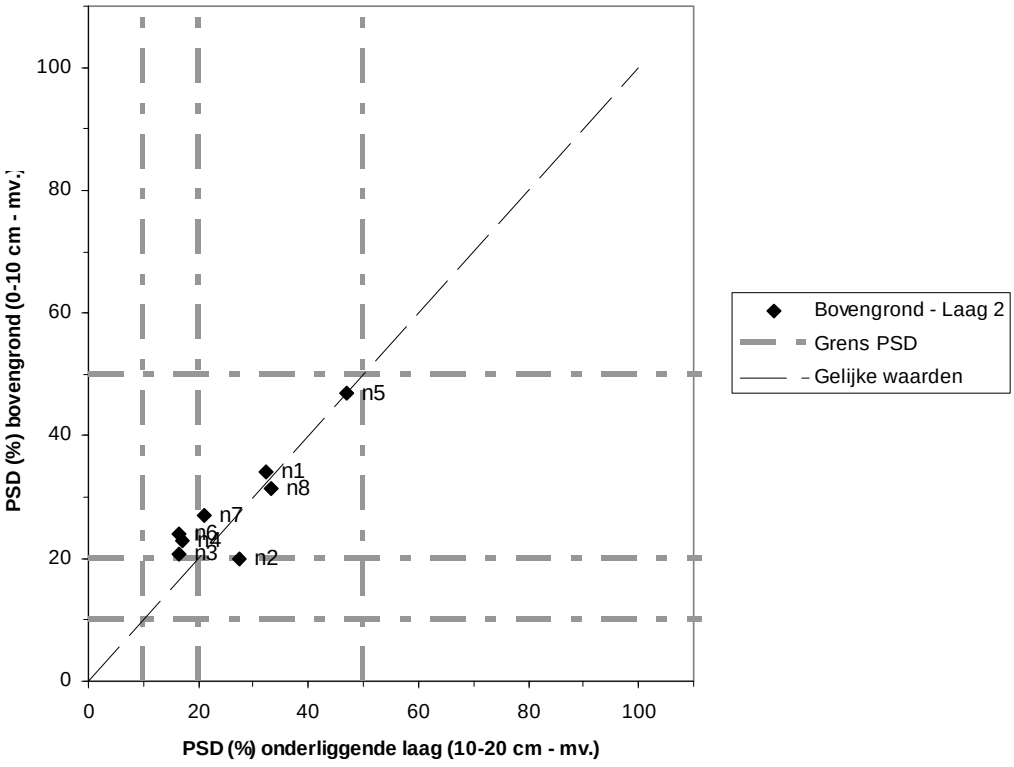
In figuur 11 is de ligging van de aselect gekozen monsterpunten binnen de deelgebieden weergegeven. In bijlage 3 is een overzicht van de analyseresultaten van het bodemkwaliteitsonderzoek opgenomen.

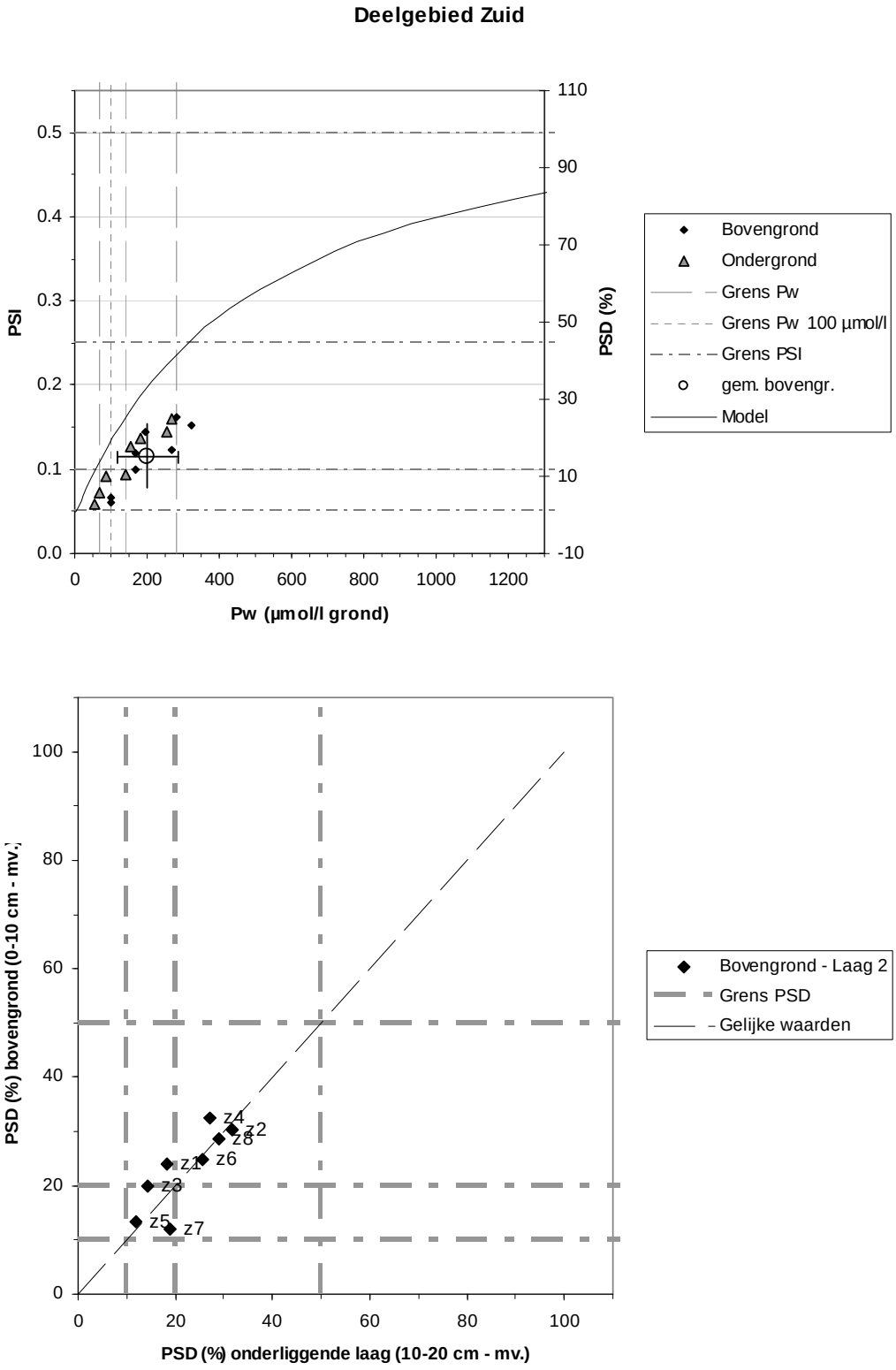


Figuur 11 Ligging van aselect gekozen fosfaatmonsterpunten in de twee deelgebieden.

In figuur 12 zijn de resultaten van het bodemkwaliteitsonderzoek naar de fosfaattoestand per deelgebied weergegeven. De fosfaattoestand is uitgedrukt in een capaciteitsparameter, de fosfaatverzadigingsindex (PSI), en een intensiteitsparameter, het Pw getal, die de beschikbare fractie P aangeeft. Voor de PSI (PSD) zijn grenzen aangegeven waar beneden de PSI min of meer gunstig is (tab. 15). De relatie tussen Pw en PSI wordt uitgedrukt in een adsorptie-isotherm die is afgeleid op basis van een groot aantal bodemmonsters in kwelgevoede zandgronden.


Deelgebied Noord
PSI
PSD (%)
Pw (µmol/l grond)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
-10
10
30
50
70
90
110
0
200
400
600
800
1000
1200
Bovengrond
Ondergrond
Grens Pw
Grens Pw 100 µmol/l
Grens PSI
gem. bovengr.
Model


PSD (%) bovengrond (0-10 cm - mv.)
PSD (%) onderliggende laag (10-20 cm - mv.)
0
20
40
60
80
100
n1
n2
n3
n4
n5
n6
n7
n8
Bovengrond - Laag 2
Grens PSD
Gelijke waarden



Figuur 12 De beschikbaarheid van fosfor (Pw) in relatie tot de fosfaatverzadigingsindex (PSI) van de bovengrond en ondergrond van de onderzochte punten binnen het noordelijk en zuidelijk deelgebied. De gemiddelde waarden en de standaardafwijking per deelgebied zijn weergegeven.

In tabel 13 zijn gemiddelde waarden en standaarddeviaties per deelgebied aangegeven (zie ook fig. 12). Tabel 14 geeft de verhouding tussen de gemiddelde fosfaatwaarden van de deelgebieden.

Tabel 13 Gemiddelden en standaardafwijkingen van enkele bodemeigenschappen per deelgebied

		Deelgebied Noord				Deelgebied Zuid			
		Bovengrond (0-10)		Ondergrond (10-20)		Bovengrond (0-10)		Ondergrond (10-20)	
Variabele	Dimensie	Gem	Sd	Gem	Sd	Gem	Sd	Gem	Sd
Org, stof	%	9,6	3,2	10,4	4,1	11,2	4,4	10,0	4,8
PSI	mol/mol	0,142	0,045	0,132	0,054	0,116	0,038	0,111	0,036
Pw	mgP/Lgrond	16,625	6,022	14,750	7,630	14,250	5,946	10,750	5,701
P-oxalaat	mg/kg	294,6	182,7	341,4	239,8	350,2	184,4	316,0	186,5
Fe-oxalaat	mg/kg	1740,5	789,1	2150,0	1087,7	3163,3	1568,2	2904,0	1408,2
Al-oxalaat	mg/kg	861,3	212,5	1047,1	280,2	991,9	213,2	997,4	192,3

Tabel 14 Verhouding tussen gemiddelde fosfaatwaarden van de deelgebieden

0-10 cm			
	Noord	**Zuid**	**Noord/zuid**
Pox (mg/kg)	295	350	0,84
Pox (mmol/kg)	9,5	11,3	
Buffer (mmol/kg)	63,1	93,4	0,68
PSI (mmol/mmol)	0,142	0,116	1,22
Pw (mgP2O5/l)	16,6	14,3	1,17
10 – 20 cm			
	Noord	**Zuid**	**Noord/zuid**
Pox (mg/kg)	341	316	1,08
Pox (mmol/kg)	11,0	10,2	
Buffer (mmol/kg)	77,3	89,0	0,87
PSI (mmol/mmol)	0,132	0,111	1,19
Pw (mgP2O5/l)	14,8	10,8	1,37

Zowel de PSI als de Pw zijn over het algemeen redelijk gunstig en in het zuidelijk deelgebied wat lager dan in het noordelijk deelgebied. Het is niet zeker waar dit (niet significante) verschil aan toegeschreven kan worden:

- Mogelijk komt het door een wat intensievere verschraling in het zuidelijk deelgebied in vergelijking met het noorden, waardoor in een periode van 7 jaar een duidelijke verschil ontstaan is tussen beide deelgebieden.
- Een andere verklaring is de grotere fosfaatbuffer in het zuidelijk gebied. Uit tabel 13 en 14 blijkt dat, met name in de eerste 10 cm Pox hoger is in het zuidelijk deelgebied dan in het noordelijk, maar omdat het verschil in de omvang van de P-buffer (Fe-ox + Al-ox) relatief nog groter is, is de PSI en als gevolg daarvan de Pw in het zuiden toch lager.

Het verschil tussen de beide bemonsterde lagen is niet groot. Bij de meeste monsters is de laag van 10 tot 20 cm wel iets minder rijk aan fosfaat dan de bovenste 10 cm, maar de verschillen zijn klein (zie onderste deel van de grafieken van fig. 12).

Bij een verdere voortzetting van het huidige verschralingsbeheer zullen beide fosfaatparameters verder afnemen en in het gunstige traject terecht komen.

Tabel 15 Criteria voor de fosfaatverzadigingsindex (PSI) uitgesplitst naar organische stofklassen en aanwezigheid van kleidekken, waarbij de condities ongeschikt, kansrijk of geschikt zijn voor natuurontwikkeling,

PSI	Organische stofklassen (%)			
			>22,5	
	0-8	9-22,5	met klei	zonder klei
> 0.2	ongeschikt/afgraven			
0.1 - 0.2	Kansrijk na uitmeinen			ongeschikt
0.05 - 0.1	geschikt			kansrijk na uitmeinen
<0.05	geschikt			

Ontwikkelingsduur bij verschraling of uitmijnen

De in de bodemmonsters bepaalde fosfaattoestand beschrijft de huidige fosfaattoestand en de perspectieven om deze doormiddel van verschralen of uitmijnen te verlagen. Om een inschatting te kunnen maken over de termijn waarbinnen grenswaarden voor de na te streven natuurdoelen bereikt kunnen worden is in bijlage 4 de ontwikkelingsduur berekend met de aanname dat met verschralen 10 kg P/ha/j afgevoerd kan worden en met uitmijnen 50 kg. Daarbij wordt voor alle natuurdoeltypen in dit gebied uitgegaan van een grenswaarde voor PSI bij 0,1. Voor de schrale typen (blauwgrasland en heischraal grasland) geldt als aanvullende eis dat P-ox lager moet zijn dan 200 mg/kg. Dotterbloemhooiland vereist een wat hogere voedselrijkdom. Daarvoor wordt 1000 mg/kg als grens voor P-ox gehanteerd.

Een deel van de bemonsterde locaties voldoen reeds aan alle gestelde eisen. De termijn waarop de PSI in de overige locaties door verschralen verlaagd kan worden tot 0,1 varieert van 5 tot 81 jaar. Met uitmijnen is dat 1 tot 16 jaar. Omdat P-ox overal lager is dan 1000 mg/kg, kan door uitmijnen in het grootste deel van het gebied binnen 10 jaar een geschikte uitgangssituatie voor dotterbloemhooiland bereikt worden. Voor de schrale natuurdoelen wordt met een verschralingsbeheer in het noordelijk deel op 4 van de 8 locaties binnen 10 jaar een voldoende lage P-toestand bereikt (P-ox < 200 mg/kg), in het zuidelijk deel is dat het geval bij 2 van de 8 locaties. Als gekozen wordt voor uitmijnen kan dit toenemen tot 6 van de 8 in het noorden en 7 van de 8 in het zuiden.

De ontwikkelingsduur voor zowel de schrale als minder schrale natuurdoelen is in het zuidelijk deelgebied wat groter dan in het noorden. Dit lijkt in tegenspraak met de lagere PSI en Pw (tab. 13 en 14). Dit wordt echter veroorzaakt door de wat grotere P-ox waarden in het zuiden. Omdat hier echter ook de P-buffer groter is zal de fosfaatbeschikbaarheid (Pw) hier wel sneller afnemen.

Evaluatie van fosfaatcriteria

Bij de evaluatie van de geschiktheid van de onderscheiden deelgebieden voor natuurdoelen op basis van de fosfaattoestand, is de verwachte ontwikkelingsduur bij verschralen of uitmijnen het uitgangspunt geweest. Per deelgebied is beoordeeld bij hoeveel locaties de grenswaarden voor blauwgrasland of dotterbloemhooiland binnen 10 jaar bereikt kunnen worden bij de verschillende beheersmaatregelen en in hoeveel gevallen deze niveaus niet bereikt kunnen worden. Daartoe zijn de scores per deelgebied berekend (tab. 16). Dit wordt vertaald naar een percentage van het areaal waarbij de bijbehorende inrichtingsmaatregel als kansrijk wordt beoordeeld.

Tabel 16 Scores van monsterpunten binnen de strata per beheersmaatregel. Bij de totaalscores voor uitmijnen staat tussen haakjes het totaal aantal locaties dat hierbij geschikt zou worden, inclusief het aantal dat al bij verschralen geschikt wordt.

