



Natuurpotentie voor enkele percelen in Willinks Weust

Aanvullend ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek PAS/Natura 2000 Willinks Weust

S.P.J. van Delft



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Natuurpotentie voor enkele percelen Willinks Weust

Aanvullend ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek PAS/Natura 2000 Willinks Weust

S.P.J. van Delft

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door Staatsbosbeheer Gelderland in samenwerking met de provincie Gelderland.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, november 2018

Rapport 2913
ISSN 1566-7197

Met het oog op de inrichting van vijf percelen (10,4 ha) in het Natura 2000-gebied Willinks Weust (gemeente Winterswijk) in het kader van PAS-maatregelen, heeft Wageningen Environmental Research (WENR) een onderzoek uitgevoerd in opdracht van Staatsbosbeheer, in samenwerking met Provincie Gelderland en Waterschap Rijn en IJssel. In drie percelen wordt geadviseerd een eerder aangebrachte ophogingslaag te verwijderen, waarbij in een van deze percelen ook een deel van oude bovengrond wordt afgegraven. In een ander perceel wordt eveneens geadviseerd een deel van de bovengrond te verwijderen. Voor één bosperceel is het advies om een deel van het bos te verwijderen; een ander deel, met een zeer oude bosgroeiplaats, dient gehandhaafd te worden. Door deze maatregelen en reeds eerder geplande hydrologische aanpassingen, zullen de realisatiekansen voor de in het gebied relevante habitattypen vergroot worden. Het advies is gebaseerd op landschappelijke bodemkartering volgens de indeling van de Landschapsleutel en bodemchemische bemonstering.

Trefwoorden: Willinks Weust, Natura 2000, PAS, Landschappelijke bodemkaart, Landschapsleutel

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/464165> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2018 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Wageningen Environmental Research Rapport 2913 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Bas van Delft, boring 4006 in perceel 4

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Doel van het onderzoek	10
	1.3 Leeswijzer	11
2	Inrichtingsadvies	12
	2.1 Verwijderen ophogingslaag	12
	2.2 Detailafwatering	13
	2.3 Omvorming bos naar heide en heischraal grasland	15
	2.4 Verlagen fosfaattoestand	17
3	Realisatiekansen Habitattypen	19
	3.1 Ecopedologische geschiktheid	19
	3.1.1 Relatie habitattypen met fysisch-geografische eenheden	19
	3.1.2 Hydrologische randvoorwaarden	22
	3.2 Bodemchemische geschiktheid	24
	3.2.1 Zuurbuffer	24
	3.2.2 Nutriëntentoestand bodem	25
	3.2.3 Nutriëntenbeschikbaarheid in strooisel	28
	3.3 Risico interne eutrofiëring	28
4	Beschrijving van de percelen	30
	4.1 Geologie en geomorfologie en bodem	30
	4.1.1 Antropogene invloed	30
	4.1.2 Landschappelijke bodemkaart	30
	4.1.3 Humusprofielen	33
	4.2 Hydrologie	36
	4.2.1 Grondwatertrappen	36
	4.2.2 Kwel en wegzijging	36
	4.3 Fysiotopen	38
	4.4 Geschiedenis van het grondgebruik	39
5	Gebruikte methoden	42
	5.1 Beoordeling affiniteit habitattypen	42
	5.2 Abiotische randvoorwaarden habitattypen	42
	5.3 Realisatiekansen habitattypen	43
	5.4 Indeling pH-profielen	46
	Literatuur	47
	Bijlage 1 Kaarten	49
	Bijlage 2 Profielbeschrijvingen	54
	Bijlage 3 Potentiële vegetaties binnen fysisch-geografische eenheden	61
	Bijlage 4 pH-profielen	65
	Bijlage 5 Realisatiekansen habitattypen	69

Samenvatting

Met het oog op de inrichting van vijf percelen (10,4 ha) in het Natura 2000-gebied Willinks Weust (gemeente Winterswijk) in het kader van PAS-maatregelen, heeft Wageningen Environmental Research (WENR) een onderzoek uitgevoerd in opdracht van Staatsbosbeheer, in samenwerking met Provincie Gelderland en Waterschap Rijn en IJssel. De voorgenomen maatregelen betreffen het verwijderen van de bovenlaag in eerder opgehoogde percelen, een aantal hydrologische maatregelen, het verwijderen van een aantal bosopstanden en bos- en bosrandbeheer. Het doel van het onderzoek is het verzamelen en interpreteren van informatie over de Ausgangssituatie, het uitwerken van de maatregelen in een indicatief inrichtingsadvies en het maken van een inschatting van de realisatiekansen voor habitattypen in de in te richten percelen.

Het huidige onderzoek is een aanvulling op eerder onderzoek van DLO-Staring Centrum en Alterra (Kleijer et al., 1998; Van Delft et al., 2010). De volgende aspecten zijn onderzocht:

1. Landschappelijke (ecologische) bodemkaart van de percelen zonder de opgebrachte lagen, inclusief een bodemchemische analyse, humusprofielbeschrijvingen en hydrologie;
2. Indicatief inrichtingsadvies;
3. Inschatting van de natuurpotentie na inrichting.

De volgorde van de onderwerpen in dit rapport is anders dan de volgorde waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden. Voor de inrichting van de percelen en de te nemen PAS-maatregelen, is het inrichtingsadvies het belangrijkste resultaat. Om die reden wordt dit in het rapport als eerste behandeld, gevolgd door een inschatting van de realisatiekansen voor de habitattypen die dit moet opleveren. Tot slot wordt een verantwoording gegeven in de vorm van de landschappelijke (ecologische) bodemkartering waarop inrichtingsadvies en realisatiekansen gebaseerd zijn.

Inrichtingsadvies

De volgende uitwerking van de PAS-maatregelen wordt geadviseerd (voor de ligging van de percelen wordt verwezen naar figuur 1 in de inleiding):

1. Het verwijderen van een pakket kalkrijke klei en leem welke bij perceel 2, 3 en 4 is aangebracht om de percelen op te hogen. Het gaat om 6,6 ha met een gemiddelde dikte van 73 cm (48.200 m³). Afhankelijk van de textuur kan het materiaal bijvoorbeeld gebruikt worden voor ophoging van percelen of voor het verondiepen van waterlopen.
2. Lokaal verbeteren van de detailafwatering in percelen die door afgraven van de bovengrond en hydrologische maatregelen mogelijk te nat worden, waardoor neerslaglenzen kunnen ontstaan of interne eutrofiëring kan optreden. Het is niet goed te voorspellen óf en wáár deze problemen optreden. Daarom wordt voorgesteld de natste percelen te monitoren en zo nodig met ondiepe greppels of slenken het overtollige water af te voeren.
3. Voor één bosperceel (perceel 5) is in het beheerplan omvorming naar heide/heischraal grasland voorzien. Vanwege het voorkomen van een zeer oude bosgroeiplaats in het zuidelijke deel van dit perceel wordt dat voor dit deel ontraden. Het noordelijke deel kan eventueel wel omgevormd worden. Daarbij zouden dan het bos en een deel van de strooisellaag verwijderd moeten worden. Om verzuring tegen te gaan, wordt geadviseerd de zuurbuffer aan te vullen met een mengsel van steenmeel en kalk. Een nog aanwezige oude wal kan dienen als grens tussen het om te vormen en het te behouden bos.
4. Het verlagen van de fosfaattoestand in voormalige landbouwpercelen. Het betreft:
 - a. afgraven van 10 cm van de bovengrond in de lagere delen van perceel 1 (met uitzondering van het lage akkertje) en het éxtra afgraven van 10 cm van de vroegere bovengrond in perceel 2, na het verwijderen van de ophogingslaag;
 - b. het uitstrooien van maaisel uit soortenrijke graslanden in de omgeving op de ingerichte percelen;

-
- c. het instellen van een verschrallingsbeheer door één of twee keer per jaar te maaien in perceel 1 (exclusief de oude es) en perceel 2 gedurende meerdere jaren, waarna overgegaan kan worden op een regulier hooilandbeheer;
 - d. het instellen van een regulier hooilandbeheer in perceel 3 en 4 en het lage deel in het noorden van perceel 5.
5. Het ontwikkelen van een soortenrijke akker op de oude es in perceel 1.

Realisatiekansen habitattypen

De PAS-maatregelen zijn gericht op de versterking van de habitattypen in het Natura 2000-gebied. Door het opstellen van een 'landschappelijke bodemkaart' hebben wij voor de situatie ná inrichting de realisatiekansen voor relevante habitattypen beoordeeld. De gedetailleerde bodemkaart van het gebied is aangevuld en verbeterd voor de onderzochte percelen (na afgraven ophogingslaag). Vervolgens is een vertaling gemaakt naar landschapsecologische eenheden volgens de systematiek van de Landschapsleutel. Bij deze eenheden zijn wij eerst nagegaan welke habitattypen het best passen bij de bodemgesteldheid, afhankelijk van een beheer als korte vegetatie of als bos. Vervolgens hebben wij de hydrologische randvoorwaarden en de eisen aan de zuurgraad voor deze habitattypen getoetst aan de te verwachten grondwaterstanden en zuurgraad na inrichting. In figuur 9 en figuur 10 is aangegeven welke habitattypen de hoogste realisatiekans hebben bij een graslandbeheer of bosbeheer.

Bij een graslandbeheer kunnen in de lagere delen met kwelgevoede bodems binnen percelen 2, 3 en 4 en het noordelijke deel van 5 Blauwgraslanden (H6410) verwacht worden, met in de natste delen overgangen naar Kalkmoerassen (H7230). Op nattere gronden zonder kwel, met ondiepe keileem, liggen Soortenrijke heischrale graslanden (H6230) meer voor de hand. Op de zuurste en droogste bodems, zoals de dekzandrug in perceel 5, kan Droge heide (H4030) verwacht worden.

Indien een bosontwikkeling wordt nagestreefd, zijn de natste delen van perceel 2, 3 en 4 met kwelgevoede bodems geschikt voor Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) (H91E0C) met overgangen naar Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) op bodems met ondiepe keileem. In minder natte tot droge groeiplaatsen zonder kwel wordt een overgang naar Beukenbossen met Hulst (H9120) verwacht.

De zuurbuffer in Willinks Weust wordt in het noordelijke deel, op het zogenaamde 'kalkeiland', bepaald door kalkrijke afzettingen die hier ondiep voorkomen. Ten zuiden hiervan bevindt zich in de ondergrond een diep erosiedal dat weer is opgevuld met zandig materiaal. Binnen dit dal is kwel de belangrijkste factor. De pH-profielen laten op het kalkeiland basenrijke infiltratieprofielen zien, die eventueel oppervlakkig verzuurd zijn. Op de overgang van het kalkeiland en het erosiedal komen duidelijke kwelprofielen voor, verder naar het zuiden vooral infiltratieprofielen.

De basenverzadiging in de zuidelijke rand van perceel 1 is bij een 'Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel' ongeveer 30%, wat de grens is waaronder de zuurbuffer door kationuitwisseling niet meer goed functioneert en de aluminiumbuffer actief wordt. In de percelen 2, 3 en 4 hebben wij onder de ophogingslaag zeer hoge calciumverzadiging en pH-KCL gevonden, deels als gevolg van kwelinvloed, maar uitspoeling uit het kalkrijke ophogingsmateriaal kan ook een rol spelen.

De nutriëntentoestand van de bodem is beoordeeld op basis van het Pw-getal voor de actueel beschikbare fosfaatfractie en PSI voor het potentieel beschikbare fosfaat. Wij zijn nagegaan of een eventueel te hoge fosfaatbeschikbaarheid verlaagd kan worden door de volgende maatregelen:

- Verschrallen
- Uitmijnen
- Afgraven
- Combinatie afgraven met verschrallen

Bij perceel 1 en 2 (na verwijderen ophogingslaag) is de fosfaatbeschikbaarheid zo hoog dat dit niet door een verschrallingsbeheer met een à twee keer per jaar maaien en afvoeren kan worden verbeterd. Uitmijnen is niet goed mogelijk in de lagere delen van perceel 1 en in perceel 2, omdat de ondiepe grondwaterstanden een intensief beheer niet toelaten. Omdat het afgraven van de hele

bovengrond tot een weinig kansrijke situatie zal leiden, stellen wij voor 10 cm af te graven en vervolgens een verschrallingsbeheer in te stellen.

In perceel 3 en 4 is de oude bovengrond onder de ophogingslaag fosfaatarm. Hier hoeven dus geen aanvullende maatregelen genomen te worden en kan direct begonnen worden met een hooilandbeheer. Perceel 5 is nooit bemest geweest en heeft dan ook geen hoge fosfaattoestand. Alleen in boring 5001 is deze iets verhoogd, maar dat zal bij een maaibeheer snel teruglopen.

Om de potentieel beschikbare hoeveelheden N en P in het bosstrooisel van perceel 5 te beoordelen, zijn hier de N- en P-waarden bepaald en zijn C/N en C/P berekend als maat voor nutriëntenrijkdom van het strooisel. In het losse strooisel in de L- en F-horizonten komt minder stabiel organisch materiaal voor met C/N-waarden van 22.6 tot 24.4. Na het verwijderen van bos kan dit gaan mineraliseren met verruiging tot gevolg. De organische stof in de H-horizonten is veel verder gehumificeerd en heeft een hogere C/N- en C/P-waarde. Dit zal niet snel mineraliseren.

Omdat door hydrologische maatregelen vernatting zal optreden, bestaat onder bepaalde omstandigheden het gevaar op interne eutrofiëring waarbij aan de bodem gebonden fosfaat gemobiliseerd wordt. Door het beoordelen van gehalten Fe, P, S, Al, organische stof en kalk in bodemonsters waar dit zou kunnen spelen, zijn wij nagegaan of dit risico bestaat. Vanwege de hoge ijzergehalten en lokaal de aanwezigheid van kalk is dit risico grotendeels afwezig. Het is wel zinvol om, met name in perceel 2 waar de fosfaatgehalten hoger zijn, te monitoren of vernatting tot fosfaatomobilisatie leidt.

Landschappelijke bodemkaart

De geologische opbouw en het reliëf (geomorfologie) bepalen samen de grondwaterstromingen, die op hun beurt weer de sturende factor zijn in de bodemvorming. Onder invloed van infiltrerende neerslag water ontstaan andere bodems dan onder invloed van kwel. Dat komt tot uiting in de bodemkaart (bijlage 1, kaart 2). De geomorfologie en de bodem zijn de belangrijkste kenmerken die wij gebruiken voor het opstellen van een 'landschappelijke bodemkaart' (§ 4.1.2). Deze kaart vormt, samen met de grondwatertrappenkaart na inrichting, de basis waarop het inrichtingsadvies (§ 2) en de beoordeling van de realisatiekansen voor habitattypen (§ 3) zijn gebaseerd.

Behalve de natuurlijke processen die het landschap in grote lijnen gevormd hebben, is de invloed van de mens zeer groot geweest door de geleidelijke ophoging van landbouwpercelen met potstalmest, de ontwatering van natte gronden en het ophogen van enkele percelen met materiaal uit de steengroeve.

Door combinatie van de geomorfologische kaart met de bodemkaart, waarbij de situatie is weergegeven nadat het ophogingsmateriaal is verwijderd, hebben wij een landschappelijk bodemkaart gemaakt. Hiervoor is de hiërarchische landschapsecologische indeling van de Landschapsleutel gebruikt. Op het een na laagste niveau (Fysisch-Geografische series) zijn binnen de onderzochte percelen vooral Keileemopduikingen (HzGK), Vochtige dekzandlaagten (HzDV), Droogdalen (HzBD), Natte een verdroogde beekdalen (HzBN) en Benedenlopen en lemige beekvlakten (HzBV) relevant. In perceel 1 ook Oude bouwlanden (HzOZ en HzOL). Binnen deze FG-series hebben we op het laagste niveau Fysisch-Geografische typen onderscheiden op basis van de bodemkenmerken die indicatief zijn voor de hydrologische situatie ten tijde van de bodemvorming. De belangrijkste zijn: Wisselvochtige mineraalrijke keileemgronden met schijnspiegels (PS006), Atmosferische vochtige zandgrond (PS011), Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel (PS013) en Lithotrofe moerige grond op zand met sterke kwel (PS016).

Humusprofielen in bos

In het bosperceel (5) hebben wij ook de humusprofielen beschreven, omdat deze belangrijke aanvullende informatie geven over het actuele functioneren van de bodems. In het noordelijke deel van dit perceel, bij boring 5001, komt een Vaageerdmoder (DEv) voor met een dunne moerige bovengrond. Hier is vroeger zeker sprake geweest van kwel, maar uit het pH-profiel en de chemische analyse blijkt dat dit niet meer het geval is. De hydrologische maatregelen moeten ervoor zorgen dat de kwel terugkomt. In de drogere delen van dit perceel komen dikkere strooiselpakketten voor met vooral dikkere F- en H-lagen, wat past bij een minder actief bodemleven. In het zuidelijke deel van dit

perceel komen humusprofielen voor met een zeer dikke H-horizont, wat een sterke indicatie is voor een zeer oude bosgroeiplaats. Ook de vegetatie ter plaatse met veel dalkruid, kamperfoelie en hulst wijst in die richting.

Hydrologie

Om de hydrologische Ausgangssituation voor de habitattypen te kunnen beoordelen, hebben wij de grondwatertrappen gekarteerd voor de situatie na afgraven van de ophogingslaag én het verwachte effect van de hydrologische maatregelen. Kwel en wegzijging hebben we ingeschat op basis van de bodemvorming en de pH-profieltypen.

Door combinatie van de Fysisch-Geografische typen met de grondwatertrappen en pH-profieltypen hebben we 22 Fysiotopen gekarteerd die bepalend zijn voor de realisatiekansen van de habitattypen.

Historisch grondgebruik

Als hulpmiddel bij de kartering en om de landschapsontwikkeling in een historische context te kunnen plaatsen, hebben we de ontwikkeling van het grondgebruik vanaf 1811 gereconstrueerd aan de hand van oude kaarten. De kadastrale kaart van 1811-1832 laat zien dat de percelen 1 en 4 toen al ontgonnen waren en in gebruik waren als grasland op de lagere delen en bouwland op de hogere. De es in perceel 1 is hier precies begrensd. Opvallend is dat er ook een klein, langwerpig akkertje is aangegeven dat nu nog steeds goed herkenbaar is in het veld en op de hoogtekaart. Perceel 2 en 3 bestonden nog uit heide en perceel 5 uit hakhout en dennenbos. Perceel 2 is vóór 1930 ontgonnen en wellicht al voor de Tweede Wereldoorlog opgehoogd. Perceel 3 is na 1950 ontgonnen. Uit luchtfoto's kan opgemaakt worden dat perceel 3 en 4 begin jaren 1960 zijn opgehoogd.

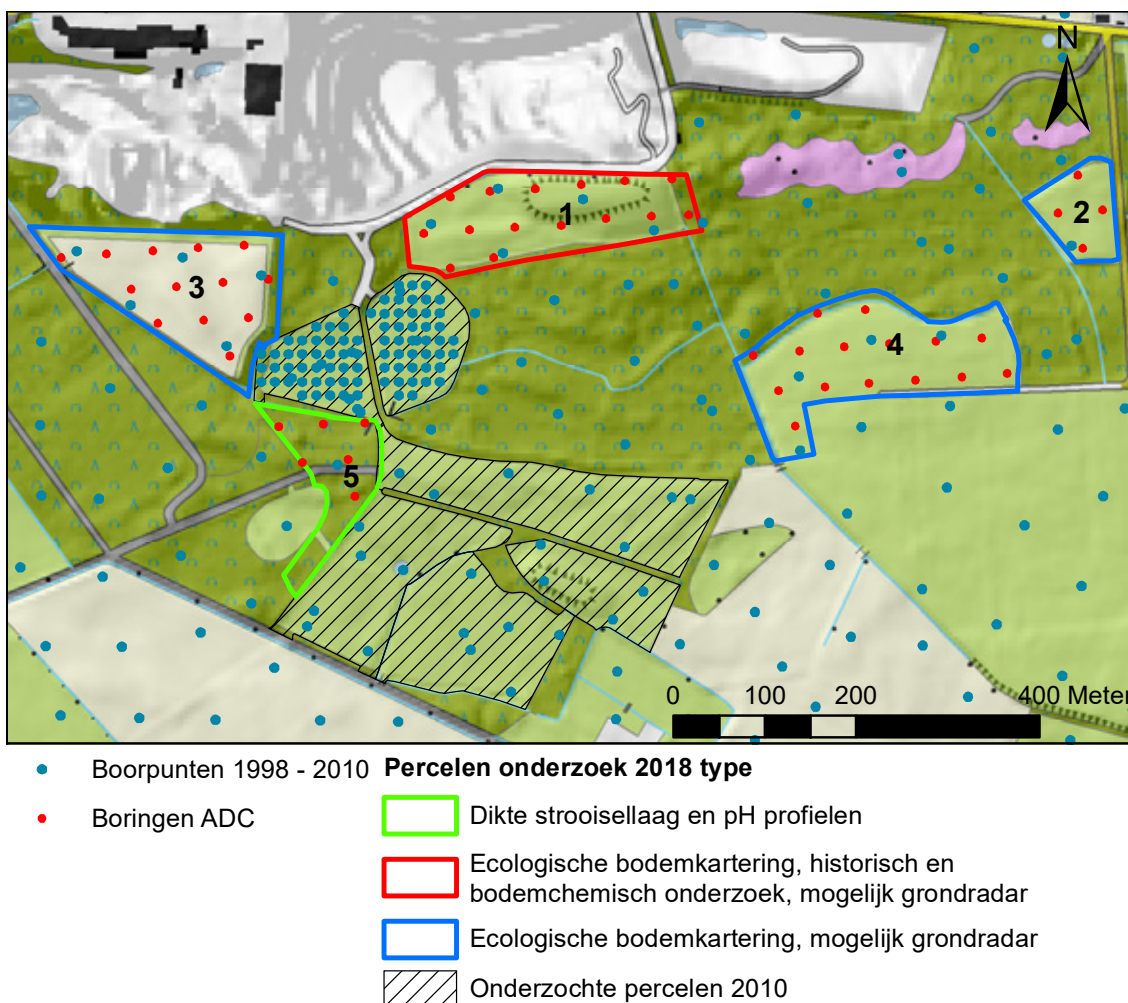
Gebruikte methoden

Voor de gebruikte methoden in dit onderzoek wordt grotendeels verwezen naar eerdere publicaties (zie hoofdstuk 3). Alleen nieuwere methoden en aangepaste indelingen zijn hier besproken.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor het Natura 2000-gebied Willinks Weust (gemeente Winterswijk) is aanvullend onderzoek nodig ten behoeve van de inrichting van vijf percelen (10,4 ha) in het kader van de PAS-maatregelen. Wageningen Environmental Research (WENR) heeft dit onderzoek uitgevoerd in opdracht van Staatsbosbeheer.