	Blauwgrasland deelgebied noord Maatregel				**Dotterbloemhooiland deelgebied noord Maatregel**		
Monster	**ongeschikt**	**uitmijnen**	**verschralen**	**Monster**	**ongeschikt**	**uitmijnen**	**verschralen**
N1	0	1	0	N1	0	1	0
N2	0	1	0	N2	0	0	1
N3	0	0	1	N3	0	0	1
N4	0	0	1	N4	0	0	1
N5	1	0	0	N5	1	0	0
N6	0	0	1	N6	0	0	1
N7	0	0	1	N7	0	0	1
N8	1	0	0	N8	0	1	0
	Totaal scores per maatregel				Totaal scores per maatregel		
	2	2 (6)	4		1	2 (7)	5
	Blauwgrasland deelgebied zuid Maatregel				**Dotterbloemhooiland deelgebied zuid Maatregel**		
Monster	**ongeschikt**	**uitmijnen**	**verschralen**	**Monster**	**ongeschikt**	**uitmijnen**	**verschralen**
N1	0	1	0	N1	0	0	1
N2	1	0	0	N2	0	1	0
N3	0	1	0	N3	0	0	1
N4	0	1	0	N4	0	1	0
N5	0	0	1	N5	0	0	1
N6	0	1	0	N6	0	1	0
N7	0	0	1	N7	0	0	1
N8	0	1	0	N8	0	1	0
	Totaal scores per maatregel				Totaal scores per maatregel		
	1	5 (7)	2		0	4 (8)	4

3.8 Realisatiekansen voor natuurdoeltypen

Voor het natuurontwikkelingsgebied wordt gestreefd naar een uitbreiding van het areaal blauwgrasland, maar ook heischraal grasland, dotterbloemhooiland of kleine zeggenvegetaties behoren voor Natuurmonumenten tot gewenste natuurdoeltypen. Op basis van abiotische eisen die deze doelvegetaties stellen, is beoordeeld wat de realisatiekansen zijn bij de huidige abiotische condities en wat hieraan verbeterd kan

worden om de realisatiekansen te vergroten. Hiervoor zijn de abiotische eisen gehanteerd zoals geformuleerd in Waternood (Runhaar en Hennekens 2006). Het betreft de beoordeling van de vochttoestand, de zuurgraad en de voedselrijkdom. Voor heischraal grasland zijn de vereisten van de Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras genomen. Dotterbloemhooiland is in Waternood als natuurdoeltype opgenomen. Hiervoor is het natuurdoel Dotterbloemhooiland van veen en klei (3.31) gehanteerd. Voor kleine zeggenvegetaties is de Associatie van Moerasstruisgras en zompzegge beoordeeld.

Beoordeling vochttoestand voor natuurdoeltypen

Tabel 17 Abiotische vereisten ten aanzien van de vochttoestand.

	GVG		**GLG**		**Overstroming**
Natuurdoeltype	**Suboptimaal**	**Optimaal**	**Suboptimaal**	**Optimaal**	
Blauwgrasland	-15 – 0 en 30 – 40	0 – 30	NB	NB	incidenteel/nooit
Heischraal grasland	10 – 30	> 30	160 – 180	< 160	nooit
Dotterbloemhooiland	-10 – 0 en 40 – 50	0 – 40	NB	NB	regelmatig – nooit (afhankelijk van type)
Dotterbloemhooiland; Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid	*-10 – 0 en 30 - 40*	*0 - 30*	*10 – 25 en 65 - 90*	*25 - 65*	*regelmatig - nooit*
Kleine zeggen	-15 - -10 en 10 – 20	-10 – 10	30 – 60	< 30	incidenteel/nooit

In tabel 17 staan de abiotische vereisten vermeld die door de verschillende natuurdoeltypen gesteld worden aan de vochttoestand. Vooral de eisen die aan de GVG (Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand) gesteld worden zijn hierbij onderscheidend. In tabel 18 wordt de meest voorkomende GVG voor de voorkomende grondwatertrappen gegeven en wordt deze vergeleken met de abiotische vereisten van de natuurdoeltypen.

Tabel 18 Gemiddelde grondwaterstanden per grondwatertrap op GHG, GLG en GVG niveau en de mate waarin de GVG voldoet aan de vereisten van de natuurdoelen. 1 = suboptimaal, 2 = optimaal, 0 = voldoet niet.

	Gemiddelde grondwaterstand			**Overeenkomst GVG met vereisten Natuurdoelen**			
Gt	**GHG**	**GLG**	**GVG**	**Blauwgr.**	**Heischr.**	**Dotter.**	**Kl. Zeggen**
Ia	0	45	20	2	1	2	1
IIa	5	65	27	2	1	2	0
IIb	25	70	44	0	2	1	0
IIIa	15	90	39	1	2	2	0
IIIb	30	100	53	0	2	0	0

Op basis van de GVG is blauwgrasland optimaal mogelijk bij grondwatertrap Ia en IIa en suboptimaal bij IIIa, waarbij zich drogere varianten zullen ontwikkelen. Heischraal grasland zal zich juist optimaal kunnen ontwikkelen bij grondwatertrap IIb, IIIa en IIIb. Het areaal waar dotterbloemhooiland tot ontwikkeling kan komen vertoont enige overlap met beide eerder genoemde typen, waar bij het optimaal kan

ontwikkelen bij de natste voorjaarsgrondwaterstanden (Gt Ia, IIa en IIIa), maar ook bij grondwatertrap IIb zou het (suboptimaal) tot ontwikkeling te komen. Bij het huidige peilbeheer kunnen kleine zeggenvegetaties alleen (suboptimaal) tot ontwikkeling komen in de nattere delen van het areaal met grondwatertrap Ia.

De eisen aan de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) zijn voor blauwgrasland en dotterbloemhooiland (als natuurdoeltype) niet aangegeven, maar bij een diepere GLG zal waarschijnlijk ook de GVG te diep zijn. In Waternood wordt wel voor de associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid een bereik voor GLG aangegeven (tab. 17). Daaruit valt op te maken dat voor deze associatie binnen de dotterbloemhooilanden grondwatertrap IIIa suboptimaal is. Andere associaties binnen het natuurdoeltypen kunnen hier wel voorkomen. Voor heischraal grasland is de optimale GLG < 160 cm – mv. Omdat de droogste grondwatertrap in het gebied Gt IIIb is, met GLG 80 – 120 cm – mv. wordt daaraan overal voldaan. Kleine zeggenvegetaties, waarvoor de Associatie van Moerasstruisgras en zompzegge als maatgevend wordt gehanteerd, vereisen een GLG ondieper dan 60 cm en liefst ondieper dan 30 cm – mv. Daarmee is dit natuurdoel waarschijnlijk vooral beperkt tot de gronden met grondwatertrap Ia.

Bij het huidige peilbeheer vindt zelden of nooit inundatie plaats. Daarmee wordt in principe aan de eisen van alle natuurdoelen voldaan. Indien overwogen wordt een hoger peil in te stellen, of in de winter een hoger peil toe te laten zou dat tot overstroming in de laagste delen kunnen leiden. Het enige natuurdoeltype dat hier echt gevoelig voor is, is het heischraal grasland en dat is toch gebonden aan de relatief hogere delen. Overstroming zal dus naar verwachting nergens tot grote problemen leiden.

Beoordeling zuurgraad voor natuurdoeltypen

Tabel 19 Abiotische vereisten ten aanzien van de zuurgraad. 1 = suboptimaal, 2 = optimaal, 0 = voldoet niet.

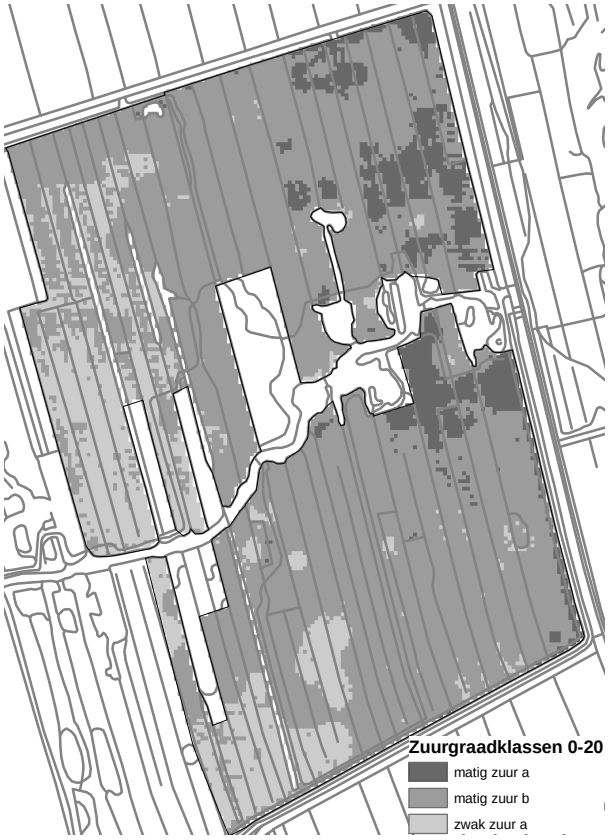
Natuurdoeltype	Zuur	Matig zuur	Zwak zuur	Neutraal-basisch
Blauwgrasland	1	2	2	
(Orchideeënrijk blauwgrasland)			2	
Heischraal grasland	1	2	1	
Dotterbloemhooiland		2	2	2
Kleine zeggen	1	2	2	

De eisen die aan de zuurgraad gesteld worden zijn samengevat in tabel 19. Hierbij is de meest kritische variant van blauwgrasland (de orchideeënrijke subassociatie) apart aangegeven omdat deze beperkt is tot het zwak zure traject. De zuurgraad klassen in Waternood zijn gekoppeld aan pH-H_2O. In de bodemmonsters is de, bij bodemkundige meer gebruikelijke, pH-KCl bepaald, terwijl voor de pH bepaling in het veld gebruik is gemaakt van pH-indicatorstrookjes. De verschillende bepalingsmethoden voor de pH geven verschillende waarden die echter wel in relatie tot elkaar staan. Uit een groot aantal bodemmonsters waarin laboratoriumbepalingen van pH-H_2O en/of pH-KCl gedaan en zijn en waarbij tevens de veld-pH bepaald is, is een relatie tussen deze bepalingen afgeleid. Hiermee kunnen de klassengrenzen voor de zuurgraad omgerekend worden naar grenzen voor de veldmetingen. In tabel

20 zijn de klassen nog onderverdeeld in een meer en minder zuur traject (a en b), zoals dat ook gedaan wordt in de database voor ecologische vereisten in Natura-2000-gebieden.

Tabel 20 Grenswaarden voor zuurgraad klassen bij diverse pH-bepalingen

	pH H2O	**pH-veld**	**pH_KCl**
zuur a	< 4,0	< 3,39	< 3,27
zuur b	4,0 - 4,5	3,39 - 3,95	3,27 - 3,80
matig zuur a	4,5 - 5,0	3,95 - 4,50	3,80 - 4,33
matig zuur b	5,0 - 5,5	4,50 - 5,05	4,33 - 4,86
zwak zuur a	5,5 - 6,0	5,05 - 5,61	4,86 - 5,38
zwak zuur b	6,0 - 6,5	5,61 - 6,16	5,83 - 5,91
neutraal a	6,5 - 7,0	6,16 - 6,72	5,91 - 6,44
neutraal b	7,0 - 7,5	6,72 - 7,27	6,44 - 6,97
basisch	> 7,5	> 7,27	> 6,97



Figuur 13 Verbreiding van de zuurgraadklassen in de bovengrond (0 – 20 cm).

In figuur 13 is de zuurgraad in de bovengrond (0 – 20 cm – mv.) vlakdekkend weergeven op basis van regressie met hulpvariabelen. De zuurgraad is hierbij ingedeeld volgens de klassen in tabel 20. Het grootste deel van het natuurontwikkelingsgebied valt in de klasse 'matig zuur b'. In het westen, waar meer invloed van lithotroof water aanwezig is, komt ook de klasse 'zwak zuur a' voor,

terwijl in de hogere delen in het oosten ook vlakken voorkomen met de klasse 'matig zuur a'. Hiermee is vrijwel overal de zuurgraad optimaal voor de na te streven natuurdoeltypen. Alleen de lagere delen in het westen, waar de klasse 'zwak zuur a' voor komt zijn suboptimaal voor heischraal grasland, maar deze zijn ook te nat voor dit doeltype. De vereisten voor blauwgrasland omvatten hele traject van zwak zuur tot matig zuur. Voor orchideeënrijk blauwgrasland geldt echter dat het beperkt is tot de klasse 'zwak zuur'. Dat betekent dat dit specifieke type beperkt zal zijn tot de lagere delen in het westen, waar de invloed van lithotroof water het grootste is. Zuurgraad lijkt verder nergens een beperking op te leveren voor de doeltypen, voor zover de vochttoestand geschikt is.

De verbreiding van de hydrotypen is gebaseerd op de huidige zuurgraad zoals die is ingesteld in evenwicht met zijdelings infiltrerend oppervlaktewater en neerslagwater dat vanaf maaiveld de bodem binnendringt. Dat betekent dat, met name bij de diepere neerslaglenzen en infiltratieprofielen de kans bestaat dat de bodem op den duur verder zal verzuren. In mindere mate geldt dat ook voor de ondiepe neerslaglenzen. Door verbetering van de oppervlakkige afwatering kan de infiltratie van neerslagwater tegengegaan worden en door het vergroten van de aanvoercapaciteit voor lithotroof oppervlaktewater door het opschonen en wellicht verbreden van een aantal sloten kan de invloed van zacht grondwater versterkt worden en daarmee een verbetering van de zuurgraad bereikt worden.

Beoordeling voedselrijkdom voor natuurdoeltypen

De ecologische vereisten van de natuurdoeltypen ten aanzien van voedselrijkdom zijn samengevat in tabel 21. In natuurontwikkelingsgebieden wordt de voedselrijkdom niet zozeer bepaald door de natuurlijke voedselrijkdom, maar wel door de hoeveelheid meststoffen (met name fosfaat) die in de bodem zijn achtergebleven en beschikbaar zijn voor de vegetatie.

Tabel 21 Abiotische vereisten ten aanzien van de voedselrijkdom. 1 = suboptimaal, 2 = optimaal, 0 = voldoet niet.

Natuurdoeltype	Voedselarm	Matig voedselrijk	Zeer voedselrijk
Blauwgrasland	2	1	
Heischraal grasland	2		
Dotterbloemhooiland	1	2	1
Kleine zeggen	2	1	

De fosfaattoestand is in 3.7 apart besproken. Het blijkt dat bij de huidige fosfaattoestand de gekozen natuurdoeltypen niet direct haalbaar zijn, maar dat na verschralen en/of uitmijnen het geschikte areaal aanzienlijk verhoogd kan worden. In bijlage 4 is per bemonsterde locatie aangegeven na hoeveel jaar verschralen c.q. uitmijnen de gewenste natuurdoelen haalbaar zijn. In tabel 22 is dit omgerekend naar de fractie van de deelgebieden die binnen een termijn van ca 10 jaar geschikt zijn te maken voor dotterbloemhooiland of blauwgrasland. Voor heischraal grasland en kleine zeggengemeenschappen gelden vergelijkbare eisen als voor blauwgrasland.

Tabel 22 Fractie van deelgebieden waar dotterbloemhooiland of blauwgrasland haalbaar zal zijn bij verschralen of uitmijnen. Bij uitmijnen is tussen haakjes de totale geschikte oppervlakte opgegeven, inclusief het areaal dat al geschikt was bij verschralen.

Maatregel	Deelgebied	Dotterbloemhooiland	Blauwgrasland
Reeds geschikt	Noord	0,375	0,375
	Zuid	0,375	0,250
Verschralen	Noord	0,625	0,500
	Zuid	0,500	0,250
Uitmijnen	Noord	0,250 (0,875)	0,250 (0,750)
	Zuid	0,500 (1,000)	0,625 (0,875)
Niet haalbaar	Noord	0,125	0,250
	Zuid	0,000	0,125

Realisatiekansen

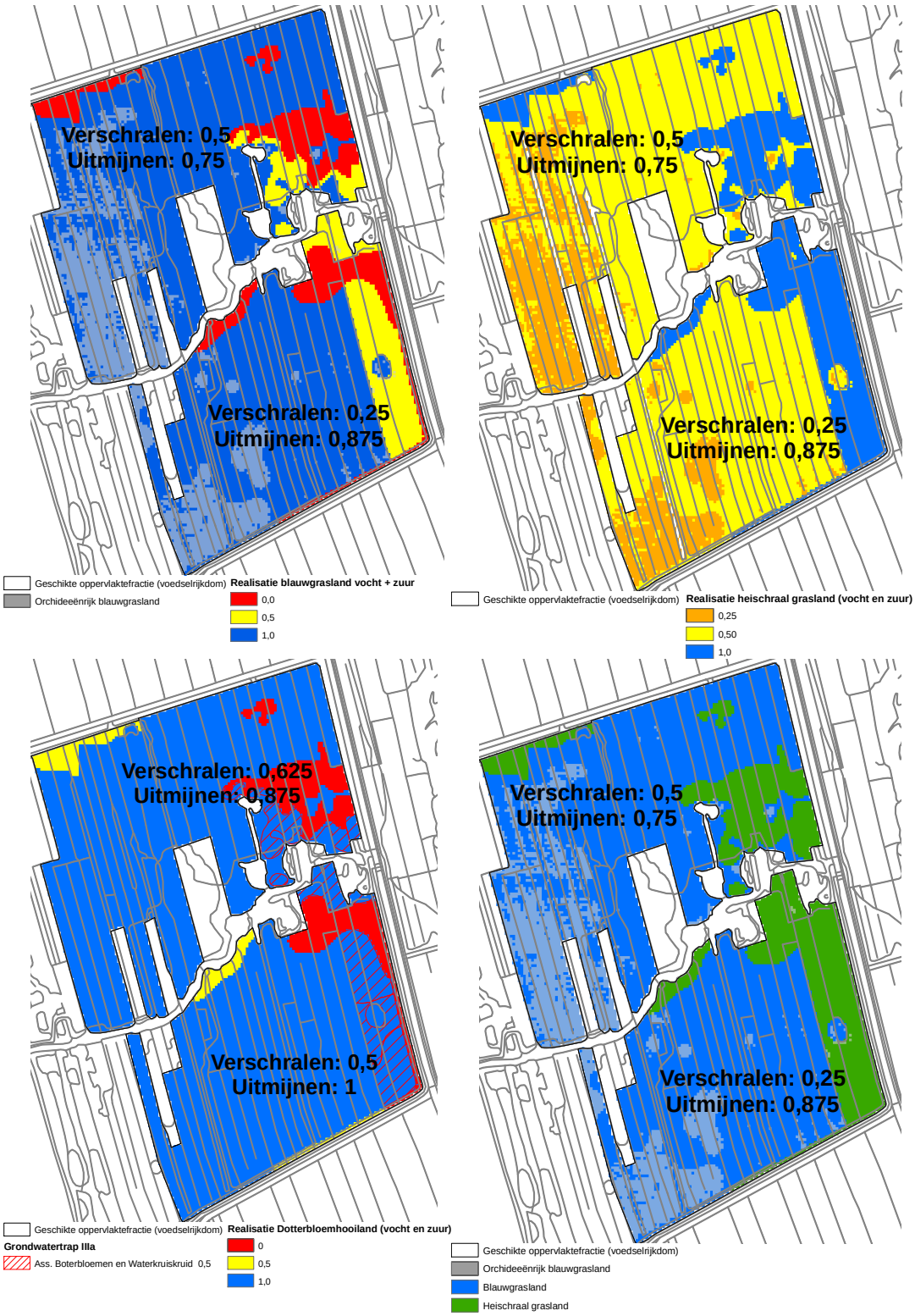
De realisatiekansen voor de verschillende natuurdoeltypen zijn afhankelijk van de combinatie van de standplaatsfactoren vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom zoals hierboven besproken is. Om tot een vergelijking van de realisatiekansen te komen, is per standplaatsfactor de realisatiekans gebiedsdekkend bepaald, waarna deze kansen met elkaar vermenigvuldigd zijn.

Voor de vochttoestand is de GVG als maatgevend genomen, omdat de GLG alleen voor kleine zeggengemeenschappen onderscheidend is en dit vegetatietype alleen in een beperkt deel van het gebied suboptimaal voor kan komen. Binnen het areaal waar dat het geval zou zijn, zijn de kansen voor blauwgrasland hoger. Het lijkt dus weinig zinvol de realisatiekansen voor dit type verder uit te werken. De realisatiekansen op basis van de GVG zijn afgeleid uit de grondwatertrappenkaart, waarbij per grondwatertrap een kans is aangegeven volgens tabel 18. Daarbij krijgen grondwatertrappen die optimaal zijn voor het natuurdoeltypen de kans (P-vocht) 1, suboptimale grondwatertrappen krijgen de kans 0,5 en overige de kans 0.

Voor de realisatiekansen op basis van de zuurgraad, is de zuurgraadklasse in de bovengrond (fig. 13) vergeleken met de ecologische vereisten in tabel 19. Daarbij geldt dezelfde vertaling van de klassen 'optimaal', 'suboptimaal' en 'voldoet niet' naar een realisatiekans P-zuur als bij P-vocht.

De realisatiekansen op basis van vocht en zuurgraad zijn bepaald door P-vocht en P-zuur met elkaar te vermenigvuldigen. Dat is weergegeven in figuur 14.

Voor de voedselrijkdom is niet de kans berekend op de realisatie van de natuurdoelen, maar is per deelgebied aangegeven welke fractie door verschralen of uitmijnen geschikt gemaakt kan worden voor het natuurdoel (tab. 22). Dit staat los van realisatiekansen op basis van zuurgraad en vochttoestand. De fosfaattoestand is namelijk niet gekarteerd, maar op basis van een aselecte steekproef vastgesteld per deelgebied. Dat geldt dan ook voor de perspectieven voor verschraling.



Figuur 14 Realisatiekansen voor 3 natuurdoeltypen en het areaal per deelgebied waar het type gerealiseerd kan worden door een verschralingsbeheer of bij uitmijnen. Voor blauwgrasland is aangegeven waar de zuurgraad geschikt is voor de orchideeënrijke variant. Voor dotterbloemhooiland is aangegeven waar de vochttoestand

suboptimaal is voor de Associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid (4de figuur geeft voor het totale gebied weer waar en voor welk natuurtype de realisatiekans optimaal is vanuit abiotische omstandigheden).

De realisatiekansen van 3 natuurdoeltypen zijn weergegeven in figuur 14, per deelgebied is daarbij aangegeven welk deel door verschralen of uitmijnen geschikt gemaakt kan worden voor de eisen die deze natuurdoelen aan de fosfaattoestand stellen.

Realisatiekansen op basis van vocht en zuurgraad

Blauwgrasland is, op basis van vochttoestand en zuurgraad overal mogelijk, met uitzondering van de wat hogere terreindelen in het oosten en langs de noordrand met grondwatertrap IIb en IIIb. Bij grondwatertrap IIIa wordt de realisatiekans kleiner. Op basis van de verbreiding van de zuurgraadklasse 'zwak zuur a' (fig. 13) is ook aangegeven waar de orchideeënrijke variant van blauwgrasland mogelijk moet zijn. Dat dit bij het huidige verschralingsbeheer mogelijk moet zijn bewijst het voorkomen van orchideeën die tijdens het veldwerk werden aangetroffen in diverse percelen in het westelijk deel van beide deelgebieden. Een verdere uitbreiding van het areaal dat geschikt is voor deze orchideeënrijke variant kan bereikt worden door extra aandacht aan de waterhuishouding te besteden (zie 3.6).



Figuur 15 Schrale vegetatie met orchideeën (Rietorchis) in het zuidwestelijk deel van het gebied (foto Fokke Brouwer).

Heischraal grasland neemt de plaats in van blauwgrasland op de delen van het gebied die te droog zijn voor blauwgrasland. Overal waar grondwatertrap IIb, IIIa en IIIb voor komt, is de realisatiekans voor dit type 1. In de nattere delen is deze kans 0,5 waar de bovengrond matig zuur is en 0,25 bij een zwak zure bovengrond. Hier is echter blauwgrasland het meest waarschijnlijk natuurdoeltype.

Met uitzondering van de droogste gronden met grondwatertrap IIIb kan volgens de criteria uit Waternood (tab. 17 en 19) overal dotterbloemhooiland ontwikkeld worden. Het onderscheid met de andere twee natuurdoeltypen komt dan voornamelijk voort uit de hoeveelheid beschikbaar fosfaat in de bodem en de mogelijkheid deze te verlagen. Voor de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid zijn de eisen aan de vochttoestand strenger, waardoor deze bij grondwatertrap IIIa, suboptimaal voor kan komen. De GLG bij grondwatertrap IIIa ligt in dit gebied rond 90 cm – mv. Dat is net de grens voor het suboptimale bereik voor deze associatie. Daarom is in figuur 14 de verbreiding van deze grondwatertrap met een rode arcering aangegeven.

Realisatiekansen op basis van voedselrijkdom

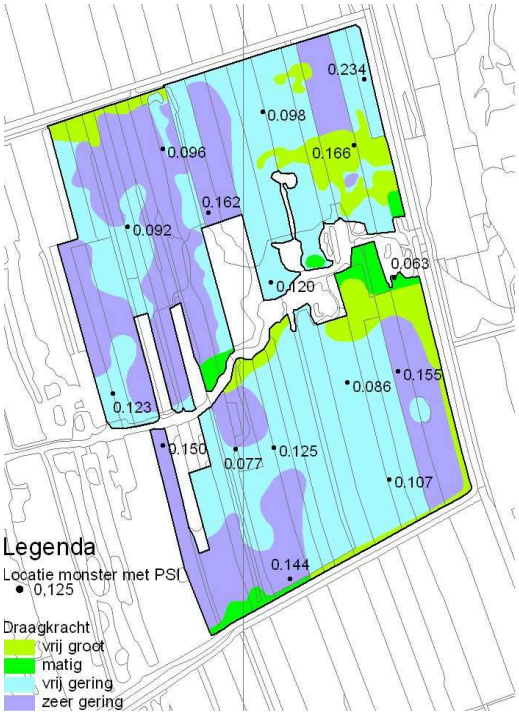
Omdat de fosfaattoestand niet gekarteerd is, maar bepaald is per deelgebied kunnen hierover allen uitspraken per deelgebied gedaan worden. Op basis van de huidige fosfaattoestand is reeds 0,375 deel van de beide deelgebieden geschikt voor dotterbloemhooiland. Dat geldt in het noordelijk deel ook voor schrale vegetaties (blauwgrasland of heischraal grasland). Van het zuidelijk deel is een fractie van 0,25 geschikt voor schrale vegetaties. Dat deze vegetaties zich nog niet gevestigd hebben kan andere oorzaken hebben, zoals het ontbreken van zaden in het gebied. Ook is het mogelijk dat de adsorptie-eigenschappen van de bodem enigszins afwijken van de bodems waarop de fosfaatcriteria zijn gebaseerd. In figuur 10 zijn de Pw en PSI uitgezet tegen een adsorptie-isotherm die is afgeleid voor kwelgevoede zandgronden met een organische stofgehalte van 5 tot 15%. Dat komt min of meer overeen met de kenmerken van de bovengronden in het onderzoeksgebied. Toch liggen de punten in deze grafieken iets onder de lijn van de adsorptie-isotherm. Dat kan er op wijzen dat het adsorptiemaximum hier wat lager ligt, wat tot gevolg heeft dat bij een bepaalde PSI de fosfaatbeschikbaarheid (Pw) toch wat hoger is. In dat geval zal de PSI dan wat verder verlaagd moeten worden om voldoende schrale omstandigheden te bereiken. Door het voortzetten van een verschralingsbeheer zullen schrale vegetaties zich verder kunnen ontwikkelen in een de helft van het noordelijk deelgebied en een kwart van het zuidelijk deelgebied. Of hierbij blauwgrasland of heischraal grasland zal ontstaan zal afhankelijk zijn van vochttoestand en zuurgraad (zie boven). het areaal waar doormiddel van verschralen een dotterbloemhooiland ontwikkeld kan worden is 0,625 in het noorden en 0, 5 in het zuiden.

Door uitmijnen kunnen de arealen voor schrale vegetaties vergroot worden tot 0,75 in het noorden en 0,875 in het zuiden. Het areaal dat dan geschikt kan worden voor dotterbloemhooiland is dan zelfs 0,875 resp. 1,0. Hierbij moet aangetekend worden dat bij een verdergaande verschraling de voedselrijkdom zelfs te laag kan worden voor dotterbloemhooiland, maar dat kan nauwelijks als een bezwaar gezien worden als daarvoor in de plaats blauwgrasland tot ontwikkeling komt.

Uitmijnen en draagkracht

Uit het voorgaande komt naar voren dat doormiddel van uitmijnen de potenties voor de gewenste natuurdoelen aanzienlijk vergroot kunnen worden, maar dat ook bij een verschralingsbeheer waarbij 1 keer per jaar gemaaid wordt ook een verbetering

verwacht kan worden. Bij het huidige beheer wordt 2 keer per jaar gemaaid. Dit lijkt in delen van het gebied al tot een aanzienlijke verbetering van de fosfaattoestand geleid te hebben. Voor uitmijnen wordt echter uitgegaan van een (tijdelijk) intensiever beheer. Gezien de hoge grondwaterstanden in het gebied zal dat op een aantal plaatsen tot problemen kunnen leiden. In figuur 16 is de draagkracht van de bovengrond beoordeeld volgens landbouwkundige criteria (Ten Cate et al. 1995). Hieruit blijkt dat het grootste deel van het gebied een geringe draagkracht heeft. Hierbij zouden mogelijk problemen kunnen optreden indien voor uitmijnen gekozen wordt. Omdat de draagkracht in het verleden ook bij bemesting een probleem geweest kan zijn zou verondersteld kunnen worden dat percelen met een geringere draagkracht ook minder bemesting ontvangen hebben en daarom minder in aanmerking komen voor uitmijnen. Daarom is in figuur 16 ook de fosfaatverzadigingsindex (PSI) van de bemonsterde locaties opgenomen. Hieruit blijkt echter geen duidelijke relatie met de draagkracht. Hogere waarden voor PSI komen ook voor in percelen met een (zeer) geringe draagkracht en zeer lage waarden komen ook voor bij een matige of grote draagkracht. Omdat voor het beheer in het bestaande natuurgebied op gronden met een veel geringere draagkracht gewerkt moet worden wordt door de terreinbeheerder echter geen al te grote problemen verwacht met de draagkracht. De ervaring in het natuurontwikkelingsgebied is, dat men er meestal goed op kan met de voor dit gebied gangbare machines (mondelinge mededeling B. Blauwbroek).



Figuur 16 Beoordeling van de draagkracht van de bovengrond en fosfaatverzadigingsindex (PSI) van de bemonsterde locaties.

3.9 Advies inrichtingsmaatregelen

Waterhuishouding

Hoewel het gebied vroeger onder invloed van regionale kwel gestaan zal hebben, is dat nu niet meer het geval en moet het gebied als geheel als wegzijgingsgebied beschouwd worden. Uit de analyse van de waterkwaliteit (zie 3.6) komt naar voren dat door instroom van schoon lithotroof oppervlaktewater, door het hele gebied toch een grondwaterkwaliteit gerealiseerd kan worden die sterk lijkt op die van zacht grondwater. De mate waarin dit succesvol is, blijkt wel afhankelijk van de aanvoercapaciteit van de sloten, van waaruit het gebufferde oppervlaktewater zijdelings kan infiltreren in de percelen. Smalle sloten of sloten die gedeeltelijk dichtgegroeid zijn hebben een beperkte aanvoercapaciteit. Dat komt ook tot uiting in de ruimtelijke verbreiding van de hydrotypen. Met name in het noordelijk deelgebied komen relatief veel smalle sloten voor of sloten met veel vegetatie. Hier (maar ook in het zuidelijk deelgebied) is de invloed van lithotroof water en daarmee een betere zuurbuffer van de bodems te bereiken door sloten op te schonen of wellicht zelfs te verbreden. Dit zal tot gevolg hebben dat de verbreiding van zwak zure bovengronden (fig. 13) vergroot kan worden en daarmee het areaal waar de orchideeënrijke blauwgraslanden ontwikkeld kunnen worden.