Figuur 1 Ligging van de te onderzoeken percelen en boorpunten uit eerder onderzoek van DLO-Staring Centrum en Alterra (blauw) en van het archeologisch onderzoek (rood) van ADC Archeoprojecten (Ludwig & Holl, 2017; Holl, 2018). De percelen 1 t/m 5 worden ook wel aangeduid met de toponiemen 'Randweide groeve III', 'Nieuwe Weust', 'Driehoekperceel', 'Lange wei' en 'Bos bij Heitje Adamskamp' (Gelderland 2016). In eerste instantie zijn alleen perceel 1, 2, 3 en 5 onderzocht, perceel 4 volgt wellicht in een later stadium.

Willinks Weust maakt onderdeel uit van het Natura 2000-netwerk en is daarom ook onderdeel van de PAS (Programmatie Aanpak Stikstof). De maatregelen die in het kader van de PAS genomen worden, zijn gericht op herstel van milieuomstandigheden en habitats voor de betreffende habitattypen/-soorten. Provincie Gelderland, Waterschap Rijn en IJssel en Staatsbosbeheer werken hiertoe samen. Staatsbosbeheer faciliteert de integrale Planuitwerking voor PAS/N2000 Willinks Weust. In Willinks Weust zijn de volgende habitattypen aangewezen:

H5130 Jeneverbesstruwelen

Doel: Behoud oppervlakte en verbetering van de kwaliteit

H6230 Soortenrijke Heischrale graslanden

Doel: Uitbreiding oppervlakte en verbetering van de kwaliteit

H6410 Blauwgraslanden

Doel: Uitbreiding oppervlakte en behoud van de kwaliteit

H9120 Beukenbossen met hulst

Doel: Behoud oppervlakte en behoud van de kwaliteit

H9160A Eiken-haagbeukenbossen

Doel: Behoud oppervlakte en behoud van de kwaliteit

Binnen en buiten het N2000-gebied wordt een aantal maatregelen uitgewerkt om aan de doelstellingen voor PAS/N2000 te voldoen. Dit betreft onder meer het verwijderen van de opgebrachte bovenlaag van een aantal percelen (perceel 2, 3 en 4 in figuur 1) binnen het N2000-gebied, een aantal hydrologische maatregelen (WRIJ 2012), het verwijderen van een aantal bosopstanden (perceel 5 in figuur 1) en bos- en bosrandenbeheer. De maatregelen vinden plaats op zowel gronden van Waterschap Rijn en IJssel, Staatsbosbeheer, Provincie Gelderland als van een aantal private partijen.

De komende tijd vindt de planuitwerking plaats, welke moet leiden tot:

- Een Voorlopig- en Definitief Ontwerp (VO/DO) inclusief wijze van uitvoering;
- Vergunningen en overige omgang met regelgeving;
- Uitvoeringsgereed plan t.b.v. RAW-bestek dan wel werkschrijvingen.

Het gebied is door DLO-Staring Centrum bodemkundig in kaart gebracht in het kader van de herinrichting Winterswijk-Oost (Kleijer & Ten Cate, 1998) en in 2010 is door Alterra een ecopedologisch onderzoek uitgevoerd naar het ecohydrologisch functioneren van het gebied en de natuurpotentie van enkele percelen (Van Delft et al., 2010). Dit rapport heeft betrekking op een uitbreiding van dit laatste onderzoek.

Uit het eerdere onderzoek (Kleijer & Ten Cate, 1998; Ludwig & Holl, 2017) blijkt dat enkele percelen zijn opgehoogd (perceel 2, 3 en 4 in figuur 1). Het begraven maaiveld (Ahb) is daarbij aangetroffen. Op één perceel (perceel 1 in figuur 1) komt een historische akker voor.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek waar dit rapport verslag van doet is het verzamelen en interpreteren van informatie over de uitgangssituatie, het uitwerken van de maatregelen in een indicatief inrichtingsadvies en het maken van een inschatting van de realisatiekansen voor habitattypen in de in te richten percelen. Daarvoor hebben wij de volgende aspecten onderzocht en uitgewerkt:

1. Landschappelijke (Ecologische) bodemkaart van de percelen zonder de opgebrachte lagen;
2. Indicatief inrichtingsadvies;
3. Inschatting van de natuurpotentie na inrichting.

Daarbij zijn de volgende subvragen beantwoord:

1. Begrenzing oude akker(s) binnen perceel 1;
2. Dikte en aard van het opgebrachte pakket in de percelen 2, 3 en 4;
3. Fosfaattoestand van perceel 1 en eventueel de delen van perceel 2, 3 en 4 waar het opgebrachte dek dun is en fosfaat mogelijk is uitgespoeld naar de toekomstige bovengrond;
4. Risico op interne eutrofiëring in delen waar door vernatting fosfaat gemobiliseerd kan worden (relevante delen perceel 1 t/m 4);
5. Zuurgraad en zuurbuffer van delen waar kwel een rol kan spelen (basenverzadiging, pH-profielen);
6. Voor perceel 5 (bos) de dikte, zuurgraad en nitraatconcentratie van de strooisellaag en onderliggende bodem, met het oog op ontwikkeling naar heischraal grasland (bekalkingsadvies).

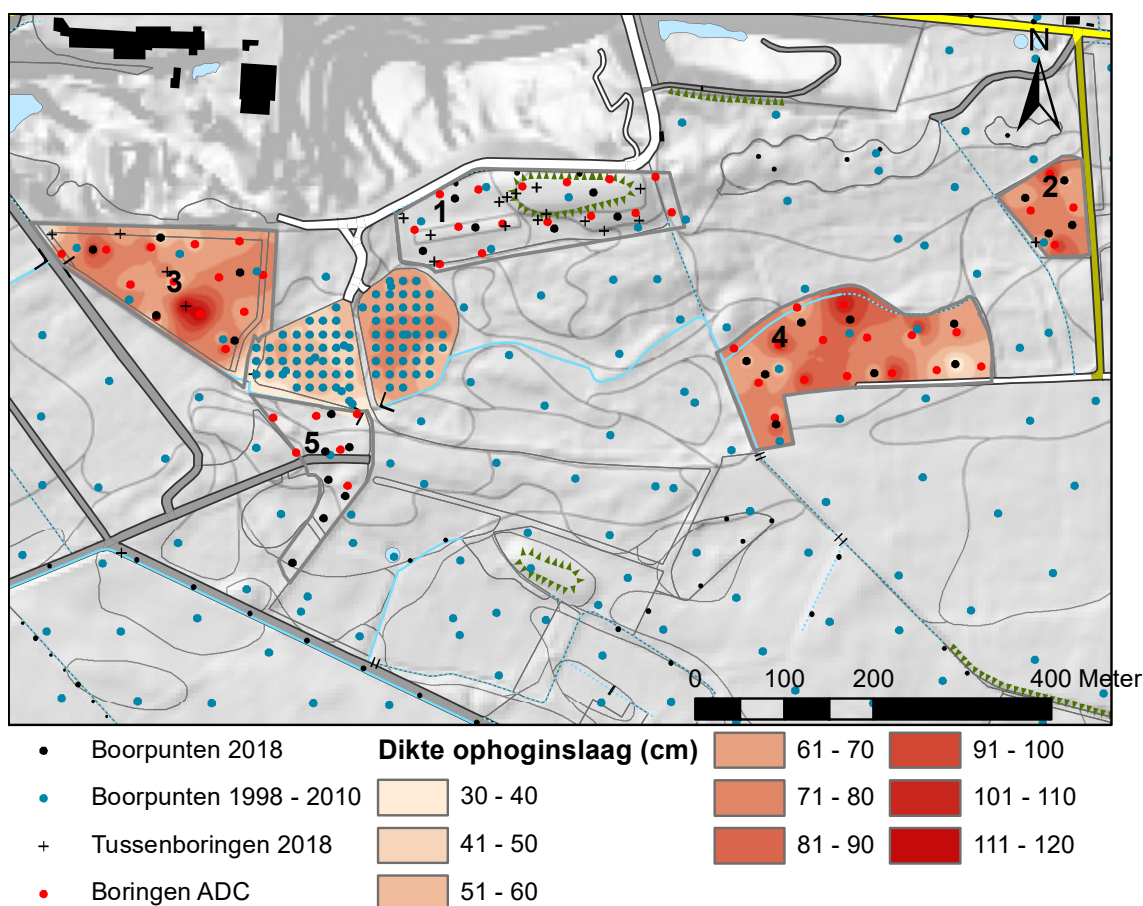
1.3 Leeswijzer

De volgorde van de onderwerpen in dit rapport is anders dan de volgorde waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden. Voor de inrichting van de percelen en de te nemen PAS-maatregelen is het inrichtingsadvies het belangrijkste resultaat. Om die reden wordt dit in het rapport als eerste behandeld in hoofdstuk 2, gevolgd door een inschatting van de realisatiekansen voor de habitattypen die dit moet opleveren in hoofdstuk 3. Tot slot wordt een verantwoording gegeven in de vorm van de landschappelijke (ecologische) bodemkartering, waarop inrichtingsadvies en realisatiekansen gebaseerd zijn in hoofdstuk 4. Voor achtergronden bij gebruikte methodes en de geologische opbouw van het gebied verwijzen wij naar het eerdere onderzoek van Alterra (Van Delft et al., 2010) en de Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011; Van Delft et al., 2015). Nieuwe methoden en indelingen worden kort besproken in hoofdstuk 5. Verzamelde gegevens zijn opgenomen in de bijlagen en als gegevensbestanden geleverd aan de opdrachtgever.

2 Inrichtingsadvies

Omdat het indicatief inrichtingsadvies het belangrijkste doel is van dit onderzoek en van belang is om te komen tot een Voorlopig- en Definitief Ontwerp (VO/DO), bespreken wij dat hier eerst. De onderbouwing van de maatregelen volgt uit de beschrijving van de percelen en de landschappelijke bodemkartering in hoofdstuk 4. De realisatiekansen voor de habitattypen ná deze maatregelen behandelen wij in hoofdstuk 3.

2.1 Verwijderen ophogingslaag



Figuur 2 Dikte van de af te graven ophogingslaag in perceel 2, 3, 4 en Ronde weide, gebaseerd op eigen profielbeschrijvingen en profielbeschrijvingen uit eerder onderzoek (Kleijer & Ten Cate, 1998; Van Delft et al., 2010; Ludwig & Holl, 2017; Holl, 2018).

In de percelen 2, 3 en 4 is in het verleden materiaal opgebracht, afkomstig uit de steengroeve. Het doel daarvan is niet bekend, maar het lijkt logisch dat dit gedaan is omdat het laaggelegen gronden waren. In het kader van de PAS-maatregelen moet deze grond weer verwijderd worden. Wij hebben de dikte en samenstelling van dit pakket vastgesteld in de boringen en ook de boringen uit eerder onderzoek geïnterpreteerd om een goede inschatting te krijgen van het te verwijderen pakket. De dikte van het pakket en de ligging van de gebruikte boorpuntinformatie zijn weergegeven in figuur 2. Hierin is ook de Ronde Weide opgenomen, maar deze hebben wij niet in de analyse betrokken, omdat dat al in het eerdere onderzoek gedaan is (Van Delft et al., 2010). In tabel 1 zijn de diktes per perceel samengevat en omgerekend naar volumes en uitgesplitst naar de aard van het materiaal (zie tabel 2).

Tabel 1 Diktes en volumes af te graven materiaal, uitgesplitst naar perceel en aard van het materiaal in perceel 2 en 3. De indeling naar textuur wordt verklaard in tabel 2, de indeling is uitgebreid naar kalkgehalte: A = Kalkrijk, C = Kalkloos.

Perceel	Oppervlakte (ha)	Dikte (cm)			Volume (m3)	Materiaal					
		Min	Max	Gem.		T0A	T0C	T1A	T2A	T3A	T4A
2	0.755	55	100	74	5584	527	0	1054	1054	1370	1580
3	2.792	30	120	72	20109	0	3656	0	3656	12797	0
4	3.062	30	110	74	22549	2353	0	2745	1176	10000	6274
Totaal:	6.609				48241	2880	3656	3799	5886	24166	7855

Tabel 2 Indeling van de aard van het af te graven materiaal naar lutumgehalte.

Code	Materiaal	Lutum (%)
T0	Lutumhoudend zand	< 8
T1	Zeer lichte zavel	8 - 12.5
T2	Matig lichte zavel	12.5 - 17.5
T3	Zware zavel	17.5 - 25
T4	Lichte klei	25-35
T5	Matig zware klei	35 - 50

De af te graven oppervlakte in deze percelen omvat ca. 6,6 ha met een gemiddelde dikte van ongeveer 73 cm, maar dat kan lokaal variëren. In totaal zal zo'n 48.200 m³ grond afgevoerd moeten worden, gebaseerd op de geïnterpoleerde diktes van het opgebrachte pakket in de boringen in figuur 2. Voor een meer nauwkeurige bepaling van het aantal m³ af te graven grond zijn een in- en een uitmeting van het maaiveld noodzakelijk.

Het materiaal bestaat voornamelijk uit matig lichte en zware zavel. De grond is overwegend kalkrijk, met brokken kalksteen. Door het landbouwkundig gebruik na het ophogen van de percelen is boven in het opgebrachte pakket het organische-stofgehalte hoger dan in diepere delen. In perceel 2 is een humushoudende bovengrond ontstaan van gemiddeld 15 cm dikte met ca. 3% organische stof, waarschijnlijk is het vooral als grasland gebruikt. In perceel 3 en 4 is deze laag ca 30 cm dik, omdat deze percelen ook als bouwland gebruikt zijn.

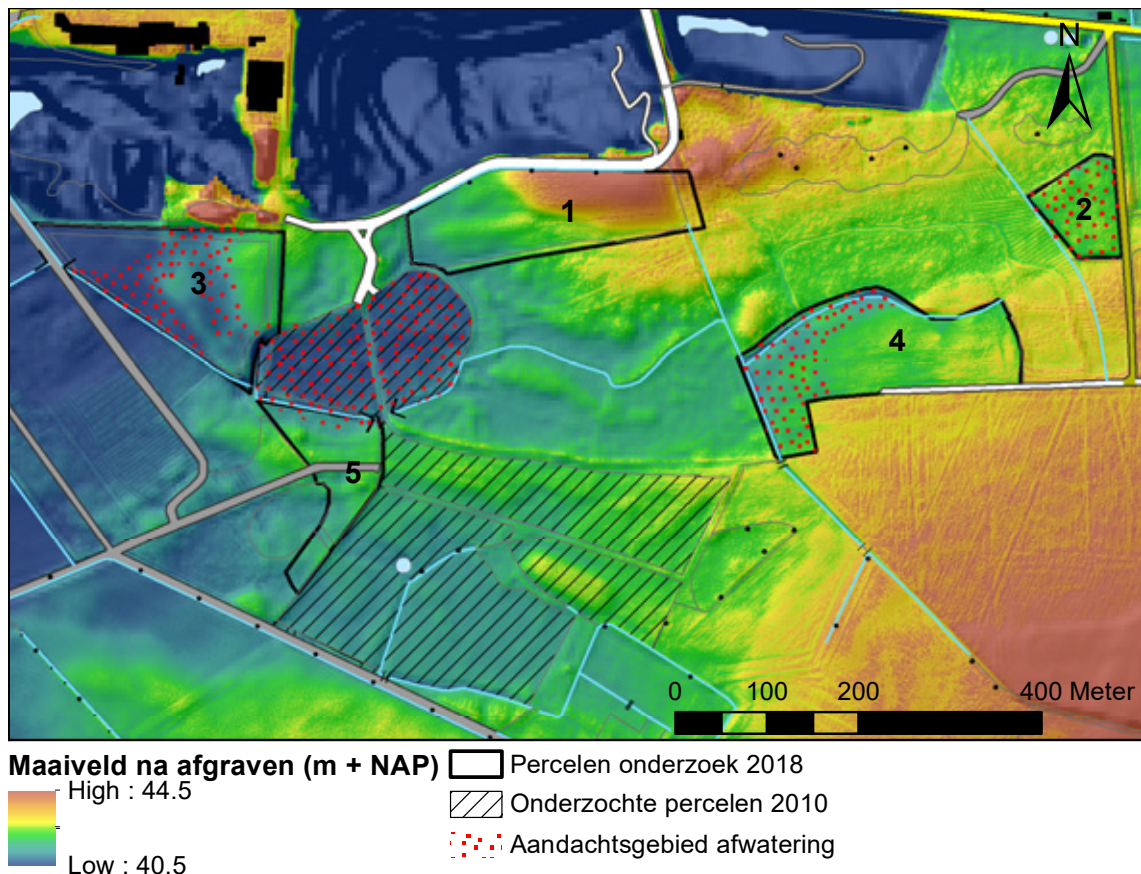
De toepasbaarheid van de grond in verschillende textuurklassen is afhankelijk van de gewenste toepassing. De textuurklassen T0 t/m T2 kunnen gebruikt worden voor het ophogen van percelen of het verondiepen van waterlopen. Dit betreft ongeveer 9950 m³ (39%). Voor de zwaardere fracties zijn andere toepassingen denkbaar, zoals het afdekken van vuilstortplaatsen. Dit kan het best in overleg met potentiële afnemers worden vastgesteld.

2.2 Detailafwatering

In figuur 3 is aangegeven wat de maaiveldhoogte bij benadering zal zijn na het afgraven van perceel 2, 3, 4 en de Ronde weide. Na het verwijderen van de ophogingslaag zullen delen van perceel 3, 4 en de Ronde weide erg laag komen te liggen ten opzichte van het grondwater en het peil van de waterlopen. Dit effect zal nog versterkt worden door de toe te passen vernatting (zie kaart 4a in bijlage 1 en WRIJ 2012). Vooral het dempen van waterlopen in het Heksenbos en het verondiepen van de Vossenveldsbeek zal in deze percelen tot vernatting leiden. Dat is ook gewenst in verband met de realisatie van de beoogde natuurontwikkeling, maar kan plaatselijk ook onbedoelde neveneffecten hebben.

Lokaal kan dit tot permanent natte omstandigheden en/of de vorming van neerslaglenzen leiden, vooral in de noordwestrand van perceel 4, de zuidwestrand van perceel 3 en het grootste deel van de Ronde weide, waar de GLG volgens modelberekeningen 20 à 30 cm zal stijgen (WRIJ 2012). De GHG zou in perceel 2, 4, Ronde weide en de lagere delen van perceel 3 boven het toekomstige maaiveld uit

kunnen komen. Ook in de noordrand van perceel 5 zijn deze effecten merkbaar. Afhankelijk van de ligging en variatie van dat maaiveld kan dit leiden tot stagnatie van neerslagwater, vooral als water langdurig in afvoerloze laagten blijft staan. Dat kan, afhankelijk van de bodemkundige Ausgangssituation, ongewenst zijn in verband met het risico op interne eutrofiëring of verzuring van de groeiplaats (zie § 3.3 en 3.2). Waar problemen lijken te ontstaan, kan door middel van het graven van ondiepe slenken de afwatering verbeterd worden. Vanwege onzekerheden in de modelberekeningen, het AHN en de inschatting van het nieuwe maaiveld kunnen wij nu nog niet precies aangeven waar problemen zullen optreden. In figuur 3 hebben wij indicatief aangegeven waar dit zou kunnen spelen en verbetering van de oppervlakkige afwatering mogelijk nodig kan zijn. Dit dient na uitvoering van de inrichtingsmaatregelen gemonitord te worden, waarna eventueel greppels of slenken aangelegd kunnen worden om de afwatering te verbeteren.



Figuur 3 Gedetailleerde hoogtekarte (AHN 0.5 m grid) voor de situatie na het afgraven van de ophogingslaag en de aandachtsgebieden voor oppervlakkige afwatering. De extra maaiveldverlaging door deels afgraven (10 cm) van de (voormalige) bouwvoor in perceel 1 en 2 is hierin niet meegenomen. Ook voor het perceel 'De Ronde Weiden' is de verlaging door het verwijderen van de ophogingslaag berekend (zie Van Delft et al., 2010).

Voor interne eutrofiëring geldt dat het risico over het algemeen als laag wordt ingeschat vanwege de hoge ijzergehalten en het lage fosfaatgehalte in de meeste lagen die vernat kunnen worden. Alleen in perceel 2 zijn de fosfaatgehalten hoog en is niet helemaal zeker of het hoge ijzergehalte voldoende is om interne eutrofiëring te voorkomen. Tijdelijke vernatting door een hoge GHG hoeft daarbij geen probleem te zijn, mits het water weer op tijd wordt afgevoerd. Er zijn sterke aanwijzingen dat dergelijke wisselende waterstanden juist gunstig kunnen zijn voor de afvoer van fosfaat en de vergroting van de fosfaatbindingscapaciteit (Kemmers & Nelemans, 2007).