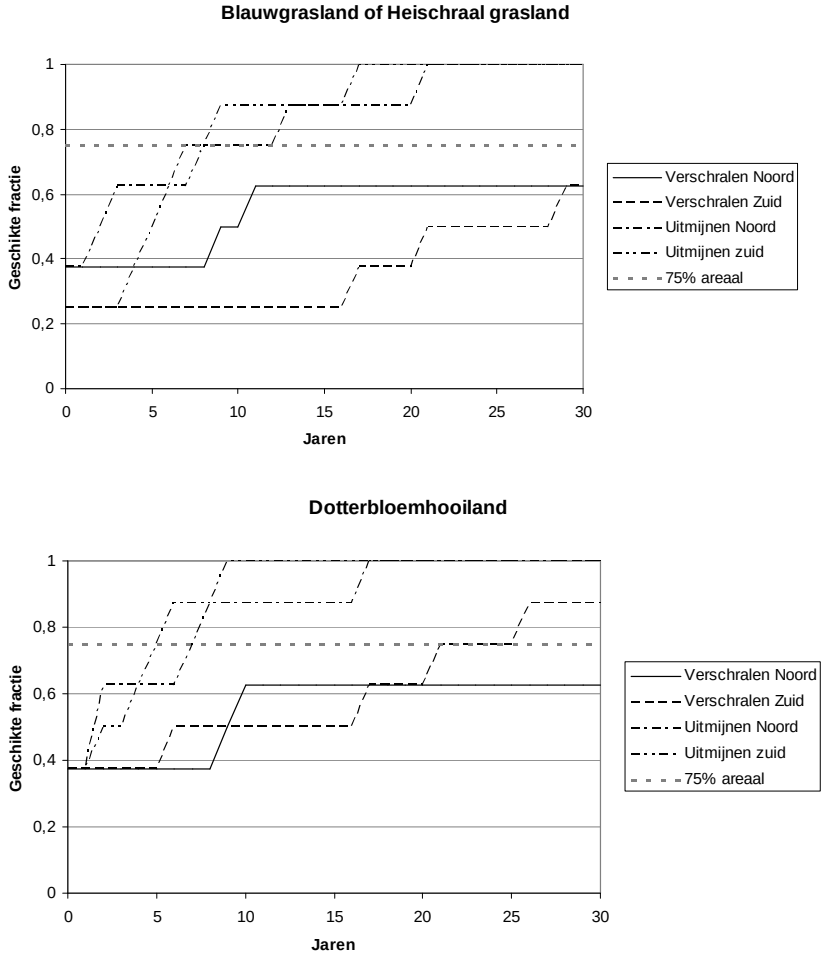
Sloten met een beperkte aanvoercapaciteit kunnen opgespoord worden aan de hand van de verbreiding van de diepe neerslaglenzen in kaart 8. Ook binnen de percelen waar kwelprofielen en ondiepe neerslaglenzen verwacht worden kunnen lokaal in boorpunten diepe neerslaglenzen of infiltratieprofielen aangetroffen worden (fig. 9, rechts). Deze wijzen op een beperkte aanvoercapaciteit van de nabijgelegen sloot, zeker als deze afwijkende punten geclusterd voorkomen, wat vaak het geval is.

Natuurmonumenten overweegt voor het gebied een wat natuurlijker peilbeheer in te stellen, waarbij in de winter hogere grondwaterstanden en tijdelijke inundatie voor kan komen. Dit lijkt geen groot probleem op te leveren, maar ook niet veel winst op te leveren voor de realisatie van de natuurdoelen. Een wat hogere wintergrondwaterstand zou lokaal tot een tijdelijke inundatie kunnen leiden. Afgezien van Heischraal grasland is dat voor geen van de natuurdoeltypen een probleem en de bodems waar heischraal grasland zou kunnen ontwikkelen liggen te hoog om geïnundeerd te worden. In de rest van het gebied mag van inundatie met lithotroof boezemwater een positieve invloed op de zuurbuffer worden verwacht. Naast de directe invloed van het lithotrofe boezemwater wordt de bergingscapaciteit van de bodem voor neerslagwater verkleind en daarmee de vorming van neerslaglenzen tegengegaan. Met het oog op het risico op interne eutrofiering moet permante inundatie voorkomen worden. Door de bodem in het groeiseizoen in de wortelzone droog te late vallen, wordt dit voorkomen. Voor blauwgrasland zijn wat lagere zomergrondwaterstanden ook geen probleem. Het geschikte areaal voor dotterbloemhooiland zou wel wat kleiner kunnen worden bij diepere zomergrondwaterstanden.

Fosfaattoestand

De huidige fosfaattoestand is delen van het gebied te hoog voor de beoogde natuurdoeltypen. Uit de vergelijking van de fosfaatgehalten in de twee bemonsterde lagen komt naar voren dat afgraven van de bovenste 10 cm geen wezenlijke verbetering van de fosfaattoestand zal opleveren. Dieper afgraven is niet wenselijk omdat dan de standplaatsen te nat worden en de draagkracht voor het beheer te slecht wordt.

In plaats van afgraven kan ook door een verschralingsbeheer of uitmijnen de fosfaattoestand omlaag gebracht worden tot een niveau dat geschikt is voor de beoogde natuurdoeltypen. De in bijlage 4 bepaalde ontwikkelingsduur bij verschralen of uitmijnen is in figuur 17 vertaald naar de ontwikkeling van het areaal van de deelgebieden waar de fosfaattoestand geschikt zal zijn voor de beoogde natuurdoeltypen. Deze verwachte ontwikkelingsduur is ook gebruikt om aan te geven welk areaal binnen 10 jaar een geschikte fosfaattoestand kan hebben (tab. 22 en fig. 14).



Figuur 17 Verwachte ontwikkeling van het areaal schrale vegetaties (blauwgrasland of heischraal grasland) en dotterbloemhooiland bij verschralen of uitmijnen.

Met verschralen kan voor alle natuurdoelen binnen 10 jaar een zekere vergroting van het geschikte areaal bereikt worden, zeker als bedacht wordt dat voor de berekeningen uitgegaan wordt van 1 keer per jaar maaien, terwijl in het natuurontwikkelingsgebied jaarlijks 2 keer gemaaid wordt. Toch zal daarbij het areaal voor schrale vegetaties binnen deze termijn niet boven 0,625 uitkomen in het noordelijk deelgebied en 0,5 in het zuiden. Dat geldt ook voor dotterbloemhooiland.

Een sneller resultaat kan bereikt worden met uitmijnen. Daarmee kan in minder dan 10 jaar een geschikte fosfaattoestand voor schrale vegetaties bereikt worden in 0,75 van het noordelijk deel en 0,875 van het zuidelijk deelgebied en voor dotterbloemhooiland in 0,875 van het noorden en het gehele zuidelijk deelgebied. Daarmee lijkt het aantrekkelijk om op zoveel mogelijk plaatsen een uitmijnbeheer toe te passen.

Op basis van de steekproef worden uitspraken gedaan die geldig zijn voor het hele deelgebied. Het advies voor uitmijnen betreft dan ook het hele deelgebied. Bij uitmijnen wordt ca 5 keer per jaar gemaaid om zoveel mogelijk fosfaat af te voeren. Omdat daarbij de beschikbare hoeveelheid stikstof en kalium sneller afnemen dan de fosfaatvoorraad zal na verloop van tijd de productiviteit en daarmee de fosfaatafvoer per snede afnemen. Omdat in deze fase de fosfaatafvoer de hoofddoelstelling is van het beheer is dat niet wenselijk. Op basis van gewasmonsters kan vastgesteld worden of bij afnemende productiviteit sprake is van tekort aan N of K. In dat geval kan bijmesten met N of K overwogen worden. Indien de afname veroorzaakt wordt door een tekort aan P is dat een teken dat het omvormingbeheer effectief is en kan geleidelijk aan overgegaan worden op een 'normaal' hooilandbeheer, met jaarlijks maaien en afvoeren.

In hoeverre het beheer in een individueel perceel tot een geschikte fosfaattoestand heeft geleid kan eventueel vastgesteld worden door aanvullende bodembemonstering in percelen waar de productiviteit al sterk is afgenomen. Dit is bij het beheer bekend. Ook de afnemende productiviteit en een P tekort in het gewas (zie boven) is een indicatie voor het bereiken van de juiste fosfaattoestand.

Voor percelen met een in de beginsituatie extreem hoge productiviteit kan door aanvullende bodembemonstering onderzocht worden of uitmijnen in dat specifieke perceel effectief zal zijn. Als dat niet zo lijkt te zijn, kan voor een ander natuurdoel gekozen worden dat minder hoge eisen stelt aan de fosfaattoestand.

Ook bij het behalen van de juiste fosfaattoestand kan het zijn dat de doelvegetaties zich niet spontaan vestigen. Vaak is dat een gevolg van dispersieproblemen. Dan kan overwogen worden door het aanbrengen van maaisel uit andere terreinen de verspreiding van soorten te bespoedigen.

Beoordeling opties op toepasbaarheid

1. **afgraven van de bovengrond (10 cm): niet zinvol**
   - Op plekken met te fosfaatrijke bodem voor blauwgrasland/heischraal grasland is de onderlaag bijna net zo fosfaatrijk, afgraven levert geen verbetering op en soms zelfs enige verslechtering. Die plekken zijn nu al geschikt voor dotterbloemgrasland. Het gaat om ca 25% van het noordelijk deelgebied en 12,5% van het zuidelijk deelgebied;
   - Dieper afgraven is niet zinvol omdat het dan te nat wordt voor blauwgrasland, en de draagkracht te laag wordt voor het beheer. Natuurmonumenten wil daar niet voor gaan ontwateren.

2. **uitmijnen: zeer zinvol**
   Van de bemonsterde plekken met een nu te hoge fosfaatbeschikbaarheid en/of fosfaatvoorraad kan binnen 2 tot 8 jaar uitmijnen de fosfaattoestand dermate worden verlaagd dat die optimaal wordt voor schraalland als blauwgrasland of heischraal grasland. Het gaat om 37,5% van het areaal in het noordelijk deelgebied en 62,5% in het zuidelijke deelgebied.

3. **voortzetten huidig (verschralings)beheer : lokaal zinvol**
   - Op basis van de bemonstering van de fosfaattoestand is van het noordelijke deelgebied nu al 37,5% geschikt voor Blauwgrasland (of heischraal grasland op zandkoppen), en in het zuidelijk deelgebied 25%.
   - De locaties waar uitmijnen zeer zinvol lijkt kunnen ook verschraald worden. Het kost dan veel meer tijd: gemiddeld 24 jaar beheer (variërend van 8 tot 41 jaar).

4a. **aanpassen waterpeilbeheer: zinvol**
   Optimalisatie van het waterpeilbeheer waarbij periodieke inundatie met boezemwater buiten het groeiseizoen wordt toegepast, kan de neerslaglenzen terugdringen en de zuurbuffer verbeteren.

4b. **optimaliseren van het slootsysteem: zeer zinvol**
   Een duidelijke verbetering van de 'gewenste' invloed van zacht grondwater in de percelen kan bereikt worden door extra aandacht aan het open houden van dichtgroeiende sloten en het verbreden van smalle sloten (of eventueel extra sloten graven waar dat nog past). Dit geldt in het hele noordelijke gebied en ook voor een groot deel van het zuidelijke deelgebied.

.

Tabel 23 Advies voor ontwikkelen Blauwgrasland (of heischraal grasland op zandkoppen) in het plangebied:

Ingreep	Noordelijk deelgebied	Zuidelijk deelgebied
afgraven	Niet doen. 25% Doel = dotterbloemhooiland, reeds geschikt	Niet doen 12,5% Doel = dotterbloemhooiland, reeds geschikt
uitmijnen	37,5%	62,5%
Huidig (verschralings)beheer: reeds geschikt voor Blauwgrasland	37,5%	25%
Optimaliseren hydrologie: slootsysteem: dichtheid, breedte	100%	50-75%
Optimaliseren slootbeheer	100%	100%
Aanpassen waterpeilbeheer in de winter	100%	100%

4 Conclusies en aanbevelingen

Bodem- en Gt-kaart

- Het natuurinrichtgsgebied "Veldweg-Reeënweg" bestaat uit moerige gronden (25 ha), veengronden (12 ha) en zandgronden (9 ha). Het merendeel van de moerige gronden en veengronden heeft een zanddek en onder de veenlaag een zandondergrond met een humuspodzol.
- De onderscheiden Gt's zijn Ia, IIa, IIb, IIIa en IIIb, met de grootste oppervlakte van Gt IIa (22 ha) en Gt Ia (16 ha).
- Ten opzichte van de bodem- en Gt-kaart van 1980 is bij de huidige bodemkaart het areaal veengronden afgenomen ten gunste van de moerige gronden en is bij de huidige Gt-kaart het areaal Gt IIa afgenomen ten gunste van Gt Ia.

Waterkwaliteit en zuurbuffer

- Het oppervlaktewater is iets beïnvloed door de landbouw, maar kan toch als schoon lithotroof water beoordeeld worden.
- In smalle sloten verder in het gebied neemt het aandeel neerslagwater wel wat toe door de afwatering van de percelen. De verwantschap met zacht grondwater blijft echter groot.
- Het gebied moet als geheel als infiltratiegebied beschouwd worden, maar door de instroom van schoon oppervlaktewater met een lithotroof karakter is de verwantschap met zacht grondwater vrijwel overal groot.
- Onder de wat hogere zandkoppen in het oosten is de wegzijging wat groter, waardoor daar het aandeel neerslagwater wat groter is.
- De verwantschap met zacht grondwater neemt iets af bij een grotere afstand tot de sloten en bij een dunnere veenlaag.
- De mate waarin zacht grondwater tot in de wortelzone kan doordringen is onderzocht aan de hand van pH-profielen en uitgedrukt in hydrotypen. De verbreiding van hydrotypen is afhankelijk van de drooglegging, de veendikte en de dikte van het zanddek, maar blijkt ook te verschillen tussen de beide deelgebieden. Dit laatste verschil moet toegeschreven worden aan de aanvoercapaciteit van de sloten en is afhankelijk van de dimensie van de sloten en de staat van onderhoud.
- In een groot deel van het projectgebied komen kwelprofielen voor. Onder de dekzandruggen in het oosten komen meer diepe neerslaglenzen en infiltratieprofielen voor. In de lagere delen van het gebied komen plaatselijk neerslaglenzen voor als gevolg van beperkte aanvoercapaciteit van de sloten.

Fosfaattoestand

- De fosfaattoestand is over het algemeen redelijk gunstig.

- In het zuidelijk deelgebied is de fosfaattoestand iets gunstiger dan in het noorden, mogelijk door een wat intensiever verschralingsbeheer in de laatste jaren, maar ook de grotere fosfaatbuffercapaciteit zal hier een rol spelen.
- Het verschil in de fosfaattoestand tussen de bemonsterde lagen (0-10 cm en 10 – 20 cm) is niet groot. Afgraven van de bovenste laag lijkt daarom weinig zinvol.

Realisatiekansen voor natuurdoeltypen

- Op basis van de vochttoestand en zuurgraad zijn realisatiekansen vlakdekkend berekend voor blauwgrasland, heischraal grasland en dotterbloemhooiland.
- De voedselrijkdom kon niet vlakdekkend beoordeeld worden en is aangegeven als de fractie van het areaal per deelgebied dat door verschralen of uitmijnen geschikt gemaakt kan worden voor schrale vegetaties (blauwgrasland of heischraal grasland) en dotterbloemhooiland.
- Indien de fosfaattoestand ver genoeg verlaagd kan worden kan blauwgrasland ontwikkeld worden in het grootste deel van het gebied, met uitzondering van de wat drogere delen in het oosten en plaatselijk in het noorden.
- Daar waar de invloed van zacht grondwater het grootst is en zwak zure bovengronden voorkomen kan de orchideeënrijke variant van blauwgrasland verwacht worden. Dat is nu vooral het geval in lagere delen in het westen.
- Op de delen die te droog zijn voor blauwgrasland kan bij voldoende verschraling heischraal grasland tot ontwikkeling komen.
- Indien de fosfaattoestand (nog) niet ver genoeg verlaagd kan worden voor de schrale natuurdoeltypen is dotterbloemhooiland mogelijk in het deel van het gebied dat ook geschikt is voor blauwgrasland en de nattere delen (met grondwatertrap IIIa) van het areaal waar heischraal grasland verwacht wordt. Hier zal echter, met name voor de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid de realisatiekans beperkt zijn.
- Door verschraling of uitmijnen kan de fosfaattoestand verder verbeterd worden. Voor dotterbloemhooiland kan met uitmijnen binnen 10 jaar in het grootste deel van het gebied een geschikte uitgangsituatie bereikt worden. Voor schrale vegetaties (blauwgrasland of heischraal grasland) is dat het geval in driekwart van het noordelijk deelgebied en 87,5% van het zuidelijk deelgebied.
- Bij uitmijnen, zou vanwege het frequentere maaien een probleem kunnen ontstaan met de draagkracht van de bodem. Dit lijkt echter mee te vallen omdat de terreinbeheerder in het bestaande natuurgebied gewend is te werken op bodems met een veel geringere draagkracht.

Advies inrichtingsmaatregelen

- De invloed van het oppervlaktewater kan versterkt worden door in de delen van het gebied waar diepe neerslaglenzen voorkomen de capaciteit van de sloten te vergroten, door deze op te schonen of te verbreden.

- Optimalisatie van het waterpeilbeheer waarbij periodieke inundatie met boezemwater buiten het groeiseizoen wordt toegepast, kan de neerslaglenzen terugdringen en de zuurbuffer verbeteren.
- Ook binnen kwelgebieden en gebieden met ondiepe neerslaglenzen kan dit noodzakelijk zijn waar in boorpunten diepe neerslaglenzen of infiltratieprofielen zijn beschreven.
- Afgraven van de bovenste 10 cm met het doel de fosfaattoestand te verbeteren zal weinig winst opleveren, omdat de laag hieronder niet veel minder fosfaat bevat. Dieper afgraven is niet wenselijk omdat de standplaats dan te nat wordt en de draagkracht te gering voor het beheer.
- Als omvormingsbeheer wordt uitmijnen aanbevolen omdat daarmee de gewenste verlaging van de fosfaattoestand aanzienlijk sneller bereikt kan worden dan met verschralen.
- Daar waar uitmijnen vanwege de beperkte draagkracht problematisch is zou in elk geval het huidige verschralingsbeheer met 2 keer per jaar maaien en afvoeren voortgezet kunnen worden.
- Bij uitmijnen wordt frequent gemaaid (ca 5 keer per jaar) en eventuele tekorten aan N en K aangevuld door bemesting.
- Bij afnemende productiviteit kan door middel van gewasanalyse of aanvullende bodembemonstering onderzocht worden of de gewenste verschraling is bereikt of dat N en K moeten worden aangevuld om de productiviteit en P-onttrekking te optimaliseren. Eventueel kan de stikstofvoorziening worden verbeterd door het doorzaaien van klaver.
- Bij percelen die in de uitgangsituatie reeds een zeer hoge productiviteit hebben kan door aanvullende bodembemonstering vastgesteld worden of uitmijnen haalbaar is. Zo niet, kan een ander natuurdoel gekozen worden.
- Als de vestiging van doelsoorten door dispersieproblemen uitblijft kan overwogen worden maaisel uit andere terreinen te verspreiden.

Literatuur

Arcadis, Alternatieve Plankaart Oldematen.2008

Bakker, H.J. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Tweede gewijzigde druk, bewerkt door D.J. Brus en C. van Wallenburg. Wageningen, PUDOC.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellinger, R. Haveman, A.J.F.M van Opstal en F.J. Zadelhof. 2001. *Handboek Natuurdoeltypen*; Tweede, geheel herziene editie. Wageningen. Expertise Centrum LNV.

Brouwer, F. en J.A.M. ten Cate en A. Scholten, 1996. *Bodemgeografisch onderzoek in landinrichtingsgebieden; Bodemvorming, methoden en begrippen*. Tweede, gewijzigde druk bewerkt door J.A.M. ten Cate, H. Kleijer en A. Scholten. Wageningen, SC-DLO. Rapport 157.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995a. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem*. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995b. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van grondgebruik*. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19D.

Delft, S.P.J. van en P.C. Jansen, 2004. *Randvoorwaarden natuurontwikkeling Onderlaatse Laak; Bodemkundige en hydrologische kansen en beperkingen voor de realisatie van natuurdoelen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 799.

Delft, S.P.J. van, Kemmers R.H. & Jongmans A.G., 2005. *Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1161

Delft, S.P.J. van, F. Brouwer, R.H. Kemmers, B. Sijtsma 2006; *Inrichtingsplan Naardermeer Oost*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport.

Delft, S.P.J. van, W.J.M. de Groot, W.J. Chardon, 2006. *Bemonstering landbouwgronden en bepaling van de beschikbaarheid van fosfaat in verband met voorgenomen natuurontwikkeling. Karakterisering van 7 terreinen in de provincie Limburg*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1332.

Delft, S.P.J. van, F. Brouwer en M.M. van der Werff, 2007. *Natuurpotentie in vier NBL projecten in Gelderland en Overijssel; Geïntegreerd Bodemkundig en hydrologisch onderzoek nar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1334.

Delft, S. P. J. v., G. H. Stoffelsen en F. Brouwer, 2007. *Natuurpotentie van Zwartebroek en Allemanskamp; Ecopedologisch onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1550.

Delft, S.P.J. van, F. Brouwer en R.H. Kemmers, 2008. *Natuurpotentie Schraallanden Wielrevelt; Ecopedologisch onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1658.

Groot Obbink, D.J. & G. Rutten, 1980. *Ruilverkavelingsgebied Giethoorn-Wanneperveen: de bodemgesteldheid*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1451

Gruijter, J.J. de, D.J. Brus, M.F.P. Bierkens en M. Knotters, 2006. *Sampling for natural resource monitoring*. Berlijn, Springer.

Horst, J.B.F. van der, T. Hoogland en M. Knotters, 2002. *Onzekerheid als beslissende factor. Een verkenning van de toepassing van gekwantificeerde onzekerheid in het grondwaterbeheer*. Wageningen, Alterra-rapport 442.

Kemmers, R.H. & R.W. de Waal, 1999. *Ecologische typering van bodems. Deel 1 Raamwerk en humusvormtypologie*. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 667-1.

Kemmers, Rolf, Rein De Waal, Bas van Delft en Peter Mekkink, 2002. *Ecologische typering van bodems; Actuele informatie over bodemkundige geschiktheid voor natuurontwikkeling*. Landschap 19(.):89-103

Kemmers, R.H. en J. Nelemans, 2007. *Vergroting van de fosfaatadsorptiecapaciteit en afname van de chemische beschikbaarheid van fosfaat in gronden door wisselvochtigheid; Resultaten van desorptie- en adsorptie-experimenten met zand-, klei- en veengrond*. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 1546

Kemmers, R. H., F. Brouwer, S. P. J. v. Delft, M. Knotters en M. M. v. d. Werff, 2008. *Bodemchemisch en -geografisch onderzoek Oldematen; Randvoorwaarden voor natuurdoelen in het kader van Natura 2000*. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport: 1784

Kemmers, R.H., P. Bolhuis, E.J. Lammers en B. de Jong, 2008. *Voorkomen en bestrijden van Pitrus-dominantie in natte schraallanden; Praktijkexperiment Gees*. Wageningen, Alterra, Alterra-1620.

Kemmers, R.H., F.M. van Egmond en E.H. Loonstra. 2008. *Kartering van fosfaatbecshikbaarheid in de bodem met behulp van natuurlijke radioactiviteit*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1728.

Knotters, M., 2002. Onzekerheid is welkom bij beslissingen in het grondwaterbeheer. *Stromingen* **8**(4): 5-18.

Lammerts van Bueren, W.M., 1987. *Omgaan met onzekerheid, het kwantificeren van onzekerheden bij beleidsbeslissingen*. Den Haag, Staatsuitgeverij.

Minnema, N. & G.A. Engelbertink, 2007. *Plagproject de Wieden: aanvraag subsidieregeling Natuurbeheer*. Zwolle, Ecogroen advies

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, Alterra-rapport 1669

Pleijter, M. 2004; *Veengronden en moerige gronden op de Bodemkaart van Nederland anno 2003; Onderzoek naar de afname van het areaal veengronden rondom Schoonebeek*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1029.

Pleijter, M., F. Brouwer & M.M. van der Werff, 2007. *Actualisatie areaal en ligging van de veengronden in Rijnland; Zuider- en Noordeinderpolder*; Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1585

Runhaar, H. en S. Hennekens, 2006. *'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 2.2; Gebruikershandleiding*. Wageningen, Alterra.

Vries, F. de, 2003. *Bodemkundige basisinformatie provincies Groningen, Drenthe en Overijssel*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 696.

Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. *Cultuurtechnisch Vademecum*. Utrecht, Cultuurtechnische Vereniging.

Wirdum G. van, 1991. *Vegetation and Hydrology of floating rich-fens*. Proefschrift, Maastricht, Datawyse.

Bijlage 1 Bodem-pH metingen

	Profiel																			
Diepte	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020
5	4,2	4,3	4,3	4,5	4,3	4,2	4,2	4,3	4,2	4,3	4,2	4,3	4,3	5,0	4,7	4,4	4,8	4,6	4,6	4,5
15	4,4	4,3	4,3	4,5	4,8	4,3	4,3	4,8	4,3	4,3	4,2	4,3	4,4	7,0	5,0	4,5	4,9	4,8	4,9	4,6
25	4,4	4,4	4,4	4,5	4,9	4,6	4,6	4,8	4,4	4,3	4,4	4,6	4,4	5,5	4,9	4,6	4,9	5,6	5,3	4,8
45	4,5	4,4	4,6	4,8	4,9	4,6	4,8	4,8	4,4	4,3	4,7	4,5	4,5	5,2	5,2	5,0	4,9	6,5	5,4	5,2
75	5,0	6,8	4,8	4,8	5,2	5,5	4,9	6,8	4,8	4,5	5,0	4,6	4,8	5,0	5,2	5,5	5,0	6,8	5,5	6,9
100	7,0	6,5	5,7	5,0	5,0	5,0	4,9	6,8	5,0	4,9	5,2	4,9	5,8	5,2	6,0	5,8	6,5	6,2	6,0	5,3
125	5,5	6,5	5,5			5,0	5,0	6,9		4,9	6,0		5,5	5,2	5,7		5,5	6,8	6,1	5,6
Hydrotype	Ro	Ro	Rd	In	In	Ro	In	Rd	In	In	Ro	In	Rd	Kw	Me	Ro	Rd	Kw	Me	Ro

	Profiel																			
Diepte	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040
5	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	NB	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5
15	4,4	4,5	4,5	4,9	4,6	4,5	4,5	NB	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,7	4,5	4,7	5,0	4,5	4,5
25	4,6	4,6	4,6	4,8	4,9	4,7	4,5	NB	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	5,0	4,5	4,7	6,5	4,7	5,0
45	4,7	4,9	5,0	4,8	4,9	5,0	4,7	NB	4,8	4,5	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0	4,8	5,2	6,5	5,0	6,0
75	4,8	5,3	5,5	4,9	5,2	5,0	6,0	NB	4,8	4,7	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	5,0	5,5	5,5	5,5	6,5
100	4,9	5,7	5,5	5,0	5,3	5,5	5,5	NB	5,0	5,0	5,5	6,0	5,5	5,0	5,5	6,0	5,2	6,8	7,0	6,7
125	5,0	6,3			5,5		5,5	NB		5,0		5,2	6,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,3	6,0	6,0
Hydrotype	In	Rd	Rd	In	Rd	Rd	Ro	NN	In	In	Rd	Rd	Rd	Rd	Rd	Rd	Rd	Kw	Rd	Rd

	Profiel																			
Diepte	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	2001	2002	2003
5	4,5	4,6	NB	4,6	6,5	4,8	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,3	4,5	4,5
15	4,5	6,0	NB	4,8	7,5	5,0	4,5	4,5	5,0	4,8	4,8	5,0	5,0	4,5	4,5	4,8	4,5	4,3	4,5	4,5
25	4,6	5,5	NB	4,8	7,5	5,5	5,0	4,7	5,0	5,0	4,8	5,0	5,0	6,5	5,0	4,8	4,8	4,3	4,5	4,5
45	5,0	7,0	NB	5,0	7,0	6,0	5,5	4,7	5,0	6,5	5,0	7,0	7,0	6,8	5,0	5,5	4,8	4,5	4,5	4,5
75	5,3	6,5	NB	6,8	7,0	7,5	5,8	5,5	6,0	6,0	5,5	6,8	7,0	5,5	5,5	6,5	5,5	5,3	4,7	5,0
100	7,0	7,0	NB	6,5	7,5	6,5	6,5	5,5	6,0	6,5	6,2	6,0	5,5	5,5	6,0	7,0	5,5	6,0	5,0	5,3
125	5,5	6,0	NB	6,5	7,0	6,5	6,5	5,5	6,0	6,5	6,2	6,0	5,0	6,5	6,0	7,5	7,5	5,3	5,0	5,0
Hydrotype	Rd	Kw	NN	Rd	Kw	Kw	Ro	Rd	Me	Ro	Rd	Kw	Kw	Kw	Rd	Ro	Rd	Ro	In	In

	Profiel																			
Diepte	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,2	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
15	4,5	4,5	4,8	4,5	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
25	4,3	4,5	4,8	4,5	5,0	4,5	4,6	4,3	4,5	5,0	4,5	5,0	4,5	4,7	4,6	4,8	4,6	4,7	4,7	4,5
45	4,5	4,5	6,0	4,5	6,8	4,5	4,6	4,5	4,7	5,8	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	5,5	5,0	4,7	5,5	5,0
75	5,0	5,0	6,5	6,0	6,0	5,0	4,8	5,0	5,2	6,0	6,5	5,5	6,0	4,7	5,2	5,5	6,0	5,3	5,7	6,0
100	5,5	6,5	5,5	6,0	6,0	5,0	4,8	6,2	6,0	7,0	7,0	5,0	5,5	5,5	5,8	5,5	5,5	5,0	5,5	6,5
125	5,7	5,5	5,5		5,0		5,0	6,2		6,0	5,5	6,5		5,0	5,3	5,5			5,5	

Hydrotype	Rd	Ro	Ro	Ro	Ro	In	In	Rd	Ro	Ro	Ro	Rd	Ro	Rd	Ro	Ro	Ro	In	Ro	Ro

Profiel

Diepte	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
5	4,5	4,8	5,0	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,2	4,6	4,5	4,8	4,7	4,7	4,8	4,5	4,7	4,5	4,5	4,6
15	4,5	5,0	5,0	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,3	6,5	4,5	6,0	4,7	4,7	5,0	4,8	4,7	4,8	4,7	4,6
25	4,5	5,0	5,0	4,5	5,0	4,8	4,8	4,6	4,4	5,5	4,8	7,5	5,5	4,7	5,5	5,5	4,7	5,0	4,9	5,0
45	5,0	6,0	5,3	5,5	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,5	5,5	7,5	6,5	6,7	5,5	8,0	4,9	8,5	5,5	5,5
75	5,0	5,7	5,8	5,7	6,3	5,2	5,5	5,0	5,0	5,5	5,5	7,5	7,5	6,7	7,5	8,0	6,0	6,5	5,7	6,0
100	5,0	5,5	5,6	5,5	5,5	5,2	5,3	6,0	5,0	6,0	5,5	7,5	5,5	7,0	7,2	6,5	7,0	6,0	5,5	6,0
125		5,5						6,0		5,5	5,5	6,0	5,5	6,0	7,5	7,0	7,0	6,0	5,7	5,5
Hydrotype	In	Kw	Me	Ro	Ro	In	Rd	Rd	In	Kw	Rd	Kw	Kw	Ro	Kw	Kw	Rd	Ro	Ro	Ro