2.3 Omvorming bos naar heide en heischraal grasland

Voor perceel 5 is omvorming naar heide/heischraal grasland in het noordelijk deel en heischraal grasland/blauwgrasland in het zuidelijk deel voorzien (Gelderland 2016). Daarbij zou in het zuidelijke deel de bovengrond afgegraven of afgeplagd moeten worden (Maatregelenkaart), het noordelijke deel afgeplagd. Op grond van de bevindingen in dit onderzoek willen wij voorstellen de invulling van deze maatregelen nader te bezien.

Uit de analyse van het historisch grondgebruik (§ 4.4) en de beschrijving van de humusprofielen (§ 4.1.3) kan opgemaakt worden dat het zuidelijke deel van perceel 5 een zeer oude bosgroeiplaats bevat en dat in het noordelijke deel lange tijd een afwisseling van bos en heide is voorgekomen. Vanwege de zeldzaamheid van oude bosgroeiplaatsen bevelen wij aan deze, in elk geval in het zuidelijke deel, te behouden.

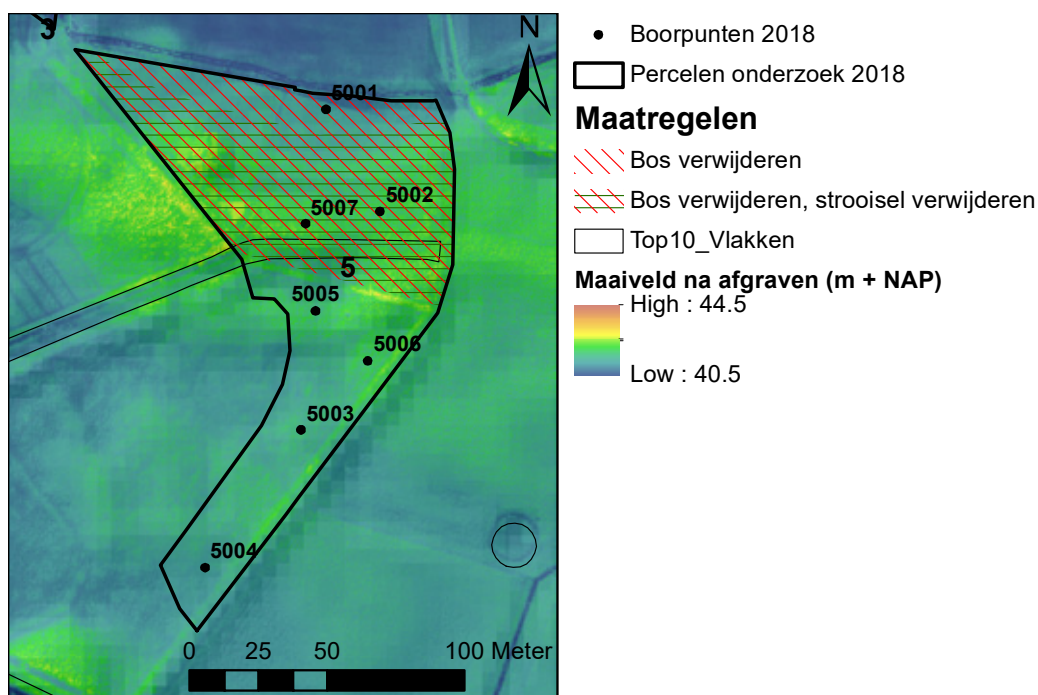
Op de TMK van 1850 staat hier geen bos aangegeven, maar er zijn duidelijke aanwijzingen dat dit toch deels aanwezig was. In het begin van de 19^e eeuw was, met uitzondering van de noordwesthoek, het hele perceel begroeid met dennenbos en hakhout (figuur 19). In de loop van de 20^e lijkt het noordelijk deel gedeeltelijk uit heide bestaan te hebben, maar het zuidelijk deel was waarschijnlijk al die tijd begroeid met bos. In het humusprofiel bij boring 5003 komt een zeer dikke H-horizont voor. Dergelijke dikke H-horizonten komen alleen voor in (zeer) oude bosgroeiplaatsen en zijn daarom, net als deze groeiplaatsen zeldzaam en het beschermen waard (De Waal & Bijlsma, 2010; De Jong et al., 2015; Van Delft et al., 2017). In andere boringen varieert de dikte van het strooiselpakket vrij sterk en zijn de H-horizonten minder dik, hoewel in enkele gevallen toch aanzienlijk (§ 4.1.3). Op de laagste plekken, bij boring 5001 en 5004, is als gevolg van andere (meer gebufferde) milieumomstandigheden de strooiselafbraak veel sterker geweest en ontbreekt het strooisel in 5001 vrijwel volledig. Ook zal dat een minder oude bosgroeiplaats kunnen zijn. Boring 5004 ligt wel in het zuidelijke deel met een mogelijk zeer oude bosgroeiplaats, maar hier is in het verleden de strooiselafbraak toch groter geweest dan bij 5003.



Figuur 4 Vegetatieaspect en humusprofiel in het zuidelijke deel van perceel 5. Zowel vegetatie als humusprofiel (dikke H-horizont) wijst op een zeer oude bosgroeiplaats.

Ook het voorkomen van plantensoorten van oude bossen wijst in deze richting. In dit deel van perceel 5 komt zeer veel dalkruid voor en vrij veel hulst en kamperfoelie (figuur 4). Op de vegetatiekaart uit 2010 in het beheerplan is hier een klein vlak 42A2 Beuken-eikenbos en 42-a RG Beuk-Dalkruid gekarteerd (Gelderland 2016); de huidige verbreiding lijkt groter te zijn.

In figuur 5 is aangegeven welke inrichtingsmaatregelen voorgesteld worden voor perceel 5. Vanwege een waarschijnlijk meer dan 200 jaar oude bosgroeiplaats in het zuidelijke deel van dit perceel raden wij hier de omvorming naar heide af. In het noordelijke deel zijn minder aanwijzingen voor een langdurig bestaan van de bosgroeiplaats, de H-horizonten zijn hier dunner en de oude topografische kaarten laten een halfopen heidelandschap zien. Een verbinding voor insecten kan in de noordelijke dekzandrug (bij boring 5002 en 5007) worden gerealiseerd. Hier kan verwijderen van bos en deels verwijderen van de strooisellaag geen kwaad. In het perceel is nog een oude wal herkenbaar. Wij stellen voor om deze weer een plaats in het landschap te geven door de begrenzing van de verbingszone hierop aan te laten sluiten.



Figuur 5 Voorgestelde inrichtingsmaatregelen in perceel 5.

Bij het verwijderen van bos voor de omvorming naar heide kan de aanwezigheid van een strooiselpakket aanleiding geven tot verzuuring door mineralisatie van het aanwezige strooisel. Dat geldt voor de L- en F-horizonten waar nog afbreekbare organische stof in aanwezig is. De H-horizonten bestaan uit sterk gehumificeerd materiaal met een hoge C/N-verhouding (tabel 7). Dit zal niet of nauwelijks mineraliseren en hoeft dan in principe niet verwijderd te worden. Het is ook beter deze laag te laten zitten om een snelle verzuring te voorkomen (Nijssen & Vogels, 2014).

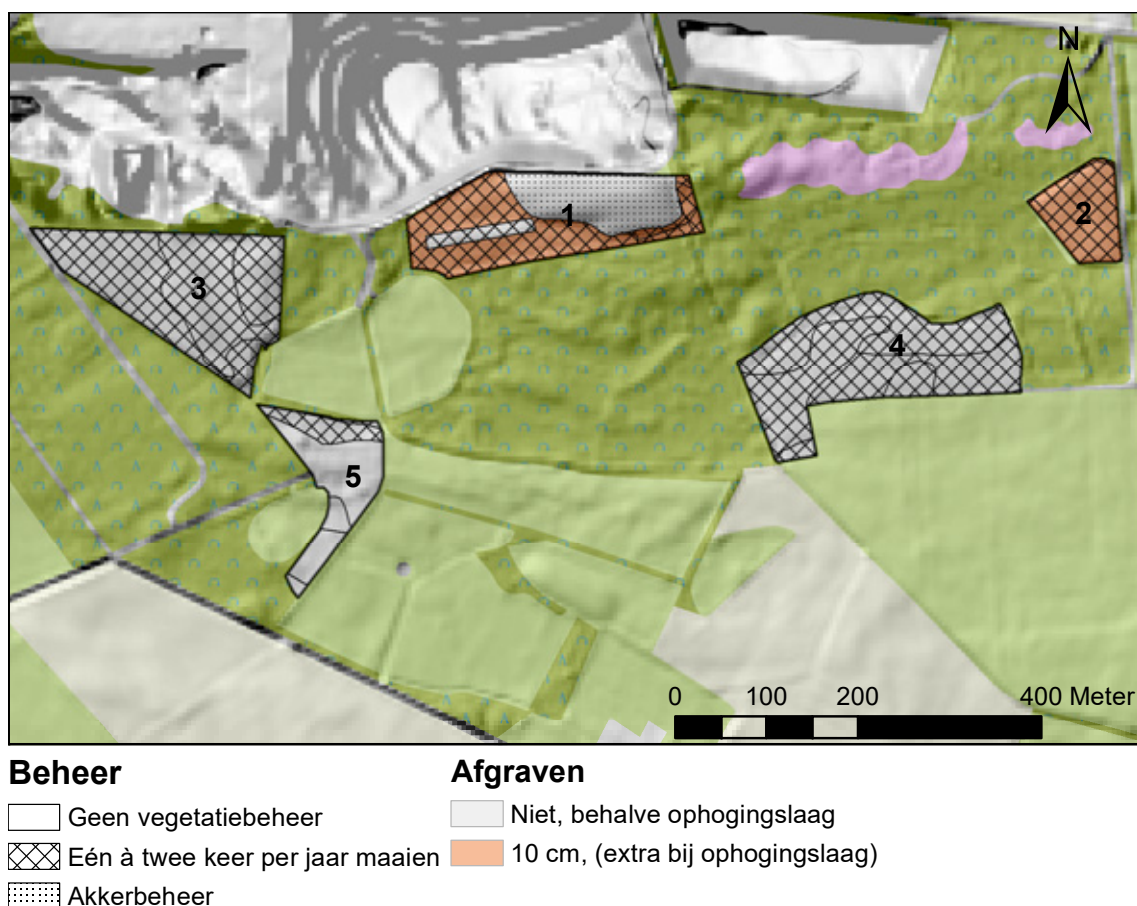
Omdat de bodem hier erg zuur is ($\text{pH} < 3.5$), is het gewenst deze met een eenmalige bekalking te verhogen. Hiervoor wordt doorgaans een kalkgift van 2 ton/ha geadviseerd. Bekalking kan echter ook aanleiding geven tot een disbalans in voor de plant beschikbare elementen (K en P). Recentelijk zijn op niet geplagde heide positieve ervaringen opgedaan met het toedienen van steenmeel (Weijters et al., 2018). Het is nog niet duidelijk wat het effect is op geplagde heide of bij omvorming van bos naar heide. Vanwege het positieve effect op met name de basenverzadiging lijkt dit wel een bruikbare methode. In het OBN-rapport van Weijters et al. worden aanbevelingen gedaan voor de toepassing. Te overwegen valt om een combinatie van enkele steenmeelsoorten en een lage dosering Dolokal toe te dienen.

In de laagte in het noordelijke deel van perceel 5 (bij boring 5001) komt zeer weinig strooisel voor en hoeft dus ook niet verwijderd te worden. Indien door de hydrologische maatregelen de kwel en de zuurbuffer weer toenemen, ligt hier een ontwikkeling naar H6410 'Blauwgrasland' of H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' voor de hand. Wanneer voor H6410 gekozen wordt, zal het nodig zijn hier een maaibeheer op in te stellen.

Indien alsnog gekozen wordt voor het omvormen van het zuidelijke deel van perceel 5, kan volstaan worden met het verwijderen van het bos en de strooisellaag, aangevuld met bekalking. Het afgraven van de bovengrond zoals op de maatregelenkaart in het beheerplan is aangegeven, is niet nodig. Deze grond is nooit bemest geweest en de fosfaattoestand is zeer laag (§ 3.2).

2.4 Verlagen fosfaattoestand

Na inrichting is een aantal aanvullende maatregelen nodig om de fosfaattoestand in overeenstemming te brengen met de gewenste situatie voor de beoogde natuurontwikkeling. In § 3.2 is beoordeeld in hoeverre de fosfaattoestand voldoet. In tabel 6 is een aantal maatregelen geëvalueerd om vast te stellen wat zinvol en wenselijk is. De uitkomst is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6 Maatregelen om de fosfaattoestand te verbeteren. Het (extra) afgraven staat los van het verwijderen van de ophogingslaag in perceel 2, 3 en 4 (§ 2.1).

In perceel 1 is geen grond opgebracht en heeft de huidige bovengrond een duidelijk agrarische geschiedenis. De fosfaattoestand is daardoor te hoog voor het realiseren van schrale vegetaties. Ook met een verschrallingsbeheer van jaarlijks maaien en afvoeren zal dit niet op afzienbare termijn verbeteren. Afgraven is op de oude es en het lage akkertje niet wenselijk. Voor de oude es ligt een beheer als bloemrijke akker voor de hand. In de lagere delen (exclusief het lage akkertje) wordt geadviseerd om een deel van de bovengrond (ca. 10 cm) af te graven om een deel van het

fosfaatoverschot te verwijderen. Daarna kan door een verschrallingsbeheer ingezet worden op een verdere afname van de fosfaatbeschikbaarheid. Daarbij wordt uitgegaan van jaarlijks, indien mogelijk twee keer per jaar, maaien en afvoeren op het moment dat de productiviteit het hoogst is (Schipper et al., 2012). Hierdoor kunnen op termijn vegetaties van het habitatype H6230 'Heischrale graslanden' tot ontwikkeling komen.

In perceel 2 is wel grond opgebracht, maar de oude bovengrond die daaronder ligt, bevat ook te veel fosfaat. Het is niet duidelijk of dit een gevolg is van het agrarisch gebruik vóór de ophoging of door uitspoeling uit het ophogingsmateriaal. Het laatste lijkt onwaarschijnlijk, omdat dit pakket veel kalk en ijzer bevat waaraan fosfaat sterk gebonden wordt. Uitmijnen lijkt ook hier niet goed mogelijk vanwege de hoge grondwaterstanden. Voorgesteld wordt om, aanvullend op het verwijderen van de opgebrachte lagen, 10 cm van de voormalige bovengrond af te graven om in elk geval een deel van het fosfaatoverschot af te voeren. Daarna kan met een verschrallingsbeheer – door één à twee keer per jaar te maaien en af te voeren – het fosfaatgehalte verder teruggebracht worden.

De percelen 3 en 4 zijn kennelijk voor het ophogen veel minder intensief gebruikt geweest, want de fosfaattoestand onder de deklaag is veel lager en zonder verdere ingrepen geschikt voor H6410 'Blauwgraslanden' of H7230 'Kalkmoerassen'. Uiteraard is een regulier maaibeheer wel noodzakelijk voor het onderhouden van deze graslandtypen.

Ook in de laagte in het noorden van perceel 5 wordt een maaibeheer aanbevolen. Hier is weliswaar geen sprake van een agrarische voorgeschiedenis, maar om de potenties voor blauwgrasland hier te benutten, is een maaibeheer nodig.

Op de percelen waar de ophogingslaag en/of een deel van de bovengrond afgegraven wordt (perceel 2, 3 en 4 en delen van 1), kan door het uitstrooien van maaisel uit soortenrijke graslanden in de omgeving, de vestiging van de bijbehorende soorten versneld worden. Het is ook belangrijk dat er snel een graslandvegetatie ontwikkeld wordt om de vestiging en dominantie van ongewenste soorten te voorkomen.

3 Realisatiekansen Habitattypen

De in te richten percelen hebben geen habitatype als doel aangewezen gekregen. Onderzocht is welke habitattypen meer of minder passen bij de abiotische uitgangssituatie.

Voor Willinks Weust gelden de volgende instandhoudings- en uitbreidingsdoelstellingen ten aanzien van de habitattypen (Gelderland 2016):

H5130 Jeneverbesstruwelen

Doel: Behoud oppervlakte en verbetering van de kwaliteit

H6230 Soortenrijke Heischrale graslanden

Doel: Uitbreiding oppervlakte en verbetering van de kwaliteit

H6410 Blauwgraslanden

Doel: Uitbreiding oppervlakte en behoud van de kwaliteit

H9120 Beukenbossen met hulst

Doel: Behoud oppervlakte en behoud van de kwaliteit

H9160A Eiken-haagbeukenbossen

Doel: Behoud oppervlakte en verbetering van de kwaliteit

H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' komt wel voor op de habitattypenkaart, maar niet in het aanwijzingsbesluit. Daarnaast hebben wij de realisatiekansen beoordeeld voor 'H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden)', H4030 'Droge heiden' en H7230 'Kalkmoerassen', omdat deze mogelijk beter passen bij enkele van de fysiotopten in de percelen (§ 4.3). De beoordeling van de realisatiekansen bestaat uit een ecopedologische en een bodemchemische beoordeling.

3.1 Ecopedologische geschiktheid

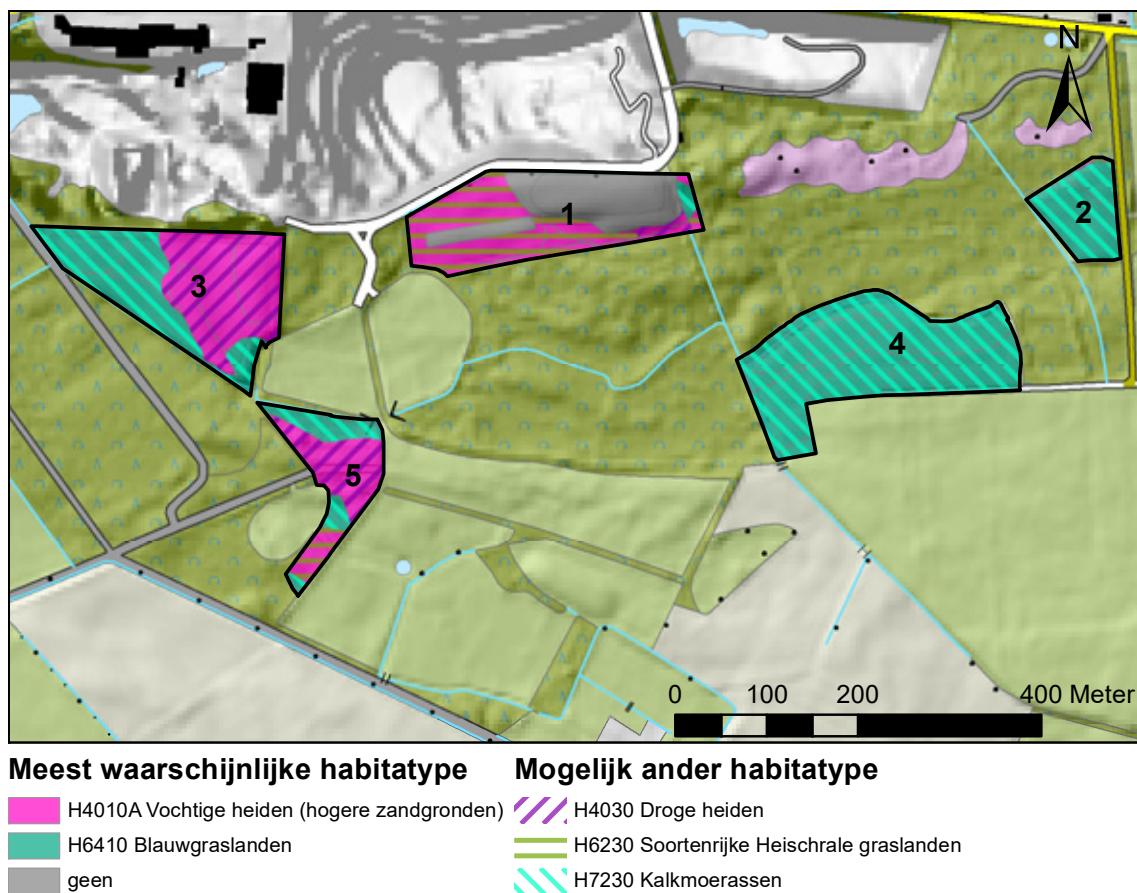
3.1.1 Relatie habitattypen met fysisch-geografische eenheden

De ecopedologische geschiktheid van groeiplaatsen hangt in de eerste plaats af van het fysisch-geografisch type op de landschappelijke bodemkaart, waarbij in een aantal gevallen nog onderscheid gemaakt moet worden binnen de FG-serie (zie figuur 13). Of een bepaalde vegetatie zich ontwikkelt, hangt – naast bijvoorbeeld de vocht- en bemestingstoestand – af van bodemeigenschappen. In de Landschapsleutel wordt per FG-type aangegeven welke potentiële vegetaties erop voor kunnen komen (bijlage 3). Daarnaast zijn voor de habitattypen 'kenmerkende vegetatietypen' geformuleerd (Runhaar & Hennekens, 2014). Door te vergelijken in hoeverre deze plantengemeenschappen elkaar overlappen, hebben wij beoordeeld wat het waarschijnlijkste habitatype is en welk habitatype mogelijk ook voor kan komen, bijvoorbeeld als de vochttoestand niet voldoet voor het eerste. Ook kunnen binnen gradiënten overgangsvormen tot ontwikkeling komen. Hiervoor hebben wij de 'affiniteit' van de habitattypen met de FG-typen bepaald (tabel 3). De beoordeling van deze affiniteit hebben we toegelicht in § 5.1.