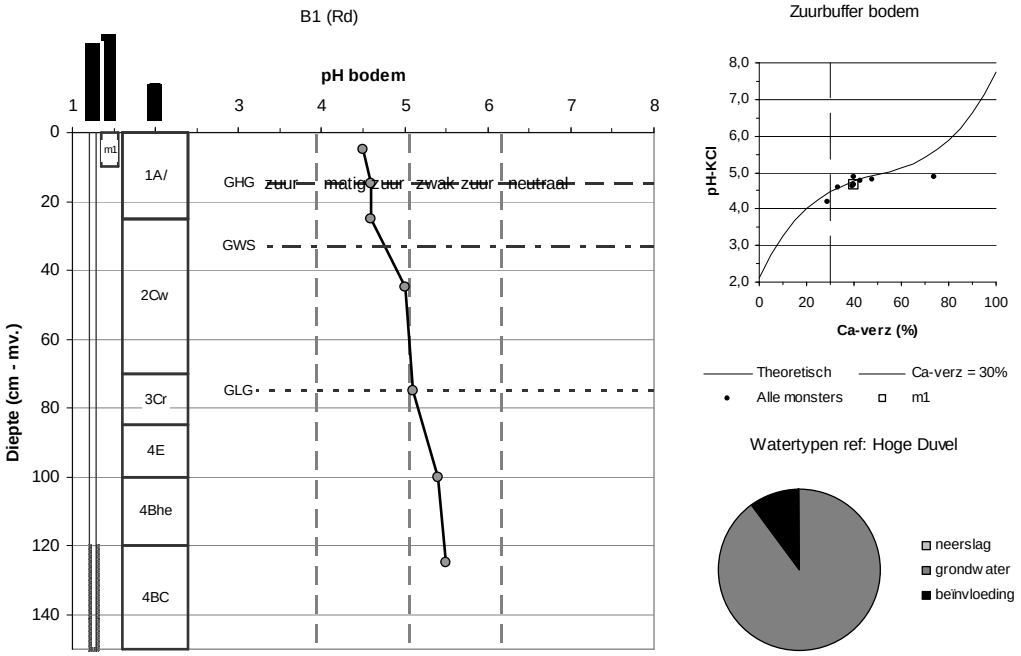
Profiel

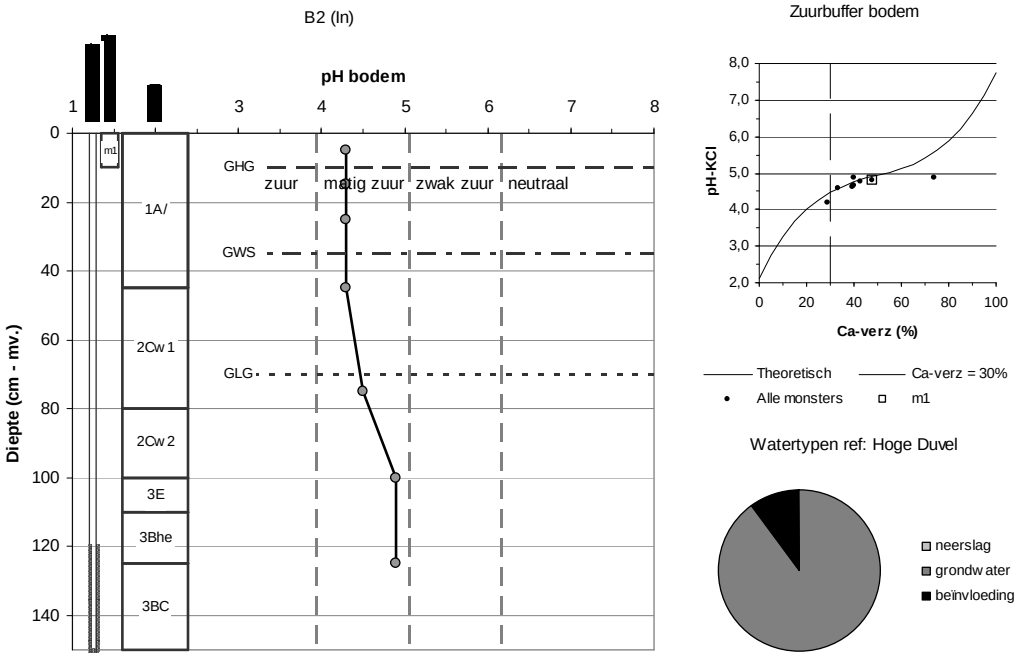
Diepte	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
5	5,0	4,5	4,5	4,5	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,5	4,5	NB
15	5,5	4,5	4,5	4,6	5,0	4,7	4,7	4,6	5,5	5,5	5,0	5,0	4,8	NB
25	6,0	6,2	4,7	4,9	5,6	4,7	4,8	4,9	5,0	7,5	6,0	5,0	4,8	NB
45	6,5	6,2	5,5	4,9	5,7	5,7	5,2	6,5	6,5	7,0	6,0	5,0	5,0	NB
75	6,5	6,0	5,8	5,7	5,5	5,7	5,5	5,2	5,8	7,0	6,5	5,5	5,0	NB
100	6,5	6,5	6,5	7,0	5,7	5,7	5,5	5,5	6,5	7,0	6,0	6,0	5,5	NB
125	6,0	5,5	5,5	7,0	6,6	6,0	6,0	5,7	6,5	6,5	6,5	5,5	5,5	NB
Hydrotype	Kw	Kw	Ro	Rd	Kw	Ro	Rd	Ro	Kw	Kw	Kw	Me	Rd	NN

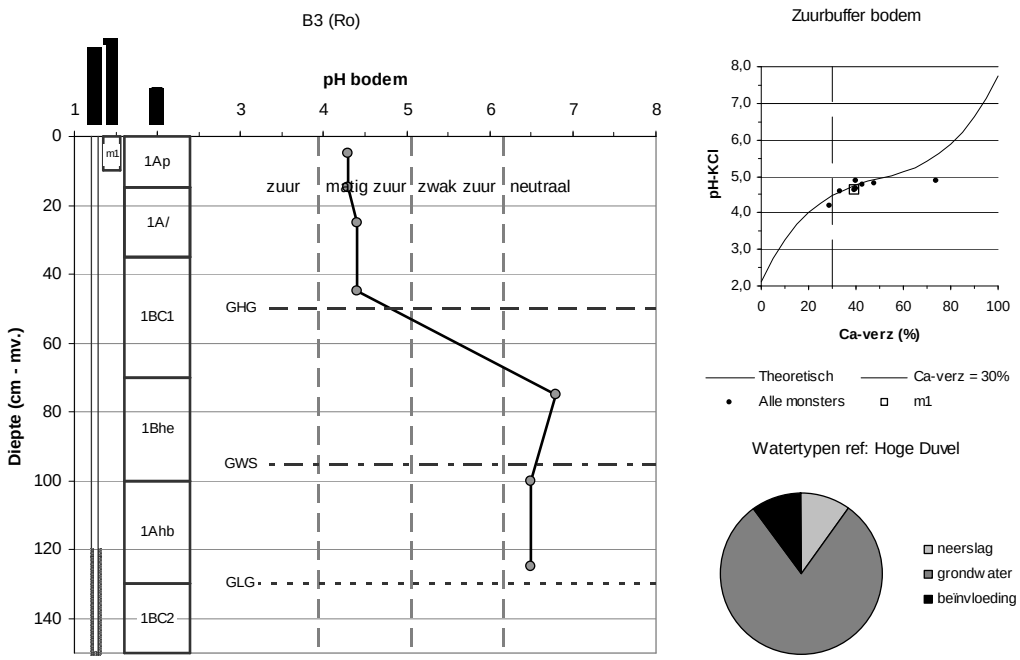
Profiel bij watermonster

Diepte	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B10
5	4,5	4,3	4,3	4,4	4,5	4,6	4,5	4,4
15	4,6	4,3	4,3	4,4	4,5	5,5	4,8	4,4
25	4,6	4,3	4,4	4,5	4,4	5,3	4,8	4,5
45	5,0	4,3	4,4	4,7	4,5	6,2	5,0	4,7
75	5,1	4,5	6,8	4,8	5,0	5,9	5,0	5,1
100	5,4	4,9	6,5	5,4	6,0	5,8	5,5	6,0
125	5,5	4,9	6,5		5,6	5,5	5,5	5,8
Hydrotype	Rd	In	Ro	In	Rd	Kw	Rd	Ro

Bijlage 2 pH profielen en referentiewatertypen bij de watermonsters

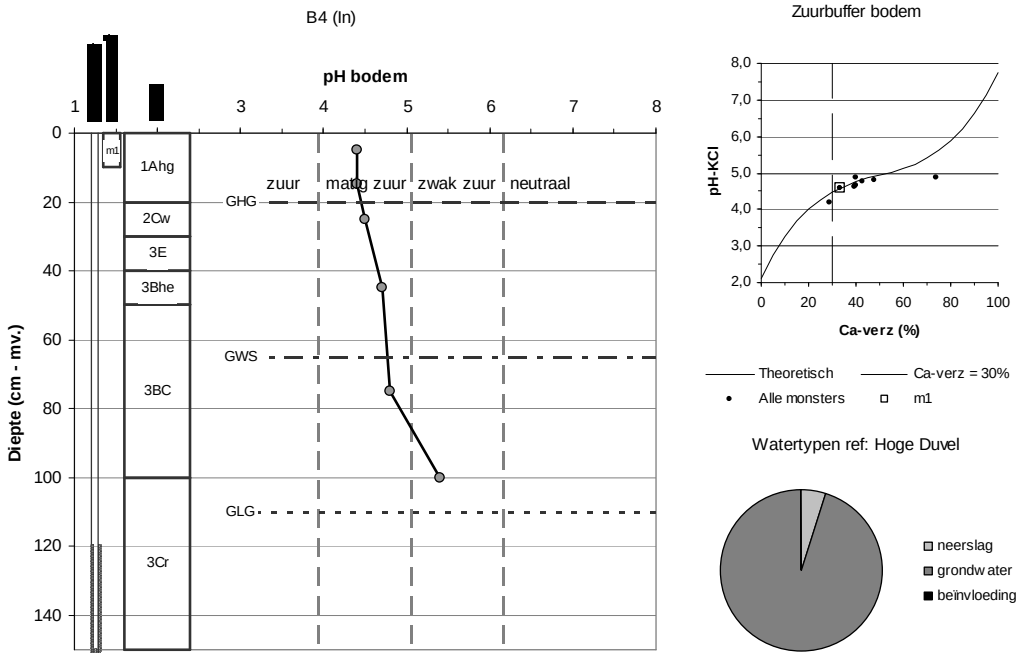





B3 (Ro)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1Ap
1A/
1BC1
1Bhe
1Ahb
1BC2
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
GHG
GWS
GLG

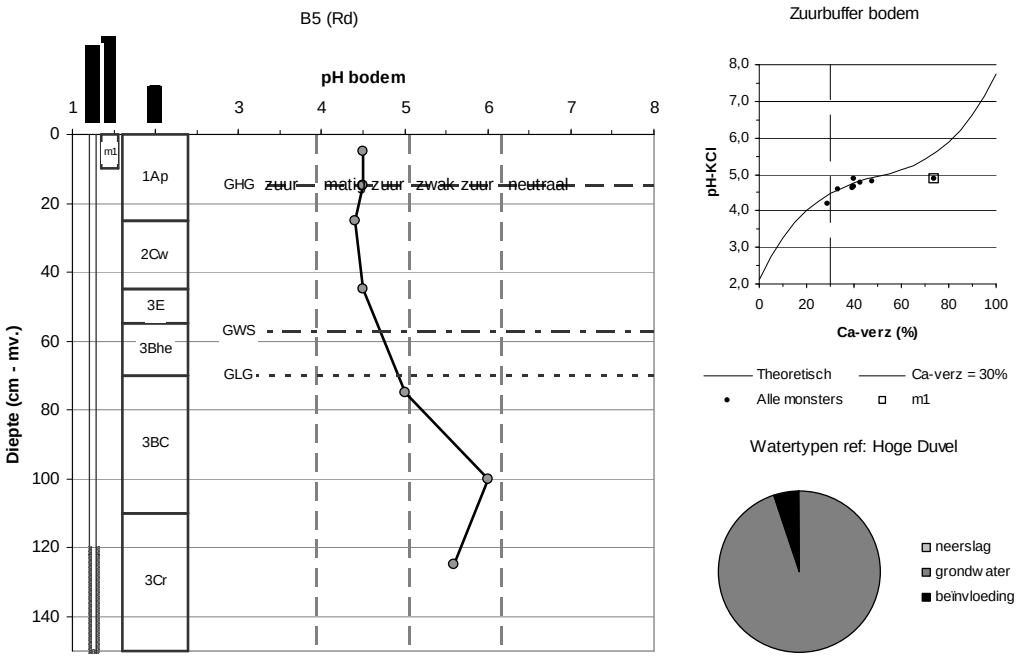
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1

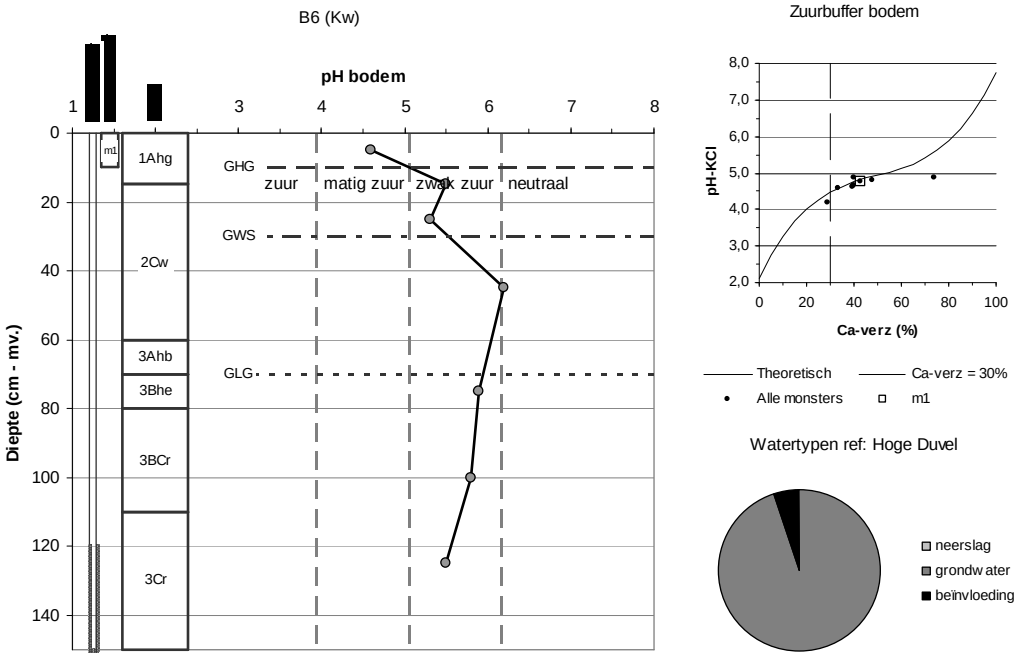
Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding

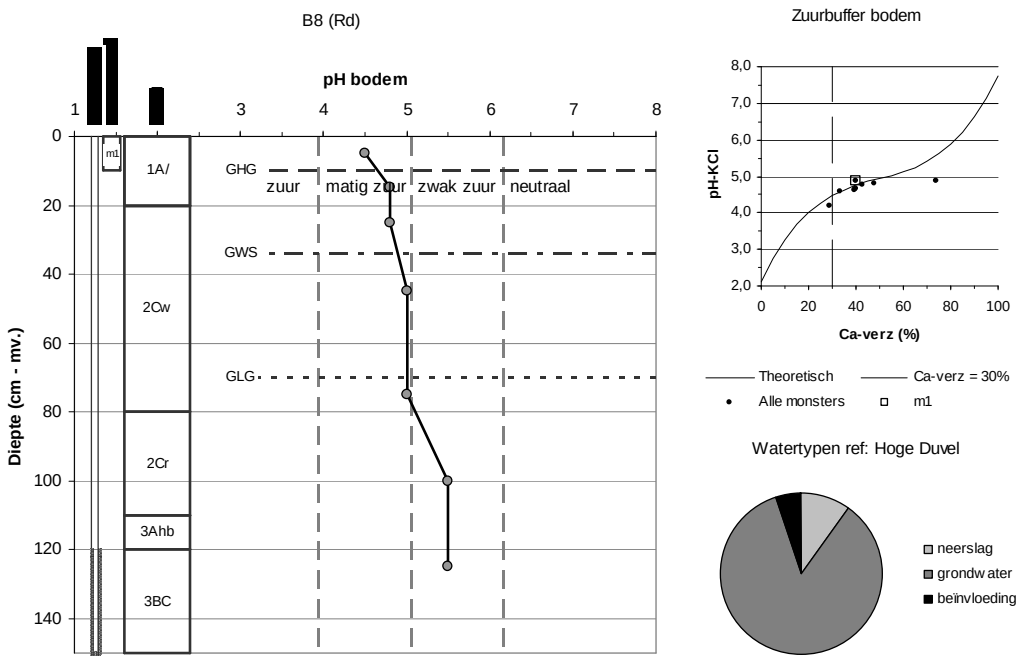

B4 (In)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1Ahg
2Cw
3E
3Bhe
3BC
3Cr
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
GHG
GWS
GLG