Tabel 3 Affiniteit van het habitatype per fysisch-geografische eenheid. De maximale affiniteit kan per habitatype sterk verschillen. De meeste indexen zijn berekend per fysisch-geografisch type, PS010, PS013 en PS014 zijn uitgesplitst naar fysisch-geografische serie. In de kolom 'Niveau' is aangegeven of de index is berekend op het niveau van FG-type (T) of uitgesplitst naar FG-serie (S).

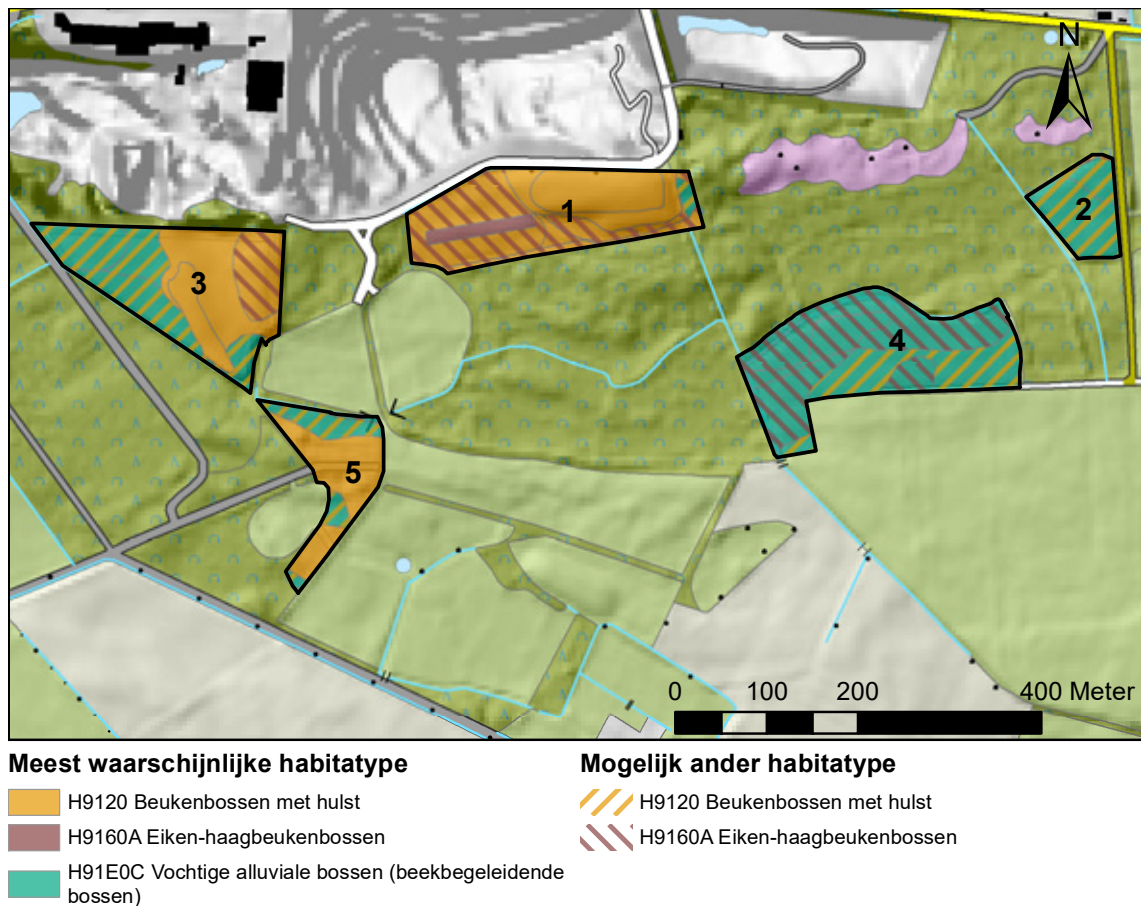
FG-Eenheid	Niveau	H4010A	H4030	H6230	H6410	H7230	H9120	H9160A	H91E0C	Opp (ha)
HzGK_PS006	S	0.25	0.07	0.15	0	0	0.69	0.1	0	1.35
HzDL_PS010	S	0.3	0.14	0	0	0	0.63	0.05	0	0.05
HzGK_PS010	S	0.31	0.14	0	0	0	0.64	0.05	0	0.51
HzDV_PS011	S	0.32	0.14	0	0	0	0.54	0	0	1.68
HzBD_PS012	S	0.26	0	0.08	0.06	0	0.35	0	0	0.17
HzBD_PS013	S	0.05	0	0	0.22	0.07	0.17	0.05	0.39	3.15
HzDV_PS013	S	0	0	0	0.23	0.07	0.12	0.05	0.35	0.2
HzBV_PS014	S	0.05	0	0	0.23	0.13	0.06	0.15	0.15	1.14
HzBN_PS016	S	0.05	0	0	0.28	0.26	0	0.05	0.34	1.03
HzOZ_PS111	S	0	0	0	0	0	0.45	0	0	0.98
HzOL_PS113	S	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0.17
Max Potentie:		0.32	0.14	0.15	0.28	0.26	0.69	0.15	0.39	
Totaal opp.:										10.43

De ontwikkeling van een habitatype is ook afhankelijk van het gevoerde beheer, waardoor bijvoorbeeld graslanden óf bossen kunnen ontstaan. In figuur 7 en figuur 8 hebben wij aangegeven wat voor korte vegetaties of bos de waarschijnlijkste habitattypen zijn en welke mogelijk óók tot ontwikkeling kunnen komen, mits aan de abiotische randvoorwaarden wordt voldaan.



Figuur 7 Habitattypen van korte vegetaties, passend de FG-typen in de percelen, na inrichting.

Binnen de korte vegetaties lijkt op de kwelgevoede FG-Typen (PS013, PS014 en PS016) H6410 'Blauwgraslanden' het waarschijnlijkste habitattype, met onder zeer natte en goed gebufferde omstandigheden, overgangen naar H7230 'Kalkmoerassen'. Bij door infiltratie, laterale toestroming van zwakgebufferd grondwater of stagnatie van neerslagwater bepaalde FG-typen (PS006, PS010, PS011 en PS012), is de ontwikkeling naar H4010A 'Vochtige heiden (hogere zandgronden)' het waarschijnlijkst, met overgangen naar H4030 'Droge heiden' op de drogere delen van PS010 en PS011 en naar H6230 'Heischrale graslanden' binnen PS006 en PS012 waar de zuurbuffer net wat groter is. De oude bouwlanden (PS111 en PS113) in perceel 1 zijn niet geschikt voor de beoordeelde habitattypen van korte vegetaties. Bij een graslandbeheer zullen daar wat voedselrijkere graslandtypen tot ontwikkeling komen, op de oude es (PS111) zou ook een beheer als kruidenrijke akker overwogen kunnen worden.



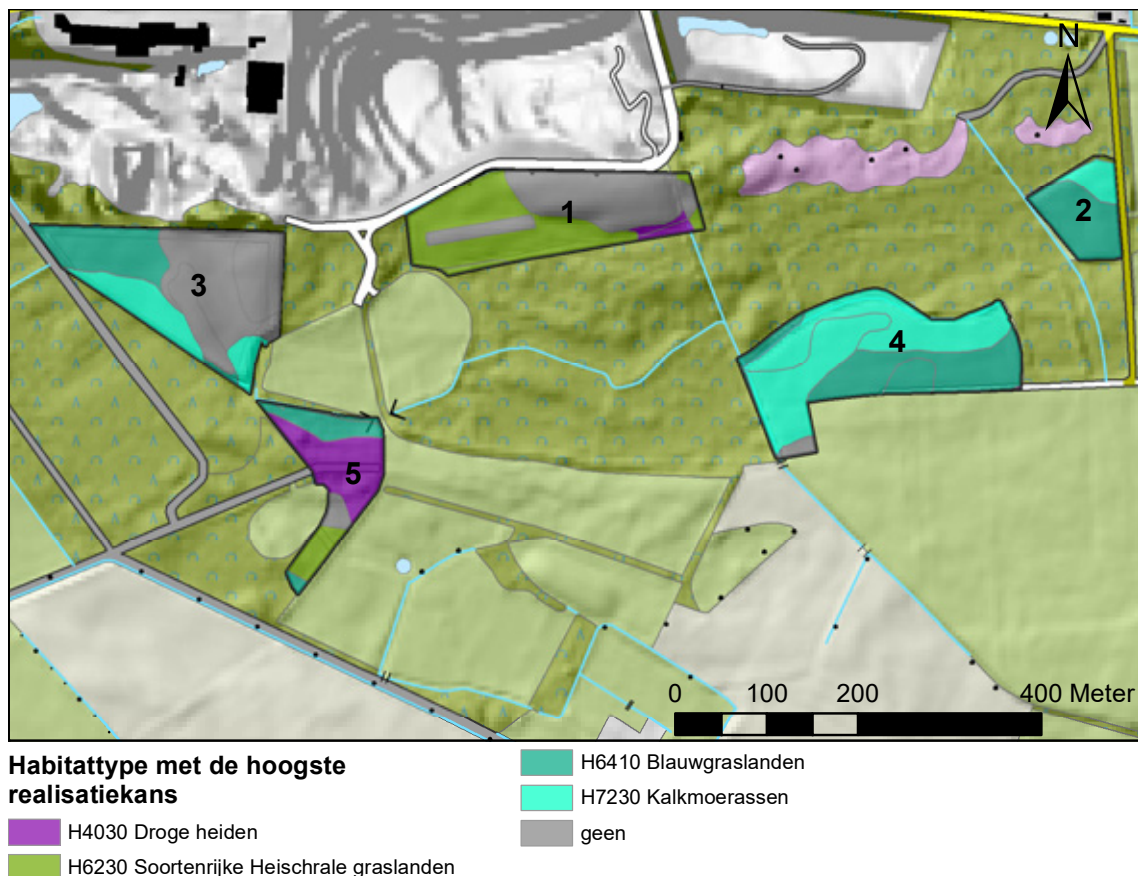
Figuur 8 Habitattypen van bostypen, passend de FG-typen in de percelen, na inrichting.

Indien op de percelen een bosontwikkeling nagestreefd wordt, kunnen in de aan kwel gerelateerde FG-typen PS013 en PS016 ontwikkelingen in de richting van H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' verwacht worden, met overgangen naar H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst' op de wat drogere delen. PS014 is ook door kwel beïnvloed, maar door het voorkomen van een kleidek betreft dit vooral de subassociatie met Bittere veldkers of ligt ontwikkeling naar H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)' meer voor de hand, mits de groeiplaats niet te nat is. Bij door infiltratie, laterale toestroming van zwak gebufferd grondwater of stagnatie van neerslagwater bepaalde FG-typen (PS006, PS010, PS011, PS012, PS111) is de ontwikkeling naar H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst' het waarschijnlijkst, waarbij op de FG-typen met ondiep of aan maaiveld oude kleien (PS006 en PS010) overgangen naar H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)' mogelijk zijn, zoals ook elders in het Natura 2000-gebied te zien is. Bij de smalle strook met lage eerdgronden in perceel 1 lijkt volgens deze analyse H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)' het waarschijnlijkst.

3.1.2 Hydrologische randvoorwaarden

Of de habitattypen die volgens bovenstaande analyse bij de fysisch-geografische eenheid passen ook daadwerkelijk tot ontwikkeling kunnen komen, hangt mede af van de vraag of de hydrologische randvoorwaarden (GVG, GLG, Droogtestress) voldoen voor deze habitattypen. Om dit te beoordelen, hebben we de GXG's en droogtestress in de percelen vergeleken met de abiotische randvoorwaarden voor de habitattypen (zie voor de methode § 5.2). Hierbij zijn we uitgegaan van de grondwaterstanden na inrichting (afgraven opgehoogde percelen en hydrologische maatregelen volgens GGOR2 (zie kaart 4a). Bij GGOR 3 zullen de resultaten weinig verschillen, omdat dit binnen de onderzochte percelen alleen van invloed is op het zuidelijke deel van perceel 5.

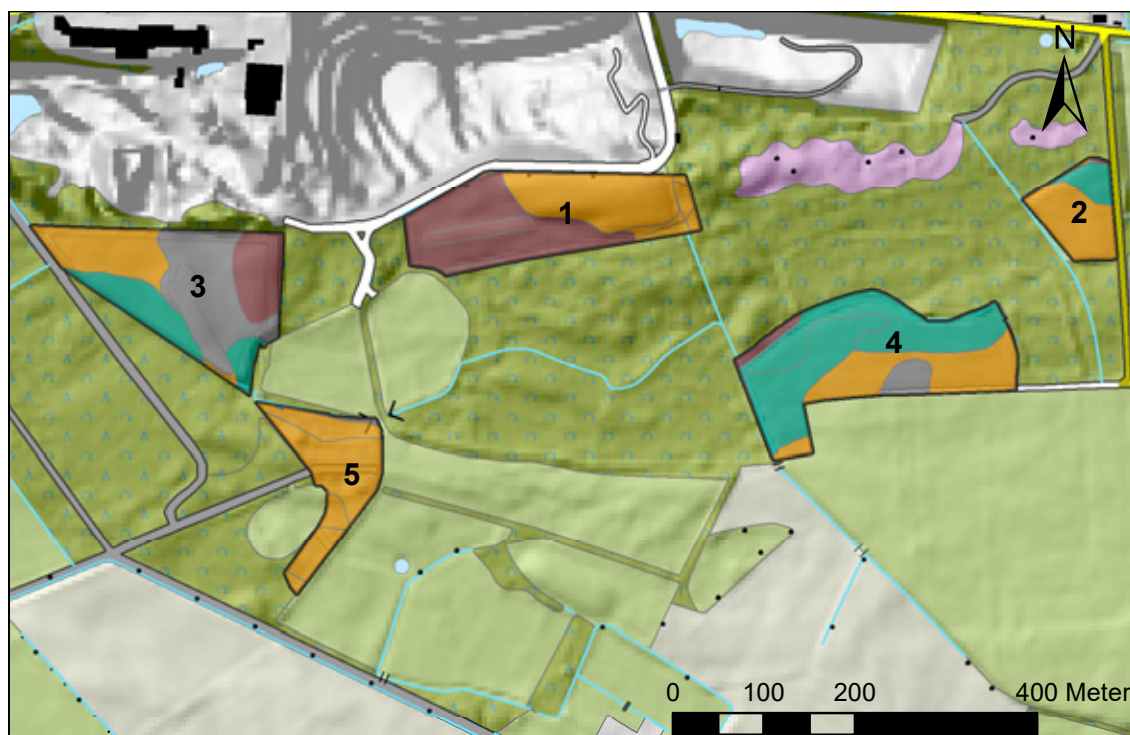
Volgens de in § 5.2 besproken methode hebben we voor alle fysiotopten (zie § 4.3) de realisatiekans bepaald van alle relevante habitattypen en vervolgens per structuurtype (korte vegetaties of bos) beoordeeld welke van de bij de FG-typen passende habitattypen de hoogste realisatiekans heeft (bijlage 5, tabel 12). Voor korte vegetaties is dat weergegeven in figuur 9, voor bos in figuur 10. Hierbij is ook de zuurgraad betrokken, omdat deze normaal gesproken in kalkloze zandgronden bepaald wordt door de hydrologische positie. In de onderzochte percelen gaat dat niet overal op, omdat in een aantal gevallen de huidige pH-waarden in de laag onder het opgebrachte pakket relatief hoog zijn voor het onderliggende bodemtype. Zo worden in veldpodzolgronden (PS011 'Atmotrofe vochtige zandgronden') in perceel 3 plaatselijk pH-waarden > 6 gevonden. Omdat dit een infiltratieprofiel (zie kaart 4a) betreft, zal deze bodem op langere termijn wat zuurder worden en een zuurgraad aannemen die past bij deze fysisch-geografische eenheid. De vegetatieontwikkeling zal dan verschuiven naar de zuurdere habitattypen, zoals de heidetypen die goed lijken te passen bij de hogere delen van perceel 3.



Figuur 9 Habitattypen van korte vegetaties met de hoogste realisatiekans binnen de fysiotopten, waarbij de habitattypen vergeleken zijn die passen bij de fysisch-geografische eenheden, na inrichting.

Van de kwelgevoede FG-Typen (PS013, PS014 en PS016), waarvoor H6410 'Blauwgraslanden' het waarschijnlijkste habitatype is, blijkt in de meeste gevallen de realisatiekans tussen 0.205 en 0.81 te liggen. De fysiotopten HzDV PS013 DR en HzDV PS013 NA blijken hiervoor te droog te zijn. Bij de

fysiotopen waar H6410 als waarschijnlijkst gezien wordt, is H7230 'Kalkmoerassen' steeds het tweede type. De realisatiekansen liggen tussen 0.054 en 0.59 en zijn bij de natste fysiotopen hoger dan voor H6410. Het waarschijnlijkst zijn overgangen van H6410 naar H7230 te verwachten. De ontwikkeling naar H4010A 'Vochtige heiden (hogere zandgronden)' die op grond van de affiniteit werd verwacht op door infiltratie, laterale toestroming van zwak gebufferd grondwater of stagnatie van neerslagwater bepaalde FG-typen (PS006, PS010, PS011 en PS012) blijkt niet realistisch te zijn, omdat de realisatiekans voor dit habitattype overal 0 is. Binnen perceel 3 is de pH te hoog door inspoeling van calcium uit de kalkrijke opgebrachte grond. Op de dekzandrug in perceel 5 is de groeiplaats te droog, hier zijn de realisatiekansen voor droge heide wel goed, net als in een strook langs de flank van de es in perceel 1. Bij fysiotop HzBD PS012 NA in het zuidelijke deel van perceel 5 blijken de realisatiekansen voor H6230 'Heischrale graslanden' (0.38) hoger te zijn dan voor H4010A (0.25), waardoor hier een overgang tussen beide habitattypen te verwachten is. In fysiotopen op keileem of oude klei (PS006, PS010) binnen perceel 1 en 4 is de realisatiekans voor H4010A zelfs 0, terwijl de realisatiekansen voor H6230 veel hoger zijn (0.5 tot 1).



Habitattype met de hoogste realisatiekans

H9120 Beukenbossen met hulst

H9160A Eiken-haagbeukenbossen

H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

geen

Figuur 10 Habitattypen van bostypen met de hoogste realisatiekans binnen de fysiotopen waarbij de habitattypen vergeleken zijn die passen bij de fysisch-geografische eenheden, na inrichting.

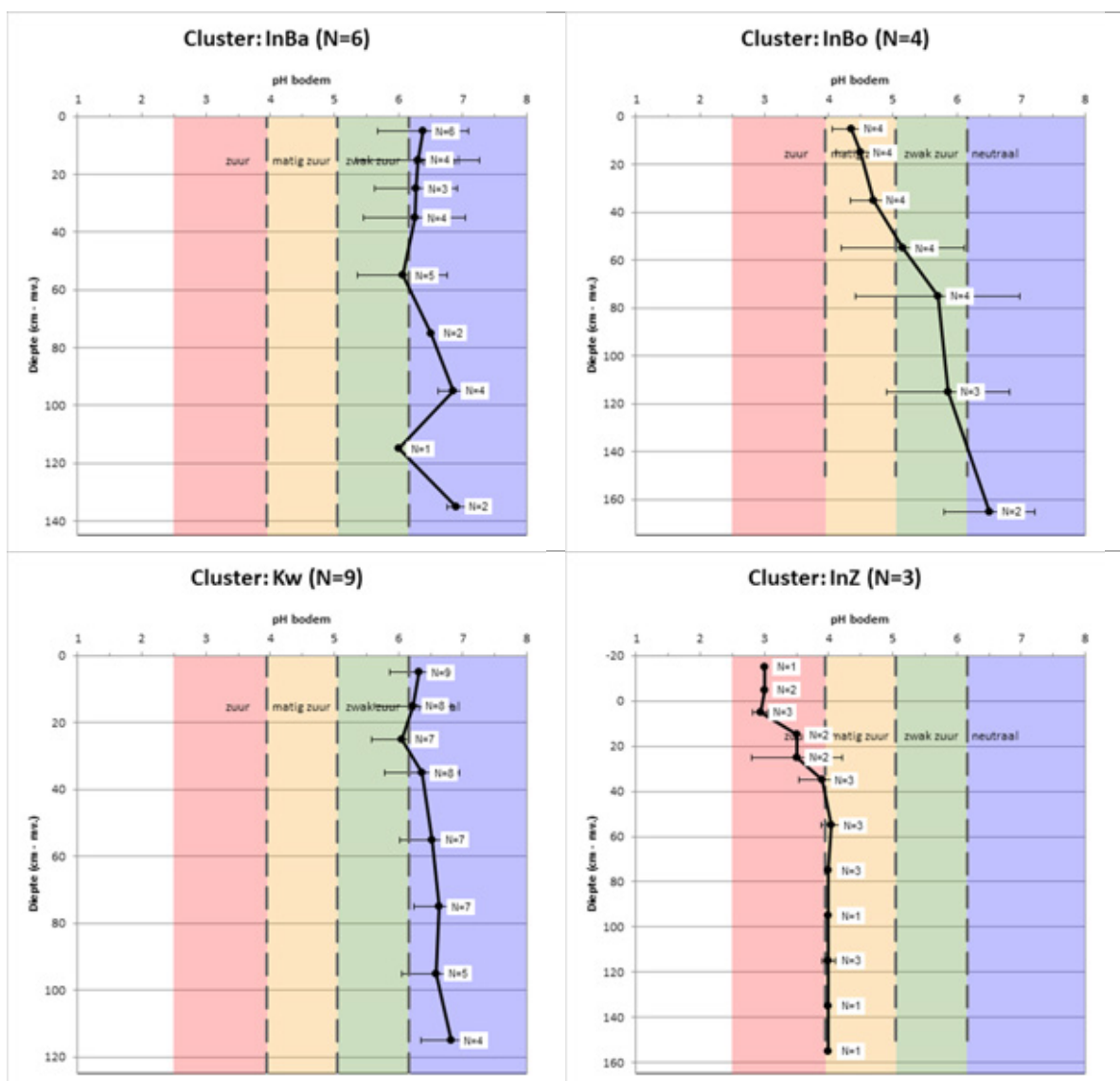
Voor een eventuele bosontwikkeling geldt dat in de aan kwel gerelateerde FG-typen PS013 en PS016 alleen binnen de natste fysiotopen een ontwikkeling in de richting van H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' verwacht kan worden. De drogere fysiotopen zullen zich eerder naar H9120 'Beuken-eikenbossen met hulst' ontwikkelen, met in de overgangen elementen van H91E0C. Bij de fysiotopen waarbij op grond van de affiniteit een ontwikkeling naar H9160A 'Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)' verwacht wordt, blijken de realisatiekansen voor dit habitattype ook goed te zijn (0.64), vaak met overgangen naar H9120. In een deel van de fysiotopen waar H9120 het waarschijnlijkst is op basis van de FG-typen (PS010, PS011, PS012, PS111) is de realisatiekans voor dit habitattype ook het grootst (0.45 tot 0.83), maar is deze kans ook voor H9160A soms behoorlijk (tot 0.27). Op PS006 blijkt, hoewel de affiniteit met H9120 groter is, de realisatiekans voor H9160A groter (0.47 tot 1.0), waardoor hier de ontwikkeling meer in de richting van het Eiken-haagbeukenbos zal gaan, zoals ook elders in het Natura 2000-gebied te zien is.

3.2 Bodemchemische geschiktheid

3.2.1 Zuurbuffer

In het natuurlijk systeem van Willinks Weust wordt de zuurbuffer op het kalkeiland bepaald door kalkrijke afzettingen (Muschelkalk, Bontzandsteen) die hier ondiep voorkomen (Van Delft et al., 2010). In het met kalkloos zand opgevulde erosiedal is kwel een belangrijke factor (§ 4.2.2). In beide deelgebieden komen dekzandruggen voor waar infiltratie van neerslagwater domineert, waardoor zuurdere groeiplaatsen voorkomen.

Een eerste indicatie voor de zuurbuffer wordt gegeven door de pH-profielen die bij de boringen zijn opgenomen (§ 5.4, bijlage 4, kaart 4a). In figuur 11 is het gemiddeld pH-verloop weergegeven van de pH-profieltypen die wij hier hebben aangetroffen. Hieruit blijkt dat op het kalkeiland, in de noordelijke delen van perceel 1, 2 en 3, veelal 'Basenrijke infiltratieprofielen' (InBa) voorkomen. Deze zijn ontwikkeld in kalkrijk moedermateriaal en hebben ondanks de positie in een wegzijngsgebied een hoge pH. Langs de zuidkant van perceel 1 zijn deze profielen oppervlakkig ontkalkt en verzuurd (InBo 'Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel'). De oude es in dit perceel is ontwikkeld in een dekzandkop waarbij de kalkrijke afzettingen dieper voorkomen; hier is sprake van een 'Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel'.



Figuur 11 Gemiddeld pH-verloop voor vier pH-profieltypen in de onderzochte percelen (gerekend vanaf het nieuwe maaiveld na afgraven). Zie ook § 5.4.

Op de overgang van het kalkeiland en het erosiedal worden duidelijke kwelprofielen aangetroffen in het zuidelijk deel van perceel 2 en 3 (Kw 'Kwel-involed in de wortelzone'). Dit sluit heel goed aan bij de ecopedologische geschiktheid voor H6410 'Blauwgraslanden' en H7230 'Kalkmoerassen' of H91E0C 'Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)' (zie § 3.1).

Iets verder van de rand van het kalkeiland worden in perceel 5 alleen nog 'Zure infiltratieprofielen' (InZ) gevonden, ook binnen fysisch-geografische eenheden die kwel of laterale toestroming van grondwater indiceren ('PS013 Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel in een droogdal' en HzBD PS012 'Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend grondwater in een droogdal'). De voorgenomen hydrologische maatregelen moeten hier verbetering in brengen, zodat ook hier de groeiplaats weer geschikt wordt voor habitattypen van gebufferde bodems.

Tabel 4 Analyseresultaten voor de zuurbuffer in een deel van de bodemmonsters. De dieptes geven de diepte aan ten opzichte van maaiveld ná afgraven.

Monster	Diepte (na afgraven)		CEC gebufferd				pH-KCl
			Ca	CEC	Mg	Ca verz	
	Boven	Onder	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg		
1003.1	0	20	4	15	1	26.7	4.42
1005.1	0	15	6	16	1	37.5	4.90
2002.1	0	15	28	34	2	82.4	7.18
3002.1	5	20	7	9	0	77.8	7.72
3003.2	15	35	9	11	1	81.8	7.57
4002.1	0	15	21	24	1	87.5	7.03
4005.1	5	25	8	7	1	100.0	7.90
5001.2	0	5	8	61	2	13.1	3.17
5003.3	0	10	0	8	0	0.0	3.18

De pH-profielen geven een goed inzicht in het verloop van de zuurgraad met de diepte in alle boringen. Daarnaast hebben we in een deel van de bodemmonsters de calciumverzadiging bepaald. In kalkloze bodems is dat een goede maat om te beoordelen of de bodem voldoende gebufferd is om invloed van zuur neerslagwater te compenseren. De 'Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofielen' (InBo) in boring 1003 en 1005 blijken ook een lage calciumverzadiging te hebben. De grens tussen de zuurbuffer door kationomwisseling en de aluminiumbuffer ligt bij een calciumverzadiging van ongeveer 30%. Binnen perceel 2, 3 en 4 worden zeer hoge waarden voor de calciumverzadiging en pH-KCl gevonden. Hoewel deze oude bovengronden waar deze monsters uit genomen zijn zelf vaak kalkloos zijn, is hier duidelijk de invloed van het kalkrijke ophoogmateriaal terug te zien, maar bij 2002 en 3003 zal echter ook de kwelinvloed een rol spelen, waardoor deze hoge waarden ook in de toekomst na het verwijderen van het kalkrijke dek behouden kunnen blijven.

Bij 5003 is de zuurbuffer extreem laag, de CEC is gering en er zijn geen meetbare hoeveelheden Ca^{2+} of Mg^{2+} aangetroffen.

3.2.2 Nutriëntentoestand bodem

Bij de bodemchemische analyse is met name de fosfaattoestand onderzocht, met het Pw-getal als indicator voor de actuele fosfaatbeschikbaarheid en PSI voor de potentiële beschikbaarheid (zie Van Delft et al., 2010). Voor schrale vegetaties gaan we ervan uit dat Pw lager moet zijn dan 5 mg P_2O_5 /liter grond, voor wat voedselrijkere vegetaties kan dit tot 10 mg zijn. Voor PSI hanteren we als grenswaarden 0.05 en 0.10. De resultaten staan in tabel 5, in tabel 6 hebben we deze beoordeeld volgens deze criteria in de huidige toestand en (alleen voor PSI) na het uitvoeren van verschillende maatregelen om de fosfaattoestand te verlagen. Voor het terugbrengen van een fosfaatoverschot zijn de volgende maatregelen gebruikelijk:

- Verschralingsbeheer door een of meer keer per jaar te maaien en het maaisel af te voeren. Tijdstip en frequentie dienen afgestemd te worden op de productiviteit van het gewas, zodat gemaaid wordt als de maximale hoeveelheid nutriënten in de spruit zit. Als de voedselrijkdom voldoende is teruggebracht, kan overgegaan worden op een regulier hooilandbeheer. Goede richtlijnen worden gegeven in de veldgids 'Ontwikkelen van kruidenrijk grasland' (Schippers et al., 2012). Dit is weinig ingrijpend, maar

de hoeveelheid fosfaat die afgevoerd wordt is beperkt, waardoor het lang kan duren voordat het gewenste fosfaatiniveau bereikt is. Daarom is deze maatregel vooral geschikt voor matig fosfaatrijke bodems.

- **Uitmijnbeheer** waarbij gedurende een aantal jaren meerdere keren per jaar gemaaid wordt en de beschikbaarheid van stikstof en kalium tijdelijk hooggehouden wordt om een zo hoog mogelijke productiviteit te handhaven waardoor meer fosfaat uit de bodem onttrokken kan worden (Chardon et al., 2009; Timmermans et al., 2010). Hiervoor kan extra bemest worden met N en K of er wordt een grasklavermengsel ingezaaid om stikstof uit de lucht te binden. Daarbij is kaliumbemesting vaak wel nodig. Omdat dit een vrij intensief beheer vraagt met meerdere keren (tot vijf keer) per jaar maaien, is deze methode minder geschikt voor natte gronden.
- **Afgraven** van (een deel van) de bemeste bovengrond is een snelle manier om fosfaat af te voeren en wordt vaak toegepast (Smolders et al., 2009). Indien echter de gehele bovengrond wordt verwijderd, ontstaat een totaal nieuwe (initiële) bodem die niet altijd geschikt is voor de ontwikkeling van de gewenste doelvegetaties. Zowel de zaadbank als het bodemleven ontbreekt vaak in dergelijke bodems (Kardol et al., 2009). Ook kan door het afgraven soms een té natte situatie ontstaan en kwelstromen afgebogen worden, waardoor deze niet meer in aangrenzende bestaande natuurpercelen beschikbaar komt.
- **Combinatie** van gedeeltelijk afgraven en een verschrallingsbeheer of uitmijnen kan in een aantal gevallen de voordelen van beide methoden versterken en de nadelen beperken. Ook dit wordt vaker toegepast. Omdat uitmijnen, met uitzondering van de oude es in perceel 1 niet goed mogelijk lijkt, hebben wij het effect van de combinatie van afgraven met een aanvullend verschrallingsbeheer op de fosfaattoestand beoordeeld.

Tabel 5 Analyseresultaten van de bodemon monsters ten aanzien van de fosfaattoestand. De dieptes geven de diepte aan ten opzichte van maaiveld ná afgraven.

Monster	Diepte (na afgraven)		Oxalaatextractie							
			Al-ox	Fe-ox	P-ox	PSI	Pw	gloeiverlies	pH-KCl	
	Boven	Onder	mg/kg	mg/kg	mg/kg		mg P2O5/l grond	%		
1001.1	0	20	985	1184	448	0.251	59	5.5	3.71	
1002.1	0	20	1508	2225	496	0.167	19	6	4.62	
1003.1	0	20	1526	2083	515	0.177	19	4.7	4.42	
1003.2	30	50	290	222	48	0.105	6	0.9	6.34	
1004.1	0	20	1176	2417	510	0.190	27	5.5	5.17	
1004.2	30	50	684	536	42	0.039	3	1.8	7.35	
1005.1	0	15	1284	2388	507	0.181	21	5.3	4.9	
1005.2	20	30	912	1152	19	0.011	0	2.7	5.78	
2001.1	0	15	1084	2686	855	0.313	33	4.3	7.34	
2001.2	20	30	388	1159	43	0.040	1	1.3	6.96	
2001.3	140	150	348	1679	171	0.128	18	2.3	7.59	
2002.1	0	15	2133	8735	1090	0.149	11	13	7.18	
2002.2	15	35	1830	3899	292	0.068	1	11.5	6.98	
2003.1	0	15	1442	4598	968	0.230	18	8.7	6.29	
3001.1	0	10	728	525	37	0.033	-1	3.7	7.66	
3001.2	15	25	138	314	15	0.045	0	0.4	8.26	
3001.3	80	90	93	559	14	0.034	1	0.3	8.72	
3002.1	5	20	605	126	24	0.031	1	2.1	7.72	
3002.2	40	60	4135	283	38	0.008	-1	3.2	7.21	
3003.1	0	15	465	1297	47	0.037	1	1.6	7.87	
3003.2	15	35	1068	2453	119	0.046	1	3.1	7.57	
3003.3	80	100	104	753	19	0.035	2	1	8.36	
4001.1	0	20	1434	6357	423	0.082	6	5.7	7.63	
4001.2	25	35	369	1910	39	0.026	0	2.3	8.02	
4002.1	0	15	1531	6298	420	0.080	2	10.8	7.03	
4002.2	20	40	166	3250	23	0.012	0	1	7.35	
4004.1	5	25	118	951	7	0.011	-1	1.9	5.05	
4005.1	5	25	488	2774	85	0.040	3	2.2	7.9	
5001.2	0	5	241	677	76	0.117	24	52.1	3.17	
5001.3	5	10	293	855	41	0.051	6	12.7	2.96	
5002.3	0	20	651	286	16	0.018	1	4.8	3.06	
5003.3	0	10	464	84	21	0.036	1	2.4	3.18	

In perceel 1 en 2 zijn de fosfaatwaarden in de huidige situatie te hoog. Opmerkelijk dat ook in boring 5001 beide waarden hoger zijn dan gewenst. In absolute zin is het gehalte aan oxiden geadsorbeerde P niet hoog, maar in dit monster, dat in de bovenste 5 cm 52% organische stof bevat, zijn de gehalten Fe en Al laag waardoor de P-buffercapaciteit snel verzadigd raakt. In de laag van 5 tot 10 cm is zowel Pw als PSI veel lager. Aanvullende maatregelen zijn hier niet nodig.

Verder geven alle bodemonsters in de toekomstige bovengrond van perceel 3 en 4 en in de bosbodems in perceel 5 een zeer lage fosfaattoestand aan. Een uitzondering lijkt boring 5001 in de noordelijke laagte van perceel 5. Daar zijn de actuele fosfaatgehalten verhoogd. Door het voorgestelde maaibeheer zal dit snel afnemen.

In perceel 1 zou het volgens deze berekeningen zinvol zijn om door middel van uitmijnen te proberen de fosfaattoestand te verlagen; dat is in de lagere delen echter niet realistisch vanwege de natte gronden die hier voorkomen. Vaker dan 1 à 2 keer per jaar maaien is hier technisch niet mogelijk en ook niet wenselijk vanwege gevaar op bodemstructuurbederving met pitrusdominantie als gevolg. Met 20 cm afgegraven zou hier overwegend een voldoende lage fosfaattoestand gerealiseerd kunnen worden, maar dat levert mogelijk ook een te natte situatie op en de nieuwe bovengrond zal in veel gevallen uit keileem bestaan waarin pas na lange tijd een nieuwe bodem kan ontwikkelen. Hier wordt voorgesteld 10 cm af te graven en vervolgens een verschrallingsbeheer uit te voeren. Hiermee wordt binnen tien jaar de fosfaattoestand voldoende verlaagd.

Op de oude es en het kleine akkertje wordt afgraven om cultuurhistorische redenen niet als wenselijk gezien. Voor de oude es is uitmijnen niet per se nodig als gekozen wordt voor een beheer als graanakker.

In perceel 2 zal na het verwijderen van de ophogingslaag nog steeds een te hoge fosfaattoestand heersen. Pas als tevens 20 cm van de oude bovengrond verwijderd wordt, lijken de cijfers gunstiger. Hier gelden echter dezelfde overwegingen als bij de lage delen van perceel 1, zodat ook hier geadviseerd wordt 10 cm extra te ontgraven en een verschrallingsbeheer in te stellen. Daardoor kan binnen 10 jaar een redelijk geschikte fosfaattoestand bereikt worden die daarna nog verder zal dalen. Bovendien wordt een deel van het fosfaat gebonden aan kalk, waardoor de werkelijke beschikbaarheid lager zal zijn en de realisatie van de habitattypen eerder mogelijk is. Dieper uitgraven zal bovendien leiden tot een verstoring van het hydrologisch systeem en tot verdroging elders aanleiding geven.

Tabel 6 Fosfaattoestand in de huidige situatie en een inschatting van het effect van verschillende maatregelen om deze te verlagen. Bij afgraven zijn wij ervan uitgegaan dat daarna een verschrallingsbeheer wordt toegepast. Groengekleurde waarden gelden als optimaal voor schrale vegetaties, geel voor suboptimale en oranje voor te hoge waarden.

Boring	Pw		PSI, gemiddeld in wortelzone 20 cm					
			Actueel	10 jaar verschrallen		10 jaar uitmijnen	Afgraven + 10 jaar verschrallen	
	mg P2O5/l grond	10 cm					20 cm	30 cm
1001	59	0.251	0.208	0.107	0.166	0.007	0.007	
1002	19	0.167	0.141	0.078	0.146	0.023	0.023	
1003	19	0.177	0.152	0.093	0.090	0.054	0.080	
1004	27	0.190	0.161	0.094	0.076	0.005	0.010	
1005	21	0.181	0.119	0.051	0.023	0.005	0.005	
2001	33	0.313	0.242	0.173	0.101	0.055	0.099	
2002	11	0.149	0.120	0.082	0.073	0.044	0.027	
2003	18	0.230	0.209	0.159	0.074	0.029	0.029	
3001	-1	0.033	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
3002	1	0.031	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
3003	1	0.037	0.005	0.005	0.007	0.006	0.005	
4001	6	0.082	0.067	0.032	0.045	0.023	0.029	
4002	2	0.080	0.046	0.005	0.018	0.005	0.011	
4004	-1	0.011	0.005	0.005	0.005	0.027	0.039	
4005	3	0.040	0.012	0.005	0.015	0.020	0.022	
5001	24	0.117	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
5002	1	0.018	0.005	0.005	0.016	0.032	0.032	
5003	1	0.036	0.005	0.005	0.014	0.014	0.014	

3.2.3 Nutriëntenbeschikbaarheid in strooisel

In perceel 5 is op drie locaties het strooisel bemonsterd om de beschikbaarheid van stikstof en fosfor te bepalen (tabel 7). Bij 5001 was alleen een dunne Lv-horizont aanwezig (zie ook § 4.1.3). 5002 en 5003 hebben een beduidend dikker strooiselpakket, met vooral dikke H-horizonten. De stikstof in de L- en F-laag is het instabielst en daarmee het makkelijkst beschikbaar voor de vegetatie. Dat komt tot uiting in de C/N-verhouding die in deze lagen 22.6 tot 24.4 bedraagt. De H-laag bestaat grotendeels uit amorfe humus waaruit de gemakkelijk beschikbare stikstof al grotendeels is verdwenen (Berg & McLaugherty, 2008). Hier is de C/N-verhouding 32.1 tot 37.1 wat een beduidend stikstofarmere organische stof indiceert. Dezelfde verschillen vinden we ook voor de C/P-verhouding. Daarmee zijn de voorraden N en P in de H-laag niet gemakkelijk beschikbaar voor de vegetatie. De voorraad in de minerale bovengrond is grotendeels amorf en daarmee stabielere dan in de F-laag.

Er zijn duidelijke indicaties dat dikke H-horizonten in oude heidegroeiplaatsen een belangrijke rol spelen in de vorming van een soortenrijkere vegetatie (Bijlsma et al., 2009; Bijlsma et al., 2013). Om die reden kan het de moeite waard zijn deze laag niet af te pluggen bij de omvorming naar heide (§ 2.3). Omdat vanwege de lage pH-waarden bekalking noodzakelijk lijkt, wordt toch geadviseerd om de H-horizont mee te pluggen.

Tabel 7 Analyseresultaten voor de strooiselhorizonten in perceel 5.

Monster	Diepte		Horizont	Totaal strooisel				gloeiverlies %	pH-KCl
	Boven	Onder		Nt g/kg	Pt mg/kg	C/N	C/P		
5001.1S	-2	0	Lv	18	678	24.2	645	87.5	4.09
5002.1S	-12	-9	Lv + Fa	19	656	24.4	715	93.8	3.27
5002.2S	-9	0	Hr	11	285	37.1	1368	78	2.64
5003.1S	-23	-20	Lv + Fa	20	806	22.6	546	88	3.4
5003.2S	-20	0	Hr	4	165	32.1	779	25.7	2.7

3.3 Risico interne eutrofiëring

Bij acht boringen hebben we monsters van lagen die bij vernatting mogelijk permanent verzadigd raken met water beoordeeld op het risico op interne eutrofiëring (tabel 8). Voor de criteria voor deze analyse verwijzen wij naar Van Delft et al. (2011). Uit de hydrologische analyse die in 2010 is uitgevoerd, komt naar voren dat bij vernatting niet uitgesloten moet worden dat sterk sulfaathoudend water dicht bij maaiveld zal komen. Dat is een potentieel risicovolle situatie. Of interne eutrofiëring ook zal optreden, hangt echter ook van een groot aantal andere factoren af.

Tabel 8 Analyseresultaten met betrekking tot interne eutrofiëring in een deel van de bodemonmonsters.

Monster	Diepte (na afgraven)		Totaal gehalten				Oxalaatextractie				Pw humus		pH- Kalk	
	Boven	Onder	Fe	P	S	Fe/S	Al-ox	Fe-ox	P-ox	PSI	mg P2O5/l grond	%	KCl	
			mg/kg				mg/kg							
2001.1	0	15	9929	1057	342	16.7	1084	2686	855	0.313	33	4.3	7.34	1
2003.1	0	15	12936	1292	1060	7.0	1442	4598	968	0.230	18	8.7	6.29	1
3001.3	80	90	4320	97	78	31.8	93	559	14	0.034	1	0.3	8.72	2
3002.2	40	60	2791	64	79	20.3	4135	283	38	0.008	0	3.2	7.21	1
4001.2	25	35	47081	216	77	351.0	369	1910	39	0.026	0	2.3	8.02	1
4002.2	20	40	20888	125	184	65.2	166	3250	23	0.012	0	1.0	7.35	1
4004.1	5	25	13492	196	278	27.9	118	951	7	0.011	0	1.9	5.05	1
5001.3	5	10	3448	129	334	5.9	293	855	41	0.051	6	12.7	2.96	1

De verhouding Fe/S is in alle monsters veel hoger dan 1, wat betekent dat er een grote overmaat aan ijzer is boven zwavel. Daarbij wordt het risico op interne eutrofiëring als zeer laag ingeschat. Verhoogde fosfaatgehalten in de betreffende lagen worden alleen aangetroffen in perceel 2.