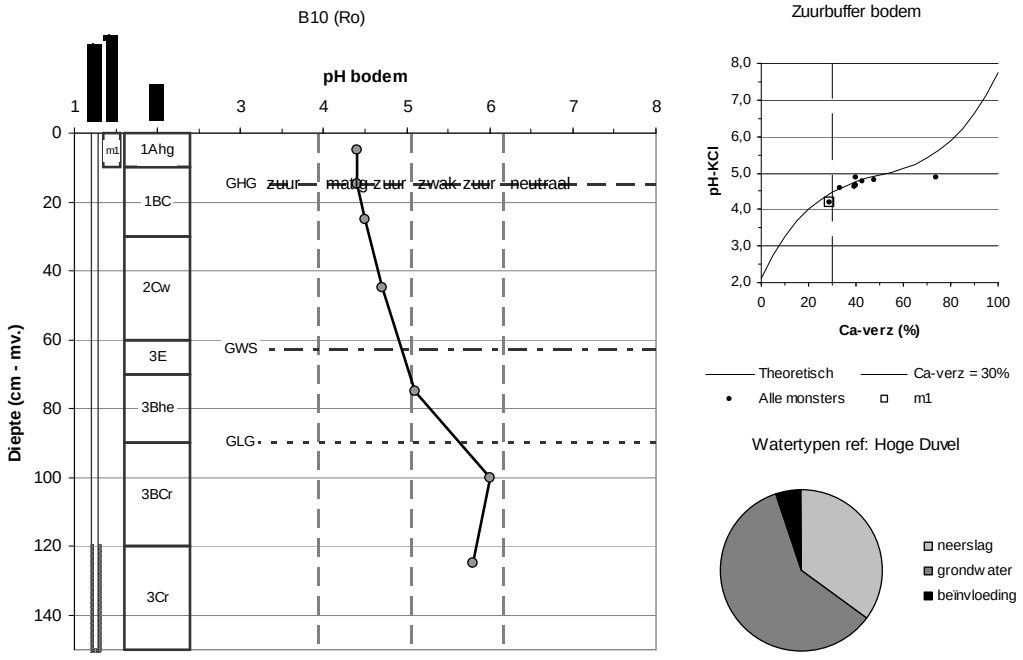
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1

Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding


B5 (Rd)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1Ap
2Cw
3E
3Bhe
3BC
3Cr
GHG
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
GWS
GLG
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1
Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding


B6 (Kw)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1Ahg
2Cw
3Ahb
3Bhe
3BCr
3Cr
GHG
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
GWS
GLG
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1
Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding


B8 (Rd)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1A/
2Cw
2Cr
3Ahb
3BC
GHG
GWS
GLG
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1
Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding


B10 (Ro)
pH bodem
1
3
4
5
6
7
8
0
20
40
60
80
100
120
140
Diepte (cm - mv.)
m1
1Ahg
1BC
2Cw
3E
3Bhe
3BCr
3Cr
GHG
GWS
GLG
zuur
matig zuur
zwak zuur
neutraal
Zuurbuffer bodem
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
pH-KCl
0
20
40
60
80
100
Ca-verz (%)
Theoretisch
Ca-verz = 30%
Alle monsters
m1
Watertypen ref: Hoge Duvel
neerslag
grondwater
beïnvloeding

Bijlage 3 Analyseresultaten bodemmonsters (fosfaat)

Monster	Diepte (cm)		org.stof	Pw		Al-ox	Fe-ox	P-ox	PSI	PSD
	boven	onder	%	(mg P2O5/l)	(umol P/l)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		%
n1a	0	10	6,8	23	10,04	868	1579	319	0,170	34,1
n1b	10	20	6,7	19	8,29	988	1960	359	0,162	32,3
n2a	0	10	8,3	10	4,36	929	1407	184	0,100	19,9
n2b	10	20	6,8	15	6,55	1219	1438	302	0,137	27,5
n3a	0	10	7,4	9	3,93	857	1037	161	0,103	20,7
n3b	10	20	13,2	6	2,62	948	1691	168	0,083	16,6
n4a	0	10	9,8	16	6,98	726	1312	179	0,115	22,9
n4b	10	20	11,2	8	3,49	974	1744	177	0,085	17,0
n5a	0	10	11,5	24	10,47	1031	2874	652	0,235	46,9
n5b	10	20	9,8	25	10,91	1155	3133	717	0,234	46,8
n6a	0	10	7,2	11	4,80	462	1019	132	0,120	24,1
n6b	10	20	9,4	6	2,62	717	2102	163	0,082	16,4
n7a	0	10	9,6	19	8,29	833	1641	252	0,135	27,0
n7b	10	20	7,2	15	6,55	775	827	142	0,105	21,1
n8a	0	10	16,5	21	9,16	1184	3055	478	0,157	31,3
n8b	10	20	18,7	24	10,47	1601	4305	703	0,166	33,3
z1a	0	10	11,2	12	5,24	970	4118	407	0,120	24,0
z1b	10	20	6,3	6	2,62	803	3172	246	0,092	18,3
z2a	0	10	16,6	23	10,04	1406	4965	661	0,151	30,3
z2b	10	20	17,2	19	8,29	1349	5558	737	0,159	31,8
z3a	0	10	15,5	12	5,24	1195	3550	333	0,100	19,9
z3b	10	20	17,2	5	2,18	1234	3858	257	0,072	14,5
z4a	0	10	12,3	20	8,73	816	2935	416	0,162	32,4
z4b	10	20	9,6	13	5,67	961	2371	329	0,136	27,2
z5a	0	10	4,4	7	3,05	759	568	79,4	0,067	13,4
z5b	10	20	4,3	4	1,75	833	921	87,2	0,059	11,9
z6a	0	10	14,8	19	8,29	903	5032	473	0,124	24,7
z6b	10	20	8,9	11	4,80	918	2833	335	0,128	25,5
z7a	0	10	7,6	7	3,05	1002	2411	148	0,059	11,9
z7b	10	20	9,7	10	4,36	952	2893	253	0,094	18,8
z8a	0	10	7,5	14	6,11	884	1727	284	0,144	28,8
z8b	10	20	6,8	18	7,86	929	1626	284	0,144	28,9

Bijlage 4 Beoordeling fosfaattoestand

Voor de beoordeling van de fosfaattoestand en de inschattin van de ontwikkelingsduur bij verschillende beheersvormen zijn de gemiddelde fosfaatgehaltes van beide bemonsterde lagen genomen, omdat het verschil tussen deze lagen niet significant is.

						Ontwikkelingsduur (jaren)						Beoordeling									Kansrijkdom			
						Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland	
Monster	diepte	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	PSI 0.10	Pox 1000	Pox 200	PSI 0.10	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI 0.10	Pox 1000	Pox 200	PSI 0.10	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel
projectgebied "Veldweg-Reeënweg"																								
n1	0-20	21	0,17	339	1770	32	0	33	6	0	7	4	3	2	3	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A
n2	0-20	13	0,12	243	1423	10	0	10	2	0	2	3	3	2	1	1	2	1	1	1	1	N	2	U of A
n3	0-20	7,5	0,09	165	1364	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
n4	0-20	12	0,10	178	1528	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
n5	0-20	25	0,23	685	3004	81	0	100	16	0	20	4	3	3	3	1	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X
n6	0-20	8,5	0,10	148	1561	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
n7	0-20	17	0,12	197	1234	8	0	0	2	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
n8	0-20	23	0,16	591	3680	38	0	65	8	0	13	4	3	3	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
z1	0-20	9	0,11	327	3645	5	0	28	1	0	6	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	N	2	U of A
z2	0-20	21	0,16	699	5262	42	0	85	8	0	17	4	3	3	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
z3	0-20	8,5	0,09	295	3704	0	0	16	0	0	3	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	N	2	U of A
z4	0-20	17	0,15	373	2653	25	0	35	5	0	7	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A
z5	0-20	5,5	0,06	83,3	744,5	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
z6	0-20	15	0,13	404	3933	16	0	41	3	0	8	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A
z7	0-20	8,5	0,08	201	2652	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
z8	0-20	16	0,14	284	1677	21	0	20	4	0	4	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	U of A	2	U of A

Toelichting op de beoordeling van de fosfaattoestand

diepte	cm –mv.				
bouwv. = bouwvoor	b = bovengrond	o = ondergrond			
Pw	mg P2O5/l grond				
PSI	fractie				
Pox	mg/kg				
Fe-ox	mg/kg				
Ontwikkelingsduur	jaar				
Beoordeling	1 = gunstig	2 = redelijk	3 = ongunstig	4 = zeer ongunstig	
Maatregel	N = niets doen	V = verschralen	U = uitmijnen	A = afgraven	X=natuurdoel aanpassen

Kaart 1

De Wieden

Bodemkaart

Schaal 1 : 5.000



ALTERRA

WAGENINGEN UR

De Wieden

LEGENDA BODEM- EN GRONDWATERTRAPPENKAART

VEENGRONDEN (.V.)

Bodemtype en -code	Aard van de bovengrond (dikte ca. 0,15-0,40 m)	Aard van de ondergrond (beginnend tussen ca. 0,40 en 0,80 m - mv.)
Madeveengronden; veengronden met een kleiarme, moerige eerdlaag (aV.)		
aVp	veraard veen met zandbijmenging (a.)	zeggeveen, binnen 1,20 m - mv. zand met humuspodzol (.p)
Meerveengronden; veengronden met een zanddek (zV.)		
zVc	leemarm, matig fijn zand (z.)	zeggeveen, doorgaand tot dieper dan 1,20 m - mv. (.c)
zVz	leemarm, matig fijn zand (z.)	zeggeveen, binnen 1,20 m - mv. zand zonder humuspodzol (.z)
zVp	leemarm, matig fijn zand (z.)	zeggeveen, binnen 1,20 m - mv. zand met humuspodzol (.p)

MOERIGE GRONDEN (.W.)

Bodemtype en -code	Aard van de bovengrond (dikte ca. 0,15-0,40 m)	Aard van de ondergrond (beginnend tussen ca. 0,15 en 0,40 m - mv.)
Moerige podzolgronden; podzolgronden met een moerige bovengrond (aWp) of met een moerige tussenlaag (zWp)		
aWp	veraard veen met zandbijmenging (a.)	zand met humuspodzol (.p)
zWp	leemarm, matig fijn zand (z.)	zand met humuspodzol (.p)

ZANDGRONDEN (H. en Z.)

Bodemtype en -code	Aard van de bovengrond (dikte ca. 0,45-0,80 m)	Aard van de ondergrond (beginnend tussen ca. 0,15 en 0,80 m - mv.)
Veldpodzolgronden; zandgronden met een humuspodzol en een dunne A (H.), met hydromorfe kenmerken (.n.)		
Hn51	leemarm (.1), matig fijn zand (.5.)	zand met humuspodzol
Vlakvaaggronden; opgebrachte zandgronden (Z.)		
Zv51	leemarm (.1), matig fijn zand (.5.)	binnen 0,80 m - mv. zeggeveen (.v.) op zand met humuspodzol

VERGRAVINGEN

⇨ verwerkt

⇧ opgehoogd

GRONDWATERTRAPPEN

Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG in m - mv.)	Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG in m - mv.)	
	< 0,25	0,25-0,40
< 0,50	Ia	
0,50-0,80	IIa	IIb
0,80-1,20	IIIa	IIIb

ALTERRA WAGENINGEN UR

Opdrachtgever: Natuurmonumenten
Opname: 2009 o.l.v. F. Brouwer
Topografie: Top10Vector Project: 5236193
Cartografie: F. Brouwer
© 2009 Alterra, Wageningen

Kaart 2

De Wieden

Grondwatertrappenkaart

Schaal 1 : 5.000



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Kaart 3

De Wieden

Boorpuntenkaart

Schaal 1 : 5.000



Legenda

2051 ● beschreven boring

× tussenboring

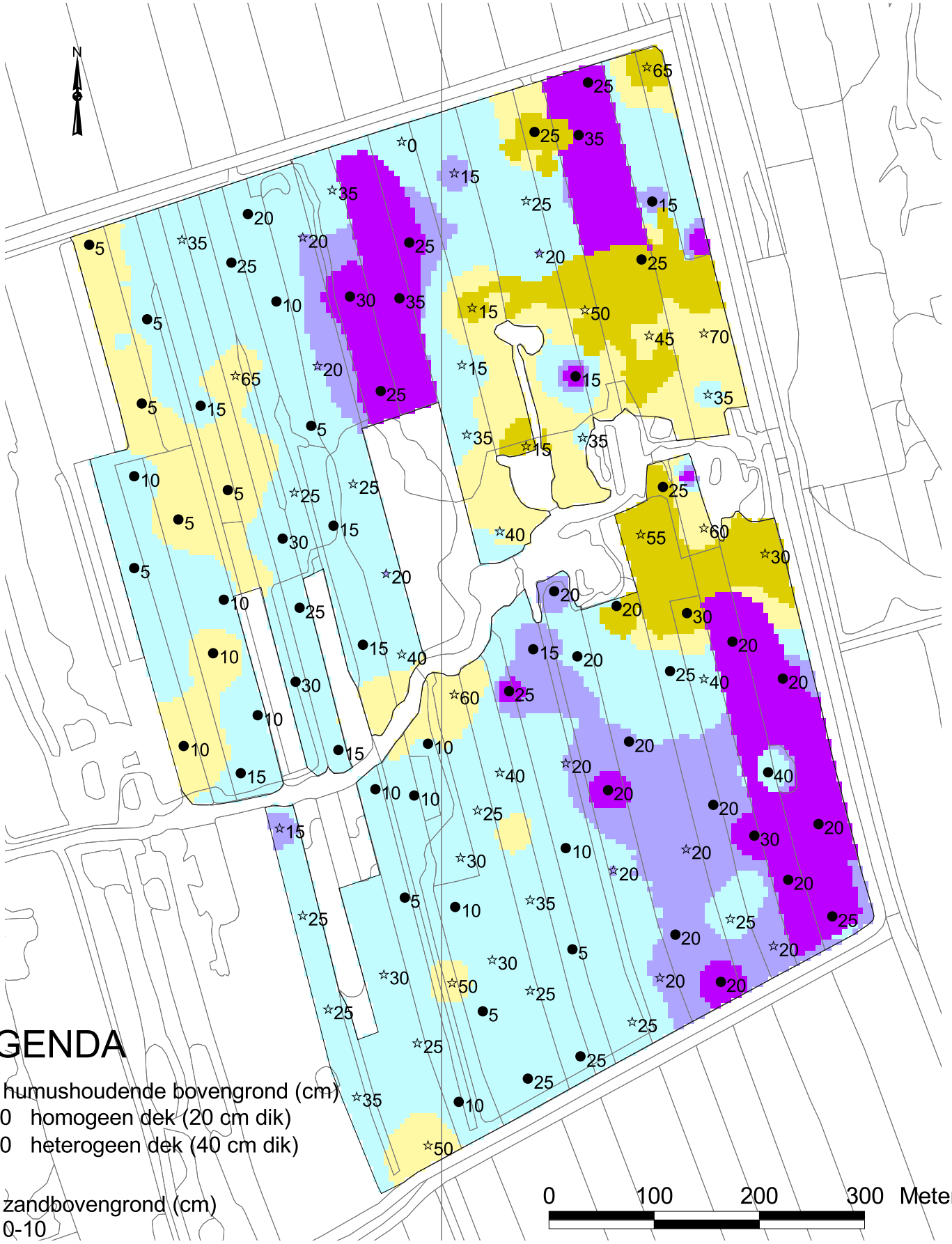
ALTERRA WAGENINGEN UR

Kaart 4

De Wieden

Dikte zand- en humushoudende bovengrond

Schaal 1 : 5.000



LEGENDA

Dikte humushoudende bovengrond (cm)