Op basis van deze informatie achten wij de kans op interne eutrofiëring bij vernatting zeer klein. Het is wel zinvol om de oppervlakkige afwatering in perceel 2 goed te monitoren en zo nodig te verbeteren vanwege de hoge fosfaattoestand in dit perceel (§ 2.2).

4 Beschrijving van de percelen

4.1 Geologie en geomorfologie en bodem

De geologie van het gebied is eerder beschreven in het vorige Alterra-onderzoek (Van den Bosch en Brouwer, 2009; Van Delft et al., 2010). Tijdens dit onderzoek is aanvullende informatie beschikbaar gekomen over het ondiep voorkom van verschillende geologische afzettingen. In de bodemkaart met toevoegingen voor afwijkende ondergrond is de verbreiding van, doorgaans slecht doorlatende, afzettingen in kaart gebracht (bijlage 1, kaart 3).

De geologische opbouw en het reliëf (geomorfologie) bepalen samen de grondwaterstromingen, die op hun beurt weer de sturende factor zijn in de bodemvorming. Onder invloed van infiltrerend neerslag water ontstaan andere bodems dan onder invloed van kwel. Dat komt tot uiting in de bodemkaart (bijlage 1, kaart 2). De geomorfologie en de bodem zijn de belangrijkste kenmerken die wij gebruiken voor het opstellen van een 'landschappelijke bodemkaart' (§ 4.1.2). Deze kaart vormt, samen met de grondwatertrappenkaart na inrichting, de basis waarop het inrichtingsadvies (§ 2) en de beoordeling van de realisatiekansen voor habitattypen (§ 3) zijn gebaseerd.

4.1.1 Antropogene invloed

Behalve de natuurlijke geomorfologische en hydrologische processen die hebben geleid tot de bodemvorming in ongestoorde bodems, heeft ook de mens grote invloed gehad op de bodems in Willinks Weust.

De vorming van (dikke) eerdgronden op de oude es in perceel 1 is een gevolg van een eeuwenlang agrarisch gebruik waarbij het perceel geleidelijk is opgehoogd met stalmest. De verbreiding van deze eerdgronden komt overeen met het bouwlandperceel dat al op de kadastrale kaart van 1811-1832 is aangegeven (§ 4.4). Ten westen van dit oude bouwland komt op die kaart nog een smalle strook voor die als bouwland is aangegeven. Deze is ook nu nog herkenbaar als een smalle rug met een matig dikke eerdlaag. Op de bodemkaart is deze aangegeven als cZg55 'Beekeerdgronden met een matig dikke bovengrond'. Uit cultuurhistorisch oogpunt is het wenselijk deze oude bouwlanden te behouden.

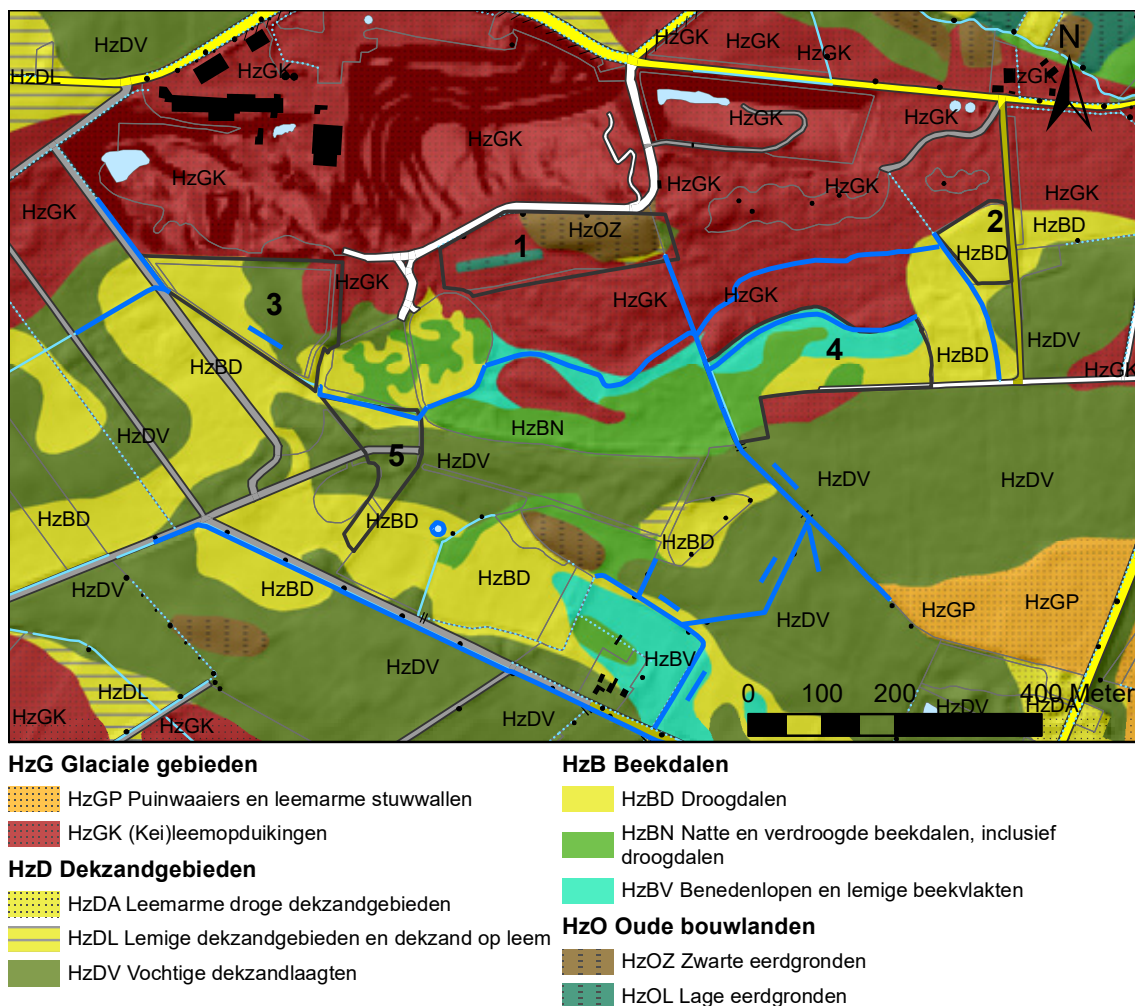
Daarnaast zijn de percelen 2, 3, 4 en de Ronde weiden in de loop van de 20^e eeuw opgehoogd met kleiig en lemig kalkrijk materiaal uit de steengroeve. De dikte van dit pakket kan variëren, mede door het onderliggende dekzandreliëf. In § 2.1 hebben wij een inschatting gemaakt van de dikte en samenstelling van dit materiaal.

4.1.2 Landschappelijke bodemkaart

Op basis van de geomorfologische kaart en de bodemkaart (na afgraven van de opgehoogde percelen 2, 3, 4 en ronde weide) is een landschappelijke bodemkaart afgeleid. Hiervoor is de indeling van de Landschapsleutel gehanteerd (Kemmers et al., 2011; Van Delft et al., 2015). Deze indeling kent vier hiërarchische niveaus waarvan de laagste twee zijn weergegeven in figuur 12 en figuur 13.

Fysisch-geografische series

Op dit een na laagste niveau van de landschappelijke bodemkaart komen vooral de geomorfologie en de hydrologische positie ten tijde van de bodemvorming tot uiting (figuur 12). In het noordelijke deel van het gebied komen op het kalkeiland de oude afzettingen met Bontzandsteen, Muschelkalk en Keileem dicht aan maaiveld voor. Deze zijn samengevat in de FG-serie HzGK '(Kei)leemopduikingen' binnen de FG-Sectie HzG 'Glaciale gebieden'. Van deze afzettingen is alleen keileem van glaciale oorsprong, de andere afzettingen zijn veel ouder en hebben een andere geogenese. Voor de landschapsecologische positie maakt dit echter weinig verschil en vanwege het geringe voorkomen op landelijke schaal beschouwen wij deze afzettingen als één FG-serie.



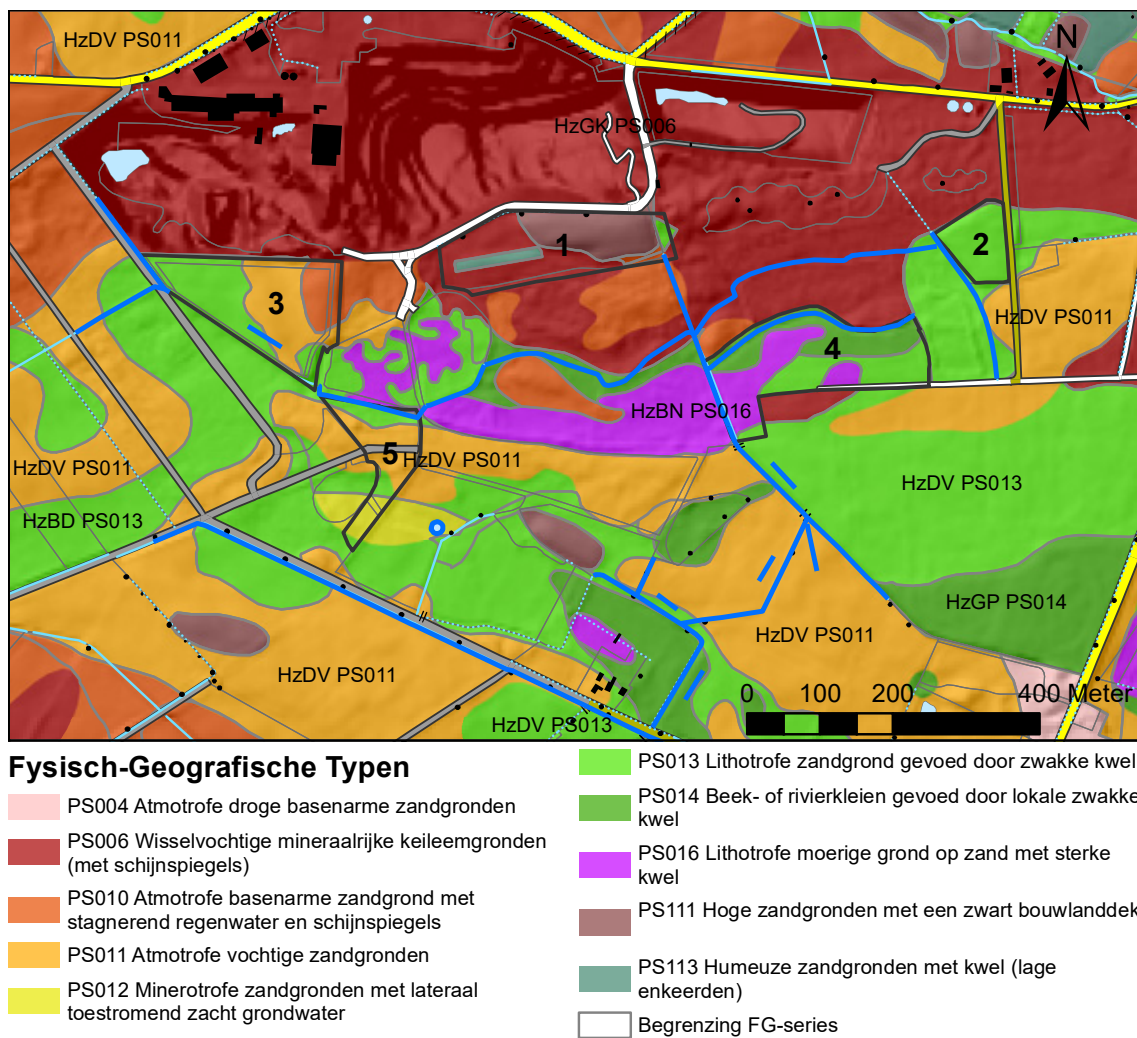
Figuur 12 Landschappelijke bodemkaart van N2000 gebied Willinks Weust en omgeving, weergegeven op het niveau van fysisch-geografische series. Bij de percelen 2, 3, 4 en de 'Ronde Weiden' is de situatie weergegeven na verwijdering van het ophogingsmateriaal.

Het oude erosiedal dat door het zuidelijke deel van het gebied loopt, is opgevuld met smeltwaterafzettingen. Deze komen echter alleen voor aan de oppervlakte in het zuidoosten (H_zGP 'Puinwaaiers en leemarme stuwwallen'). Elders zijn zij afgedekt door dekzandafzettingen, vooral H_zDV 'Vochtige dekzandlaagten'. Hiertussen komen wel ondiepe dalvormige laagten voor die tot de FG-serie H_zBD 'Droogdalen' gerekend worden. Deze zijn wel ingesneden in de smeltwaterafzettingen. Plaatselijk hebben deze dalen kenmerken van een beekdal en zijn zij als H_zBN 'Natte en verdroogde beekdalen' gerekend. Waar in vlakke delen een kleidek is afgezet, onderscheiden we H_zBV 'Benedenlopen en lemige beekvlakten'.

De oude bouwlanden in perceel 1 liggen als het ware bovenop de FG-serie H_zGK als H_zOZ 'Zwarte eerdgronden' en H_zOL 'Lage eerdgronden'.

Fysisch-Geografische typen

Het laagste niveau van de indeling van de Landschapsleutel wordt gevormd door de fysisch-geografische typen. Deze beschrijven vooral de hydrologische positie tijdens de bodemvorming en daarmee de natuurlijke groeiplaats. Daarmee zijn deze FG-typen ook weer bepalend voor de vegetatieontwikkeling die erop zou kunnen plaatsvinden, mits aan de abiotische randvoorwaarden wordt voldaan (§ 3.1). Omdat eenzelfde FG-type verschillend kan functioneren binnen verschillende FG-series worden deze twee niveaus in de beoordeling samengenomen als fysisch-geografische eenheid. In figuur 13 is de verbreiding hiervan weergegeven voor de situatie na het verwijderen van de ophogingslaag in de percelen 2, 3 en 4 en de Ronde weide.



Figuur 13 Landschappelijke bodemkaart van N2000-gebied Willinks Weust en omgeving, weergegeven op het niveau van fysisch-geografische typen. Bij de percelen 2, 3, 4 en de 'Ronde Weiden' is de situatie weergegeven na verwijdering van het ophogingsmateriaal. Met een dunne, grijze lijn is de begrenzing van de FG-series weergegeven (figuur 12).

Voor het noordelijke deel van het gebied, op het kalkeiland, is vooral FG-type PS006 'Wisselvochtige mineraalrijke keileemgronden (met schijnspiegels)' kenmerkend. Waar op de oude afzettingen en keileem een pakket dekzand is afgezet, komt FG-type PS010 'Atmotrofe basenarme zandgrond met stagnerend regenwater en schijnspiegels' voor. Ook de oude bouwlanden (PS111 en PS113) liggen hier als ruggen bovenop.

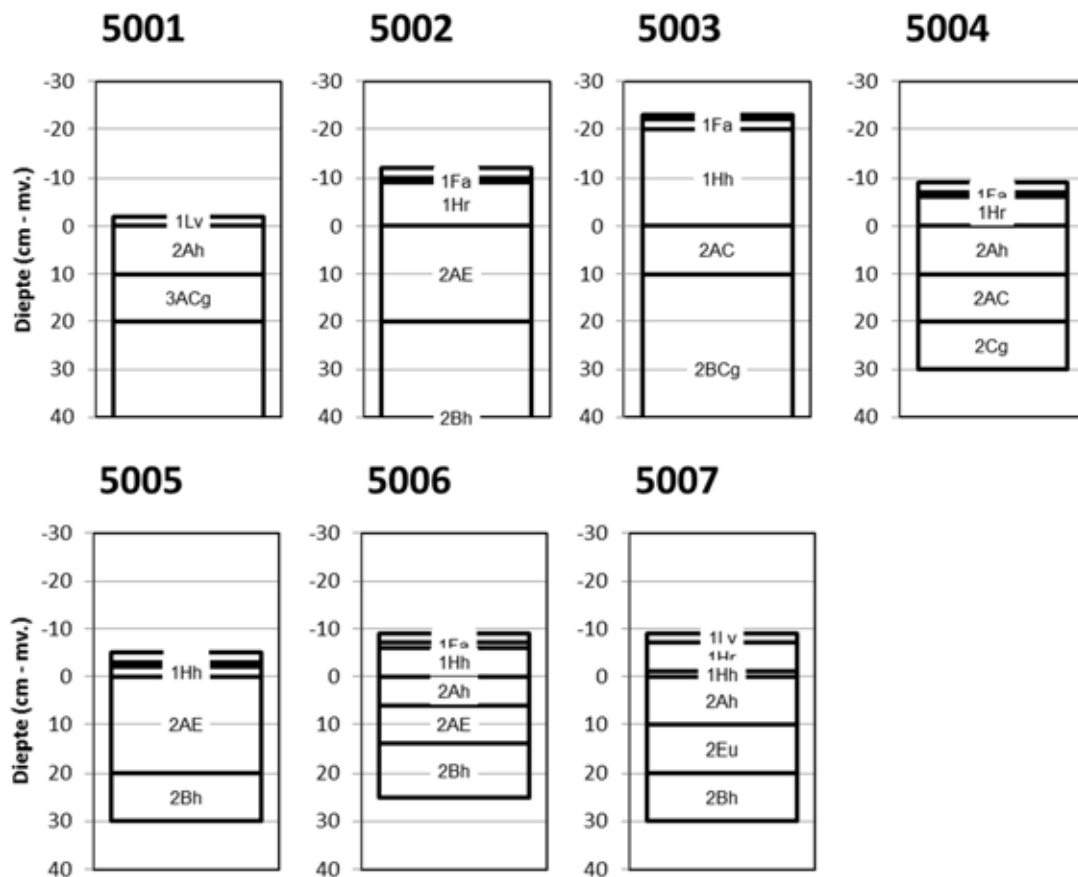
Binnen de dekzandruggen (HzDV) die zowel op het kalkeiland als in het erosiedal voorkomen, overheerst van nature de infiltratie, waardoor hier PS011 'Atmotrofe vochtige zandgronden' het FG-type is. Dat in de droogdalen en beekdalen binnen de opgevulde geul van nature veel kwel voorkwam, blijkt uit het voorkomen van PS013 'Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel'. Vooral in de randzone van het kalkeiland en de erosiegeul was de kwel veel sterker en kwamen in het verleden ook zeer natte omstandigheden voor waardoor veenvorming heeft plaatsgevonden. Hier vinden we PS016 'Lithotrofe moerige grond met sterke kwel'. Door ontwatering en het verdwijnen van een deel van het inrijingsgebied in de steengroeve is de kwel sterk afgenomen, waardoor veel van deze onder invloed van kwel gevormde FG-typen niet meer als zodanig functioneren. De voorgenomen hydrologische maatregelen moeten daar verbetering in brengen.

4.1.3 Humusprofielen

Omdat in perceel 5, het bos bij Heitje Adamskamp, omvorming naar heide/schraalgrasland/blauwgrasland voorzien wordt (zie § 2.3), zijn op een aantal locaties humusprofielen beschreven en bemonsterd. Bij boring 5001 t/m 5003 is dit gecombineerd met een bodemprofielbeschrijving, bij 5004 t/m 5007 is alleen het humusprofiel beschreven. De humusprofielen zijn schematisch weergegeven in figuur 14; de humusvorm volgens de Nederlandse humusvormclassificatie (Van Delft et al., 2006) is opgenomen in tabel 9.

Tabel 9 Humusvorm, dikte van de strooisellagen en FG-eenheid waarbinnen de boringen in perceel 5 liggen.

Boring	Humusvorm	Dikte strooisellagen		Fysisch-Geografisch type binnen FG-serie
		L+F+H	H	
5001	DEv Vaageerdmoder	2	0	HzBD PS013 Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel in een droogdal
5003	RDXt Holtxeromormoder	23	20	HzBD PS012 Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend grondwater in een droogdal
5004	LDHb Boshydromullmoder	9	6	
5002	RDXb Bosxeromormoder	12	9	HzDV PS011 Atmotrofe zandgrond binnen een vochtige dekzandlaagte
5005	RDXu Humusxeromormoder	5	2	
5006	RDXt Holtxeromormoder	9	6	
5007	LDXz Zandxeromullmoder	9	7	



Figuur 14 Schematische weergave van de humusprofielen in perceel 5. De strooiselhorizonten (L, F en H) zijn met negatieve dieptes weergegeven boven maaiveld (Zie Van Delft et al., 2006).

De dikte van de strooisellagen geeft aan in welke mate strooisel niet wordt afgebroken door bodemleven en accumuleert op de bodem. Daarbij geeft de dikte van de H-horizont, bestaand uit sterk gehumificeerd organisch materiaal, een indicatie van de ouderdom van de bosgroeiplaats. Dikke H-horizonten komen alleen voor in (zeer) oude bosgroeiplaatsen en zijn daarom, net als deze groeiplaatsen, zeldzaam en het beschermen waard (De Waal & Bijlsma, 2010; De Jong et al., 2015; Van Delft et al., 2017).

Boring 5001 ligt in een laagte dicht bij de Vossenveldsbeek, op de overgang naar de Ronde weide. Deze laagte ligt in een ondiep droogdal dat vanaf perceel 2, door perceel 4, de Ronde weide en de lagere delen van perceel 4 in westelijke richting loopt. De Vossenveldsbeek is een gegraven afwatering die door dit dal is aangelegd. Deze laagte is gerekend bij de FG-eenheid HzBD 'PS013 Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel in een droogdal' en grenst aan FG016 'Lithotrofe moerige grond op zand met sterke kwel in een nat beekdal'. Het profiel heeft een moerige bovengrond die echter niet dik genoeg is om gerekend te worden bij PS016 (zie tabel 5 en figuur 15). Deze FG-eenheden wijzen op kwel ten tijde van de bodemvorming en ook het ontbreken van een ectorganische strooisellaag wijst op een actief bodemleven, wat past bij een goede zuurbuffer. Bij de beschrijving werd boven in het profiel ook veel bodemleven waargenomen. De humusvorm is een DEv 'Vaageerdmoder' die past bij natte kwelgevoede bodems. Toch is de zuurbuffer gering (tabel 4). Ook het pH-profiel wijst op een zuur infiltratieprofiel. Deze laagte bevindt zich op de overgangszone van het kalkplateau naar het erosiedal in de ondergrond en door ontwatering heeft de vroegere kwel hier plaatsgemaakt voor wegzijging. De hydrologische maatregelen zijn bedoeld om dit zo veel mogelijk te herstellen. Als de kwel hier hersteld wordt, zal ook deze groeiplaats weer kunnen functioneren als een kwelgevoede groeiplaats.



Figuur 15 Vegetatie en humusprofiel bij boring 5001.

Boring 5002 ligt op een lage dekzandrug die dwars door perceel 5 loopt van oost naar west (figuur 16). Op deze rug liggen ook de boringen 5005 t/m 5007. De grondwaterstanden zijn hier dieper en de FG-eenheid een HzDV PS011 'Atmotrofe zandgrond binnen een vochtige dekzandlaagte'. De dikte van het strooiselpakket varieert hier van 5 tot 12 cm en van de H-horizont van 2 tot 9 cm. Dikke strooiselpakketten en vooral wat dikkere F-horizonten wijzen hier op een tragere omzetting van organische stof door een minder actief bodemleven. Dat zal hier vooral bestaan uit mesofauna (springstaarten, mijten, potwormen etc.).

De dikkere H-horizonten zouden hier kunnen duiden op een oude bosgroeiplaats, maar tegelijk zijn er ook dunnere gevonden. Een verklaring hiervoor kan liggen in het feit dat deelperceel 5 volgens de opeenvolgende topografische kaarten uit heide met boomgroepen of bos met open plekken bestaan heeft (§ 4.4). Het is waarschijnlijk niet altijd een gesloten bosopstand geweest.

De variatie in de dikte van de verschillende strooisellagen komt ook tot uiting in de variatie in de humusvormen voor de boringen in dit deel van perceel 5. Alle behoren tot de terrestrische 'Xero' humusvormen. Boring 5002, 5005 en 5006 behoren tot de groep van de 'Xeromormoder' (RDX) die gekenmerkt wordt door een dominante H-horizont en het ontbreken van een Ah-horizont en worden onderverdeeld op basis van variatie in de dikte van de Fa- en H-horizonten. Omdat in 5007 een Ah-horizont voorkomt die dikker is dan de Fa+H-horizonten, is deze ingedeeld als LDXz 'Zandxeromullmoder', maar het strooiselpakket is vergelijkbaar met de RDXt 'Holtxeromormoder' in 5006.



Figuur 16 Vegetatie en humusprofiel bij boring 5002.

In het zuidelijke deel van perceel 5 liggen de boringen 5003 en 5004 in een laagte die aansluit op het droogdal aan de noordkant van dit perceel. De FG-eenheid is hier HzBD PS012 'Minerotrofe zandgronden met lateraal toestromend grondwater in een droogdal'. Dit wijst op een minder sterke aanwezigheid van kwel, verder van de rand van het kalkplateau. Toch zal de zuurbuffering hier in het verleden redelijk geweest zijn. Momenteel is deze volledig uitgeput (tabel 4).

Het humusprofiel laat hier een opvallend dik strooiselpakket zien, waarbij vooral de 20 cm dikke H-horizont in boring 5003 opvalt (figuur 4). Dit wijst op een zeer oude bosgroeiplaats (zie ook § 2.3). Dat lijkt ook bevestigd te worden door de analyse van de geschiedenis van het bodemgebruik in § 4.4. De humusvorm is hier een RDXt 'Holtxeromormoder'. Bij 5004 is het strooiselpakket een stuk dunner (9 cm, H 6 cm). In dit profiel worden ondieper gleyverschijnselen gevonden, wat wijst op een wat nattere ontstaanswijze dan bij 5003, waardoor hier in het verleden een betere strooiselafbraak heeft plaatsgevonden. Het voorkomen van een 10 cm dikke Ah-horizont wijst ook op bioturbatie bij een actiever bodemleven.

4.2 Hydrologie

De hydrologische positie ten tijde van de bodemvorming is bepalend geweest voor de ontwikkeling van de fysisch-geografische eenheden (§ 4.1.2) en daarmee de potenties voor vegetatieontwikkeling (§ 3). Vanwege veranderingen in de hydrologie zal niet overal aan de abiotische randvoorwaarden voor de potentiële vegetaties voldaan worden. Daarom hebben wij de grondwatertrappen gekarteerd voor de situatie na inrichting (afgraven opgebracht materiaal, hydrologische maatregelen in GGOR) en hebben wij een inschatting gemaakt van het voorkomen van kwel en wegzijging. Een ecohydrologische systeemanalyse was geen onderdeel van dit onderzoek, maar op basis van de kennis uit eerder onderzoek (Van Delft et al., 2010), de pH-profielen en bodemchemische analyses kan toch een indruk verkregen worden.

4.2.1 Grondwatertrappen

In kaart 4 (bijlage 1) is voor het hele gebied een grondwatertrappenkaart gemaakt voor de situatie waarbij de opgehoogde percelen 2, 3, 4 en Ronde weide weer zijn afgegraven. In de onderzochte percelen hebben wij hiervoor schattingen in de boorgaten gebruikt, in combinatie met het reliëf na afgraven (figuur 3), voor de rest van het gebied hebben wij de bestaande detailkartering aangehouden (Kleijer & Ten Cate, 1998).

Omdat er ook hydrologische maatregelen genomen worden om de verdroging tegen te gaan, hebben wij een inschatting gemaakt van het effect van de modelmatig voorspelde vernatting bij GGOR2 (WRIJ 2012). De aangepaste grondwatertrappen zijn opgenomen in kaart 4a (bijlage 1). Deze kaart is de basis voor de beoordeling van de ecopedologische geschiktheid voor habitattypen (§ 3.1) en de inschatting van het risico op interne eutrofiëring (§ 3.3).

Na uitvoering van de maatregelen zullen grote delen van perceel 2 en 3 nat (Gt IIIa) tot zeer nat (Gt IIa) zijn. Dat geldt ook voor het grootste deel van perceel 4, waarbij in het deel met Gt IIa ook periodiek water boven maaiveld zal staan (toevoeging w..). Dekzandruggen in perceel 3 zullen vochtig zijn (Gt Vbo). In perceel 1 zullen de maatregelen weinig effect hebben. De lagere delen zijn en blijven vrij nat (Gt Vao) en de oude es is droog (Gt VIIId en VIIId). In perceel 5 is de dekzandrug droog (Gt VIo), de lagere delen langs de noordrand en in het zuiden zijn nat (Gt IIIa). Wanneer maatregelen volgens GGOR3 worden uitgevoerd in plaats van GGOR2, zal dat binnen de onderzochte percelen alleen invloed hebben in het zuidelijke deel van perceel 5, dat dan natter zal worden. Buiten de nu onderzochte percelen zal de invloed groter zijn.

4.2.2 Kwel en wegzijging

Of de door de fysisch-geografische typen geïndiceerde hydrologische positie nog actueel is, hebben wij onderzocht aan de hand van pH-profielen, bodemmonsters en visuele waarneming van kwel in oppervlaktewater.



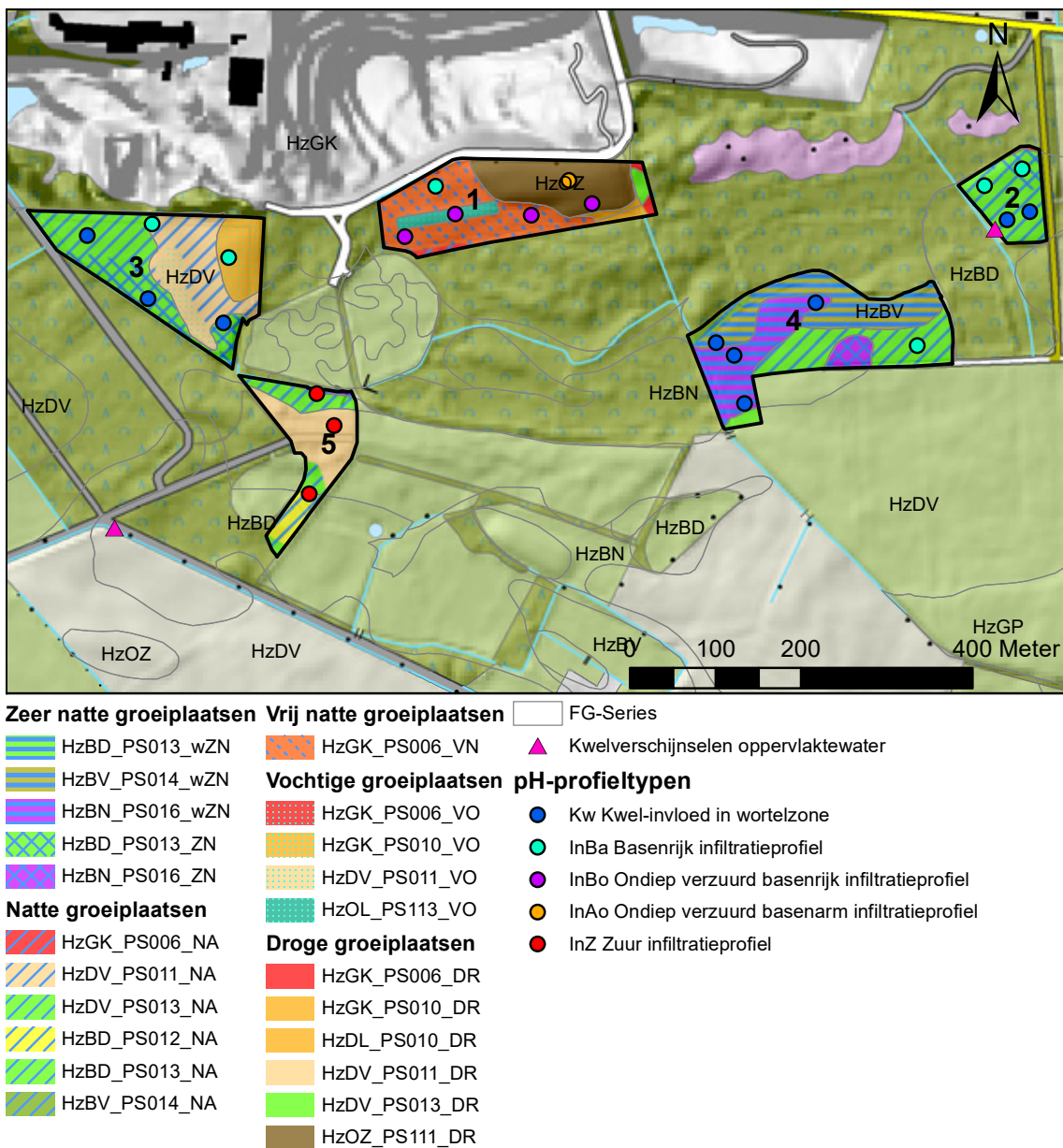
Figuur 17 Kwelverschijnselen (ijzerfilm en ijzerneerslag) en kwelindicatoren (Holpijp en Dotterbloem) in de 'Afwatering van de Bekeringswieste' ten zuiden van de Adamskamp.

Uit de interpretatie van de pH-profielen en bodemonsters (§ 3.2) blijkt dat op dit moment alleen sprake is van kwel in de overgangszone van het kalkeiland naar het opgevulde erosiedal. In deze zone liggen percelen 2, 3 en 4. In deze percelen komen zowel kwelprofielen (Kw) als basenrijke infiltratieprofielen (InBa) voor. Op het kalkeiland is sprake van infiltratie. Voor zover hier gebufferde bodems voorkomen, komt dat door de kalrijkdom van de afzettingen (Muschelkalk, Bontzandsteen en keileem, omdat dit ook lokaal materiaal van deze oudere afzettingen bevat). Ook hebben infiltratiebodems onder het opgebrachte kalkrijke dek vaak een hoge pH en basenbezetting, maar deze zal op termijn ook verzuren als gevolg van natuurlijke uitloging.

In de droge dalen binnen het opgevulde erosiedal heeft de vroegere kwel overal plaatsgemaakt voor wegzijging. De hydrologische maatregelen in GGOR2 of 3 zullen hier waarschijnlijk wel verbetering in brengen, maar een volledig herstel is onwaarschijnlijk, omdat een belangrijk deel van het infiltratiegebied is verdwenen in de greove.

Tijdens het veldwerk is ook aandacht besteed aan het voorkomen van kwelverschijnselen in het oppervlaktewater langs de onderzochte percelen. Daarbuiten is hier niet systematisch naar gekeken, maar zijn toevallige waarnemingen uiteraard wel meegenomen. Op kaart 4a (bijlage 1) is aangegeven waar dit is waargenomen. Langs de onderzochte percelen hebben we alleen in een greppel aan de westkant van perceel 2 kwelverschijnselen waargenomen. In het aangrenzende bosperceel zijn rabatten aangelegd, wat een duidelijke indicatie is voor een vroeger zeer natte situatie. Buiten de onderzochte percelen, aan de rand van het Natura 2000-gebied, hebben we in de 'Afwatering van de Bekeringswieste' langs de Grote Veldweg een sterke kwelindicatie gezien in de vorm van een kwelfilm en ijzerneerslag en het massaal voorkomen van kwelindicatoren als Holpijp en Dotterbloem (figuur 17). Deze waterloop is hier diep ingegraven en deze waarneming illustreert dus de drainerende werking van de ontwatering in het gebied, waardoor kwel niet meer in de wortelzone komt. Het feit dat de kwel wel in deze diepe sloot aan het oppervlak komt, betekent dat deze in de ondergrond nog wel aanwezig is. Verondieping van deze watergang zal daarom vrij zeker leiden tot een verbetering van de kwelsituatie in perceel 5 en in andere delen van het gebied die hieraan grenzen.

4.3 Fysiotopen

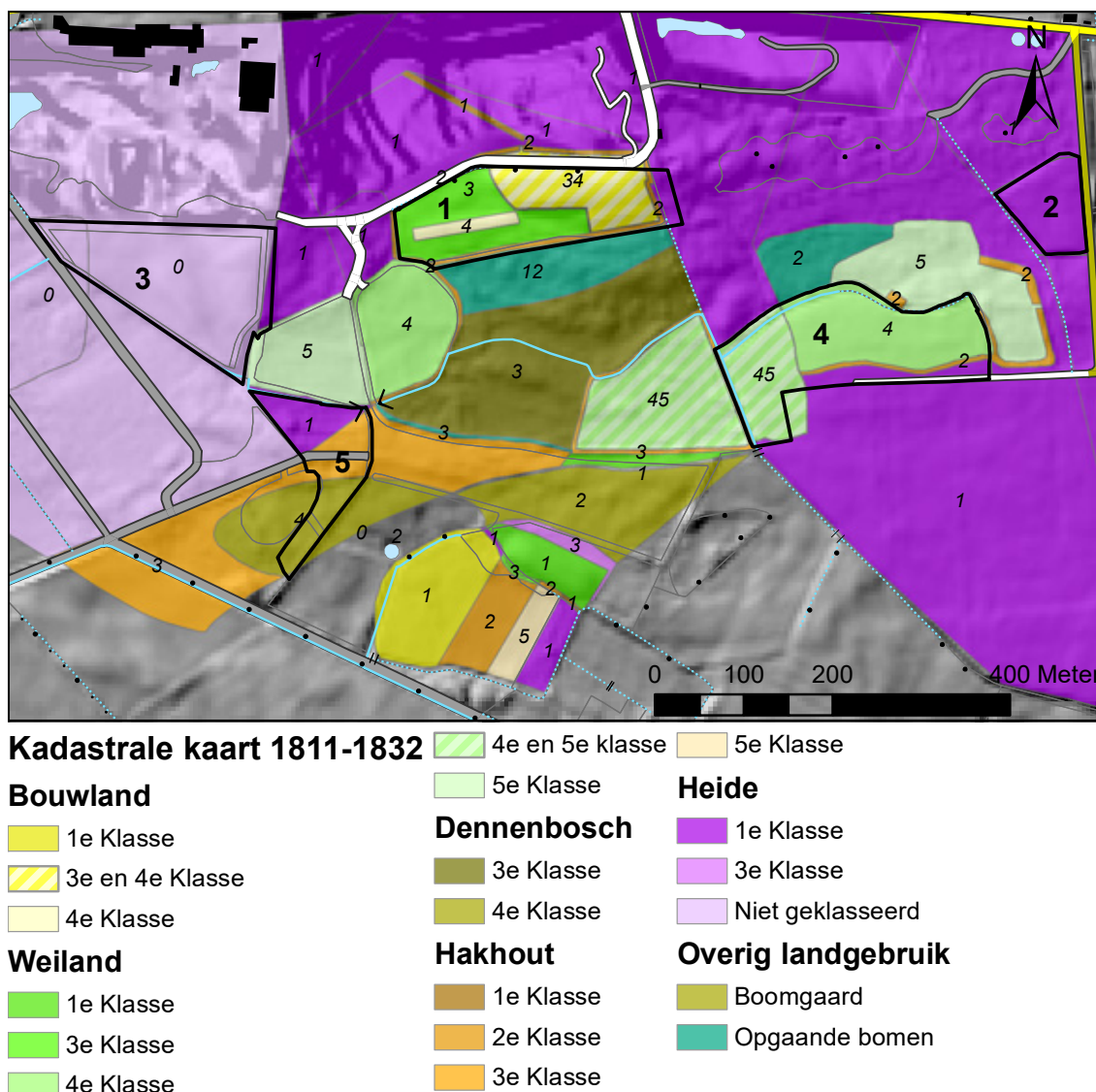


Figuur 18 Fysiotopen binnen de gekarteerde percelen, gecombineerd met de pH-profielen en waargenomen kwelverschijnselen.

De fysisch-geografische eenheden op de landschappelijke bodemkaart (§ 4.1.2) bepalen welke vegetatieontwikkeling potentieel kan voorkomen. Of dat ook gaat gebeuren, hangt af van de mate waarin de actuele situatie voldoet aan de abiotische randvoorwaarden voor de potentiële vegetaties.

Door combinatie van de landschappelijke bodemkaart (§ 4.1.2) met de grondwatertrappenkaart na realisatie van GGOR2 (§ 4.2.1, kaart 4a), hebben wij in figuur 18 een fysiotoopenkaart samengesteld. Deze kaart dient als basis voor de beoordeling van de realisatiekansen voor de habitattypen in de percelen. Een fysiotoop is een ruimtelijke eenheid die homogeen is wat betreft fysisch-geografische kenmerken. In dit geval zijn dat de fysisch-geografische typen binnen FG-series en de vochttoestand, afgeleid van de grondwatertrappenkaart. Hierbij hebben we onderscheid gemaakt tussen zeer natte (Gt IIa), natte (Gt IIIa), vrij natte (Gt Vao), vochtige (Gt Vbo) en droge fysiotoopen met grondwatertrap VI en droger. Aanvullend hebben wij de pH-profieltypen in de boorgaten en de waargenomen kwelverschijnselen opgenomen.

4.4 Geschiedenis van het grondgebruik



Figuur 19 Grondgebruik en kwaliteit van de percelen volgens de kadastrale kaarten 1811-1832 (Bron: <http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/> originele scan gedigitaliseerd naar vlakken). De vetgedrukte cijfers geven de perceelnummers in het huidige onderzoek aan, de cursieve cijfers de belastingklasse voor het perceel.

De ontginningsgeschiedenis van het gebied, en met name de onderzochte percelen, is af te lezen op oude kaarten en luchtfoto's. Bij kaarten moet altijd bedacht worden dat het kaartbeeld de situatie weergeeft ten tijde van de opname. Bij publicatie is dat vaak al verouderd. Daarmee kunnen we zeggen dat een verandering ten opzichte van een vorige kaart heeft plaatsgevonden vóór het verschijnen van de jongste kaart, maar niet wanneer precies. Bij luchtfoto's is meestal wel de datum van opname bekend, waarmee met meer zekerheid de situatie van dat moment weergegeven wordt. Wij hebben de luchtfoto's geraadpleegd die opgenomen zijn in het Beheerplan (Provincie Gelderland 2016); deze zijn niet opgenomen in dit rapport.

De oudste, betrouwbare kaarten die wij hebben kunnen raadplegen, zijn minuutplannen van de kadastrale kaart 1811-1832 en de bijbehorende oorspronkelijk aanwijzende tafels (OAT). Voor het betreffende gebied zijn de minuutplannen gedigitaliseerd en is de informatie over grondgebruik en belastingklasse overgenomen in figuur 19. De belastingklasse geeft een indicatie van de kwaliteit van de percelen welke voor een belangrijk deel bepaald is door bodemeigenschappen en grondwater. Klasse 1 geeft de beste gronden binnen een grondgebruikstype aan, klasse 5 de slechtste. Een gelijke

klasse betekende niet hetzelfde bij verschillend grondgebruik. Heide in klasse 1 is dan minder waard dan bouwland in klasse 1.

Uit de kadastrale kaart van 1811-1832 blijkt dat de huidige verkaveling van de landbouwgronden en bospercelen al grotendeels vastlag. Er zijn drie landbouwenclaves te herkennen rondom perceel 1 met de ronde weiden, perceel 4 en ten zuidoosten van perceel 5. Perceel 1, 4 en 5 waren in het begin van de 19^e eeuw reeds ontgonnen, perceel 2 en 3 waren nog heide.