- ● 20 homogeen dek (20 cm dik)
- ☆ 40 heterogeen dek (40 cm dik)

Dikte zandbovengrond (cm)

- 0-10
- 10-20
- 20 - 40
- 40 - 80
- >= 80

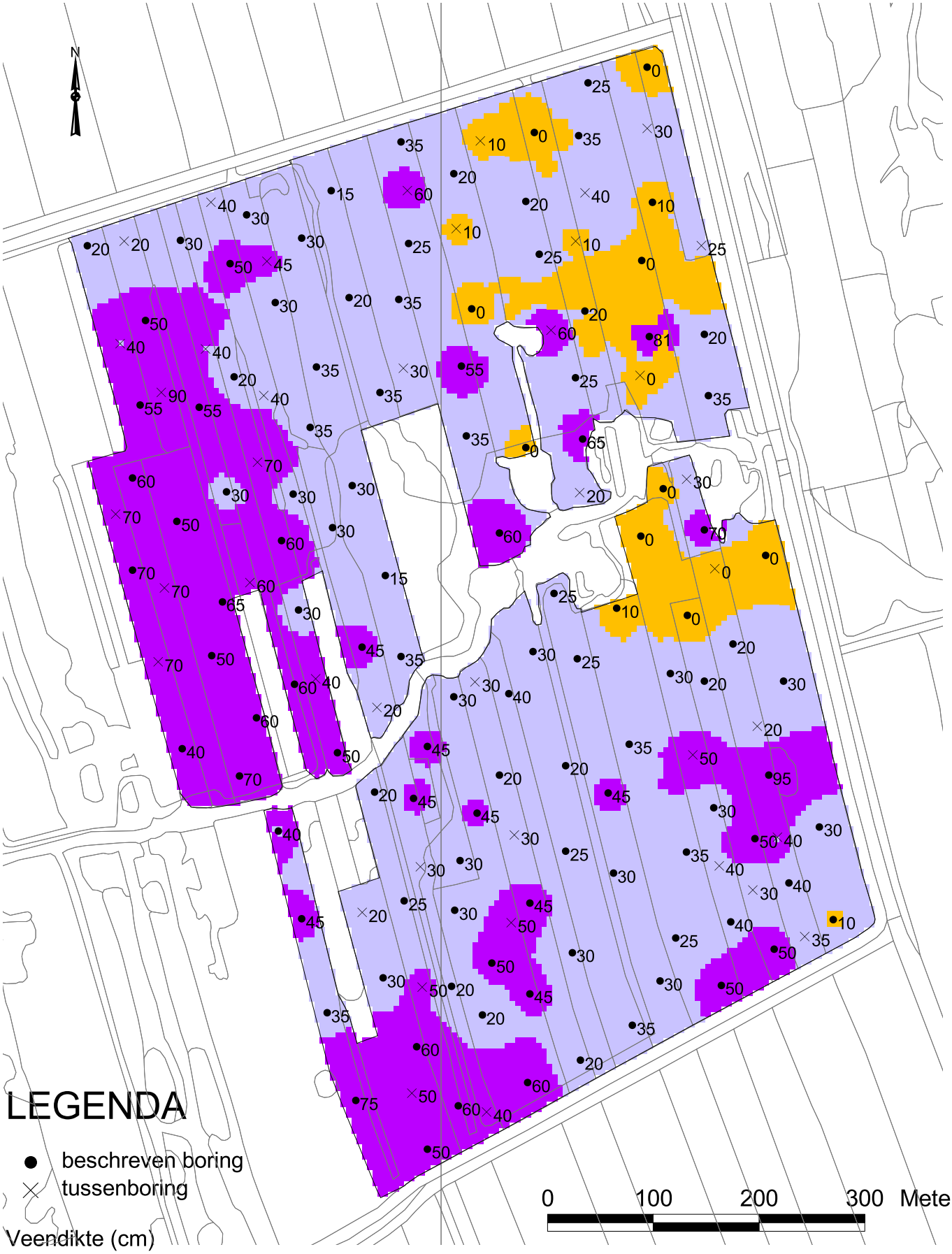
ALTERRA
WAGENINGEN UR

Kaart 5

De Wieden

Dikte veentussenlaag of -ondergrond

Schaal 1 : 5.000



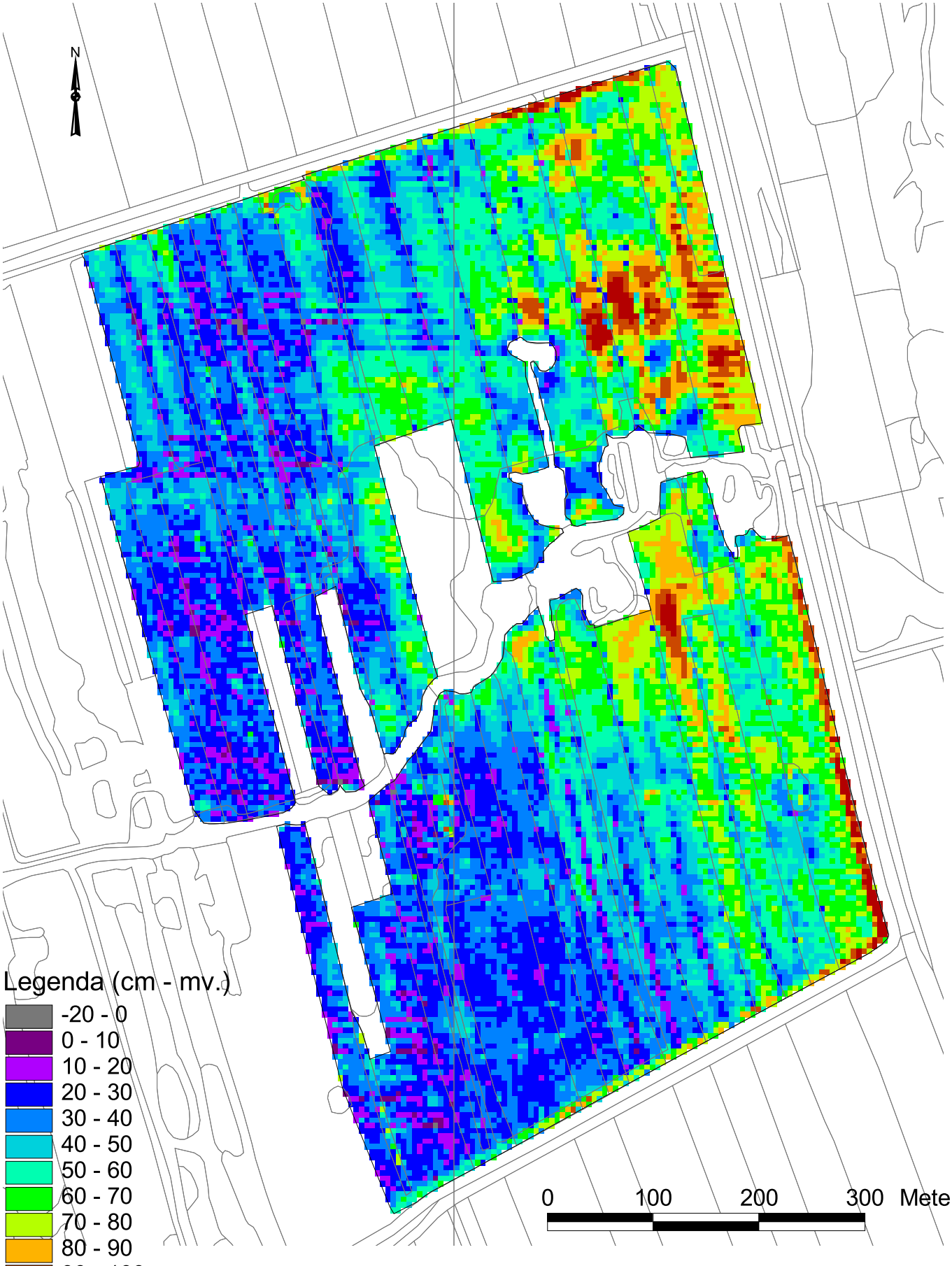
ALTERRA
WAGENINGEN UR

Kaart 6

De Wieden

Drooglegging winterperiode

Schaal 1 : 5.000



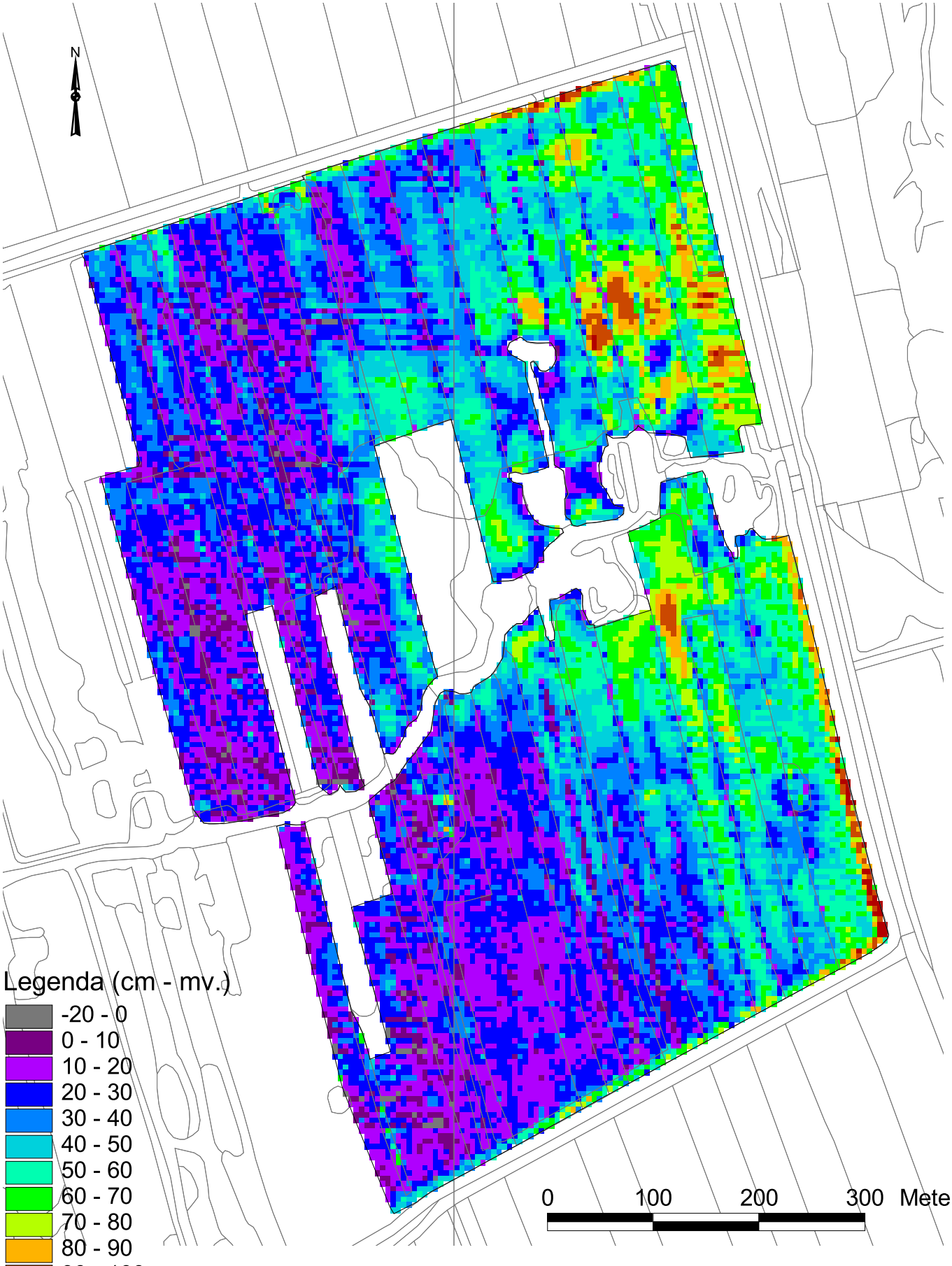
ALTERRA
WAGENINGEN UR

Kaart 7

De Wieden

Drooglegging zomerperiode

Schaal 1 : 5.000

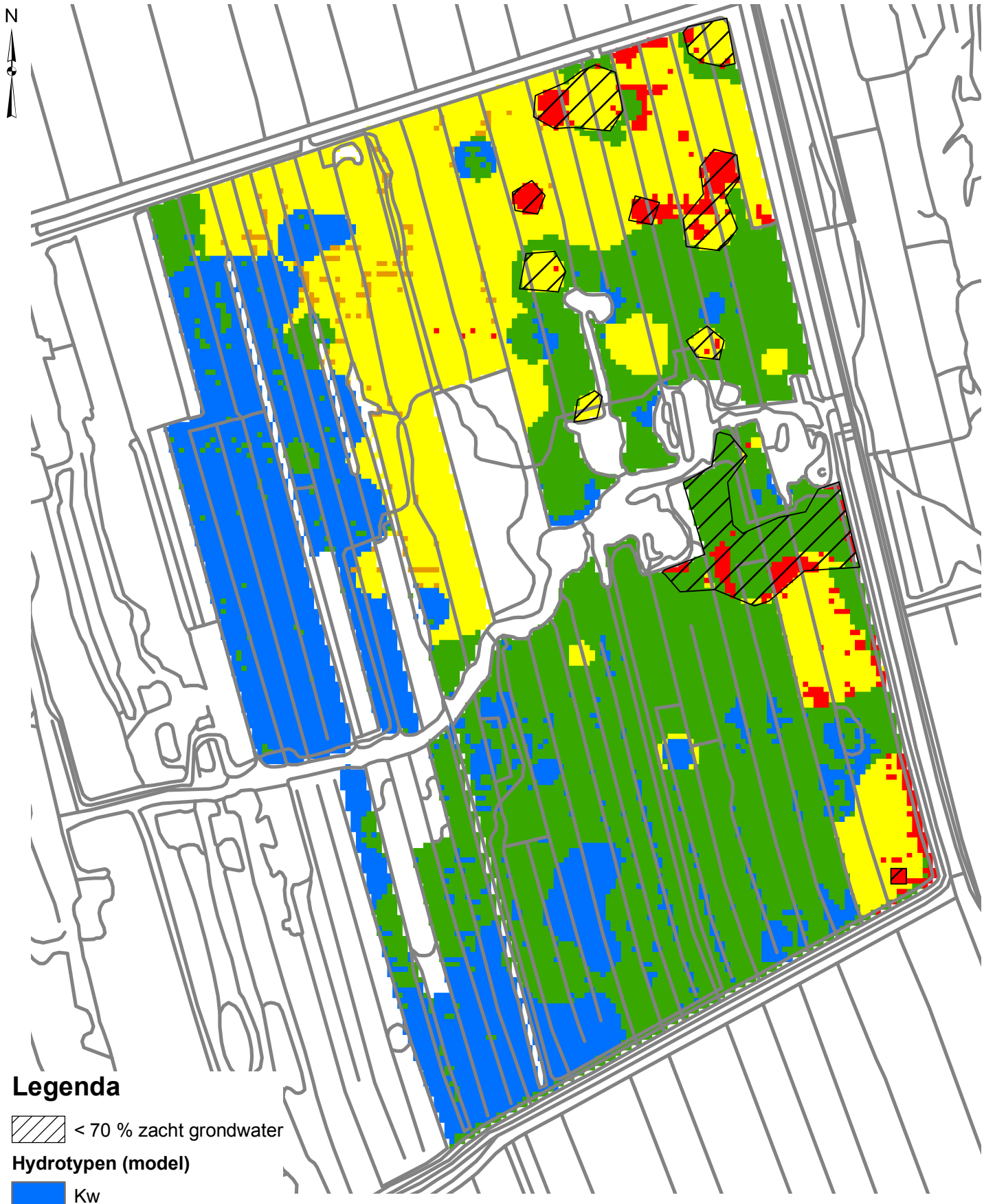


ALTERRA
WAGENINGEN UR

Kaart 8 De Wieden

Hydrotypen

Schaal 1 : 5.000



ALTERRA