Voor de latere periodes zijn topografische kaarten gebruikt, te beginnen bij 1850 (TMK), rond 1900 Bonnebladen en later de Topografische kaart van Nederland (zie figuur 20). Het lijkt er wel op dat de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de kaarten in de loop van de jaren verschilt door verbeterde technieken, maar waarschijnlijk ook door veranderingen in het doel waarmee de kaarten gemaakt werden (puur militair of ook voor meer civiele doelen).

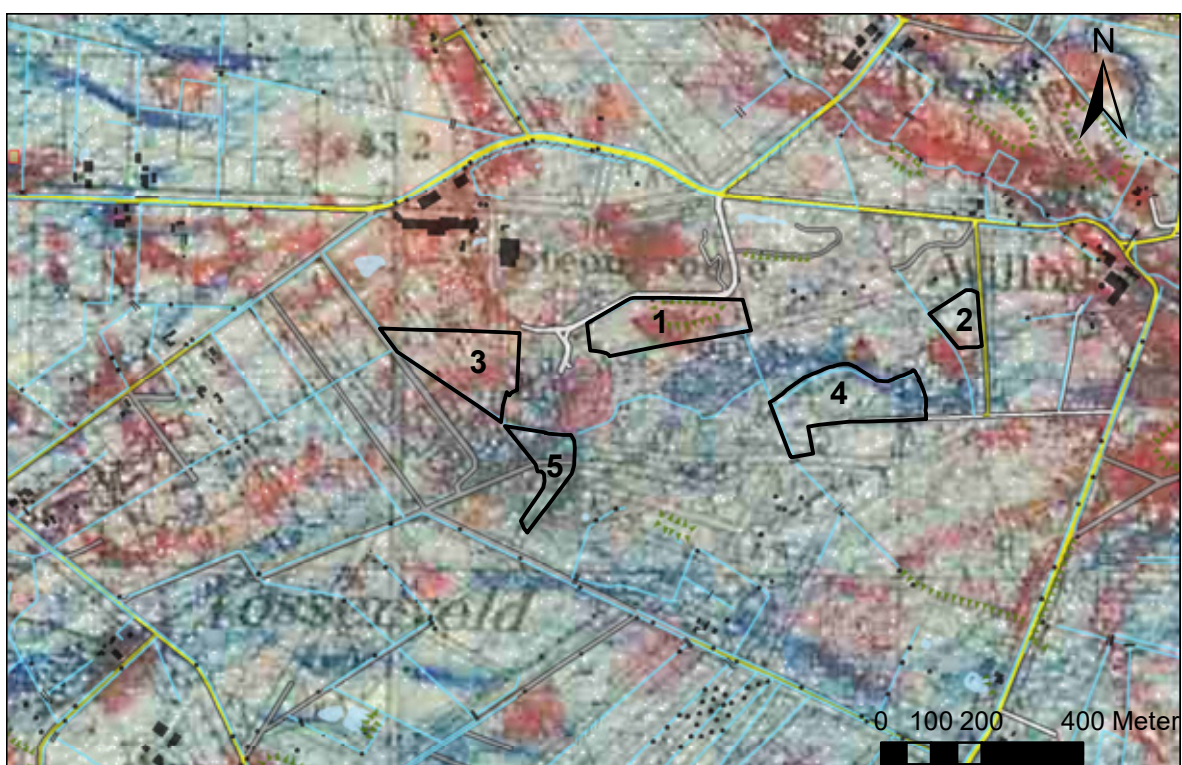


Figuur 20 Ontwikkeling van het landgebruik tussen 1850 en heden (bron: <http://www.topotijdreis.nl/>).

In 1850 lijkt de situatie nog zoals in 1811-1832: landbouwgronden en bossen zijn aangegeven als op de kadastrale kaart, heide lijkt nog grotendeels open. Wel valt op dat perceel 5 nog helemaal als heide is gekarteerd, terwijl dat in het begin van de 19^e eeuw al bos en hakhout was. Uit het humusprofielonderzoek (§ 4.1.3) komen duidelijke aanwijzingen dat het, in elk geval het zuidelijke deel van dit perceel, een zeer oude bosgroeiplaats betreft. Dit deel lijkt onafgebroken bos geweest te zijn sinds 1811-1832, andere delen bestonden tot ca. 1936 heide met bomen. De luchtfoto van 1951 laat gesloten bos zien (Gelderland 2016).

Rond 1900 was perceel 3 nog grotendeels bos, dat bleef zo tot ca. 1950. Het is, behalve de noordoosthoek, ontgonnen vóór 1951 zoals blijkt uit de luchtfoto van 1951 en de topografische kaart van 1955. De luchtfoto van 1963 laat zien dat dan ook dit deel is ontgonnen. Perceel 2 is eerder ontgonnen, vóór 1930.

Uit de topografie is niet af te leiden wanneer de ophoging van perceel 2, 3 en 4 heeft plaatsgevonden. Lichte verkleuringen op de luchtfoto van 1963 zouden een aanwijzing kunnen zijn dat toen de noordoosthoek van perceel 3 en het zuidelijke deel van perceel 4 recentelijk opgehoogd waren.



Figuur 21 Natte plekken kaart van Von Frijtag Drabbe (Massop & Straathof, 2008).

In figuur 21 is de 'Natte plekkenkaart' van Von Frijtag Drabbe opgenomen. Deze is begin jaren vijftig van de 20^{ste} eeuw gemaakt op basis van RAF-luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog (Massop & Straathof 2008). Ten zuidwesten van perceel 2 is een droge plek aangegeven (rood) die niet goed te verklaren is uit de huidige hoogteligging. Mogelijk is daarmee perceel 2 bedoeld en is het een karteringsfout. Dat zou betekenen dat dit perceel voor de oorlog is opgehoogd, net als het oostelijke deel van de Ronde weide. Perceel 4 lijkt dan nog niet opgehoogd te zijn, wat bevestigd wordt door de luchtfoto van 1963.

5 Gebruikte methoden

Voor de meeste methoden wordt verwezen naar het vorige onderzoek (Van Delft et al., 2010). Deze worden hier niet opnieuw beschreven. In enkele gevallen is een methode verder doorontwikkeld of is een iets afwijkende methode gebruikt.

5.1 Beoordeling affiniteit habitattypen

Voor het bepalen van de natuurpotenties is in deze kartering allereerst een vergelijking gemaakt van de potentiële vegetaties, horend bij de fysisch-geografische eenheden (zie 0) met de kenmerkende plantengemeenschappen die horen bij de habitattypen die voor de onderzochte percelen getoetst zijn (§ 3), om te beoordelen hoe goed het habitatype past bij de bodem. Daarvoor is recentelijk de term 'affiniteit' van het doeltype (beheertype of habitatype) met de fysisch-geografische eenheid geïntroduceerd (Van Delft et al., 2017b). Per habitatype is volgens onderstaande formule een affiniteitsindex bepaald, die aangeeft welk deel van de potentiële plantengemeenschappen (volgens de Landschapsleutel) overeenkomt met de plantengemeenschappen voor dat habitatype (zie tabel 3).

$$Af = (\frac{NOG}{NPOT} + \frac{NOG}{NKBT})/2$$

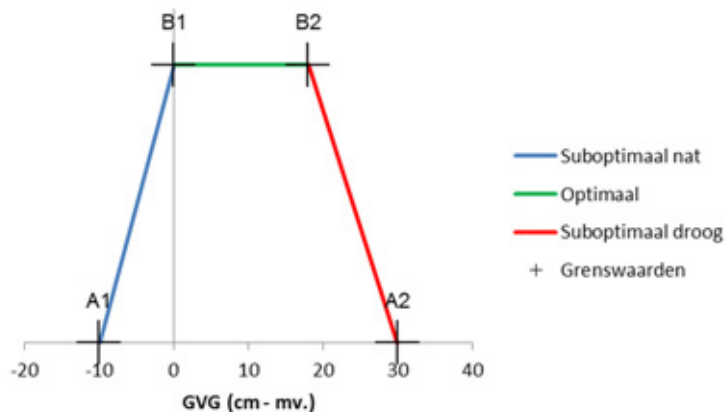
Waarin: Af = Affiniteit habitatype met FG-eenheid; NOG = Aantal overeenkomstige gemeenschappen; NPOT = Aantal potentiële gemeenschappen in FG_ eenheid; NKBT = Aantal kenmerkende gemeenschappen in habitatype.

In deze formule wordt dus het aandeel overeenkomstige plantengemeenschappen beoordeeld ten opzichte van het aantal potentiële gemeenschappen in de fysisch-geografische eenheid én ten opzichte van het aantal kenmerkende gemeenschappen binnen het habitatype.

De maximale waarde van deze affiniteitsindex (theoretisch tussen 0 en 1, hier niet hoger dan 0.69) kan tussen habitattypen sterk verschillen. In een aantal gevallen klopt dat ook, voor een deel komt het ook door onevenwichtigheid in het aantal potentiële plantengemeenschappen per FG-eenheid en het aantal kenmerkende plantengemeenschappen per habitatype. Zo worden in de Landschapsleutel bij sommige fysisch-geografische eenheden veel subassociaties genoemd en wordt bij sommige habitattypen een groot aantal kenmerkende plantengemeenschappen genoemd waarvan er in de FG-eenheid slechts een klein deel voorkomt als potentiële vegetatie. Dit levert een relatief geringe overlap en daarmee lagere index op, terwijl de affiniteit van het habitatype met de FG-eenheid niet per se geringer is. De index moet daarom vooral indicatief geïnterpreteerd worden om de verschillende affiniteit van een habitatype met meerdere FG-eenheden te vergelijken.

5.2 Abiotische randvoorwaarden habitattypen

Om de huidige abiotische condities binnen de fysiotopen te kunnen vergelijken met de abiotische randvoorwaarden voor een habitatype, hebben we vooral gebruikgemaakt van de abiotische randvoorwaarden zoals deze zijn geformuleerd in Waternood (Runhaar & Hennekens, 2014). Voor elk habitatype is voor een aantal standplaatskenmerken grenswaarden aangegeven waarmee de optimale condities bepaald zijn (de groene lijn in figuur 22); de grenswaarden worden dan aangeduid met B1 en B2. Daarnaast zijn er ook nog bereiken aangegeven waarbij het type wel kan voorkomen, maar waarbij de condities suboptimaal zijn (A1 – B1, blauwe lijn; B2 – A2, rode lijn). Buiten dit bereik (A1 – A2) zijn de omstandigheden ongunstig en is het voorkomen van een type onwaarschijnlijk. Voor de habitattypen die voor de onderzochte percelen beoordeeld zijn, zijn in tabel 10 de grenswaarden voor de belangrijkste randvoorwaarden opgenomen.



Figuur 22 Schematisch voorbeeld van de realisatiekansen voor een habitatype (H6410) bij de randvoorwaarden voor dat type (GVG).

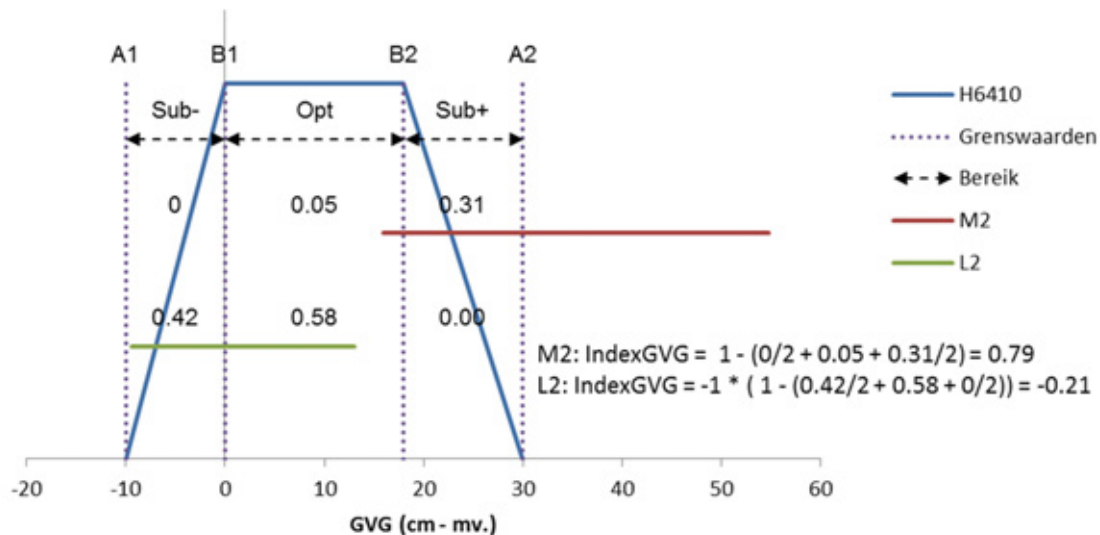
Tabel 10 Abiotische randvoorwaarden voor de Habitattypen volgens Waternood (Runhaar & Hennekens, 2014). De waarden -999 en 999 betekenen dat er geen ondergrens of bovengrens is voor de betreffende randvoorwaarde. Voor zuurgraad zijn de klassengrenzen gebruikt volgens de ecologische vereisten voor habitattypen (Runhaar et al., 2009).

		Grenswaarden									
		A1	B1	B2	A2			A1	B1	B2	A2
GVG cm - mv.	H4010A	-10	5	29	50	DSTRESS Dagen/jaar	H4010A	-999	-999	10	20
	H6230	5	48	999	999		H6230	-999	-999	28	55
	H6410	-10	0	18	30		H6410	-999	-999	2	12
	H7230	-15	-2	15	35		H7230	-999	-999	4	12
	H9120	30	69	999	999		H9120	2	17	999	999
	H9160A	20	43	999	999		H9160A	-999	-999	18	25
	H91E0C	-30	2	27	80		H91E0C	0	0	0	0
GLG cm - mv.	H4010A	0	0	0	0	Zuurgraad pH-KCl	H4010A	3.5	3.5	2.8	0
	H6230	0	0	0	0		H6230	6.1	4.8	3.5	2.8
	H6410	0	0	0	0		H6410	6.8	6.1	4.1	3.5
	H7230	0	0	0	0		H7230	9	6.1	5.5	4.8
	H9120	0	0	0	0		H9120	5.5	4.1	0	0
	H9160A	0	0	0	0		H9160A	6.8	5.5	3.5	2.8
	H91E0C	-999	-999	48	70		H91E0C	9	6.8	4.8	2.8

Naast de abiotische randvoorwaarden uit Waternood hebben wij gebruikgemaakt van referentiewaarden uit eigen onderzoek (Beets et al., 2000/2005; Van Delft, 2013; Kemmers et al., 2011; De Waal & Van Delft, 2014).

5.3 Realisatiekansen habitattypen

Voor de vergelijking van de actuele situatie met de gewenste situatie voor de habitattypen hebben wij de abiotische randvoorwaarden overgenomen uit Waternood, versie 3 (Runhaar & Hennekens 2014). Een voorbeeld is gegeven in figuur 23, waar het bereik voor de GVG in twee fysiotopen (met een andere codering dan in dit rapport) is uitgezet tegen de abiotische randvoorwaarde voor habitatype H6410 (Blauwgraslanden). Het horizontale deel van de grafiek voor H6410 stelt het optimale bereik voor ('Opt' tussen B1 en B2), in de beide schuine delen wordt het suboptimale bereik aan de natte kant (links: 'Sub-' tussen A1 en B1) en de droge kant (rechts: 'Sub+' tussen B2 en A2) voorgesteld. Bij M2 overlapt het bereik voor de GVG met het suboptimale bereik van H6410 aan de droge kant en een klein stukje met het optimale bereik, het grootste deel van het bereik van M2 is te droog (IndexGVG = 0.79). Daardoor wordt de GVG in deze fysiotop als minder geschikt beoordeeld voor dit habitatype. Fysiotop L2 blijkt qua GVG beter geschikt te zijn. Het grootste deel van het bereik voor GVG valt samen met het optimaal bereik voor het habitatype, de rest valt binnen het suboptimale deel aan de natte kant (IndexGVG = -0.21).



Figuur 23 Schematisch voorbeeld van de vergelijking van het bereik voor de GVG in de fysiotopen M2 en L2 met de abiotische randvoorwaarden van habitattype H6410 (Blauwgraslanden). De fractie van het bereik in een fysiotop dat samenvalt met elk deelbereik van de randvoorwaarden is aangegeven boven het bereik voor de fysiotopen (sub- = suboptimaal links, Opt= optimaal en Sub+ = Suboptimaal rechts). De totale overlap is berekend uit de som van deze fracties, waar de waarden in de suboptimale bereiken gehalveerd is. Bij M2 is dat 0 voor Sub-, 0.05 voor Opt en 0.31 voor Sub+. De waarden voor Sub+/- worden gehalveerd, dus: de overlap is $0/2 + 0.05 + 0.31/2 = 0.21$. De index voor GVG is berekend uit $1 - \text{de totale overlap}$. Bij L2 ligt het zwaartepunt van het bereik links (natter) van het bereik van het habitattype, daarom is de index negatief gemaakt. De index geeft dus de mate van beperking aan die volgt uit het bereik in de fysiotop: 0 = geen beperking; 1 = ongeschikt, te droog; -1 = ongeschikt, te nat; tussenliggende waarden geven een meer of minder grote beperking aan.

Volgens dit principe hebben we in bijlage 5 alle combinaties voor fysiotop en habitattype beoordeeld voor GVG, GLG óf droogtestress en zuurgraad. Hierbij zijn de waarden van de standplaatsfactoren per fysiotop volgens tabel 11 vergeleken met de abiotische randvoorwaarden van de habitattypen volgens tabel 10. Voor elke standplaatsfactor is de mate van beperking bepaald door de fracties overlap in het optimale bereik en de beide suboptimale bereiken samen te nemen, waarbij het optimale bereik een zwaarder gewicht heeft gekregen (figuur 23). De fractie overlap (0 = geen, 1 = volledig) is omgerekend naar een index voor de mate van beperking: $\text{index} = 1 - \text{overlap}$ (overlap 1 = index 0; overlap 0 = index 1). Bij overlap < 1 (index voor beperking > 0) is aangegeven in welke richting de beperking werkt: een positieve index wil zeggen 'te droog' of 'te basisch', een negatieve index betekent 'te nat' of 'te zuur'.

Per fysiotop zijn de realisatiekansen voor de waarschijnlijkste habitattypen in korte vegetaties en bos berekend (tabel 12). In een aantal gevallen blijkt de groeiplaats niet geschikt te zijn voor de habitattypen die er het best bij passen op grond van de landschapsecologische positie. In de onderzochte percelen is bijvoorbeeld voor de realisatiekans voor H4010A 'Vochtige heiden (hogere zandgronden)' 0 in fysiotopen waar dit habitattype wel goed bij zou passen. In bijlage 5 zijn de knelpunten per standplaatsfactor opgenomen. Hieruit blijkt dat de pH in deze percelen vaak te hoog is voor heide. Dat komt door de inspoeling van calciumionen uit het kalkrijke opgebrachte materiaal, waardoor de zuurgraad niet past bij de fysisch-geografische eenheid. Waarschijnlijk is dat een tijdelijke beperking, omdat het in principe infiltratieprofielen zijn die op termijn zullen verzuren (§ 4.2.2). In andere situaties is de groeiplaats te droog (bijvoorbeeld voor H6410 'Blauwgraslanden') of te nat (bijvoorbeeld voor H9120 'Beukenbossen met hulst'). Op basis van de hoogste realisatiekansen binnen een fysiotop is voor korte vegetaties en bos in figuur 9 en figuur 10 aangegeven wat de waarschijnlijkste habitattypen zijn.

Tabel 11 Bereik voor de actuele standplaatskenmerken voor grondwaterstanden (GHG, GVG, GLG in cm -mv.), droogtestress (aantal dagen met vochttekort) en zuurgraad (pH-KCl) binnen de fysiotoepen.

Fysiotoop	Gt	GVG		GHG		GLG		Droogtestress		Zuurgraad	
		cm - mv.		cm - mv.		cm - mv.		Dagen/jaar		pH-KCl	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
HxBD_PS012_NA	IIa	33.4	44.7	20	30	80	100	0	0	3.4	3.6
HxBD_PS013_NA	IIa	7.15	37.95	-10	15	65	130	0	0	3.5	6.2
HxBD_PS013_wZN	wIIa	-11.2	-7.8	-30	-30	50	70	0	0	5.5	7
HxBD_PS013_ZN	IIa	-2.45	11.4	-20	-10	55	95	0	0	6	6.5
HzBN_PS016_wZN	wIIa	-11.2	-7.8	-30	-30	50	70	0	0	5.5	7
HzBN_PS016_ZN	IIa	9.7	9.7	-10	-10	80	80	0	0	3.4	5.5
HzBV_PS014_NA	IIa	15.1	45.9	0	25	65	130	0	0	3.4	5.5
HzBV_PS014_wZN	wIIa	-9.5	-7.25	-30	-25	50	60	0	0	5.5	7
HzDL_PS010_DR	VI-VIII	52.6	101.2	40	80	100	200	0	35	2.9	3.5
HzDV_PS011_DR	VI-VIII	75.2	75.2	60	60	140	140	0	35	2.9	3.5
HzDV_PS011_NA	IIa	19.64	19.64	0	0	92	92	0	0	6	7
HzDV_PS011_VO	Vb	48.1	70.2	30	45	120	180	0	25	6.2	6.5
HzDV_PS013_DR	VI-VIII	56.0	108.0	40	80	120	240	0	40	2.9	3.5
HzDV_PS013_NA	IIa	48.1	70.2	30	45	120	180	0	0	3.5	6.2
HzGK_PS006_DR	VI-VIII	56.0	108.0	40	80	120	240	0	40	3.85	4.71
HzGK_PS006_NA	IIa	15.1	45.9	0	25	65	130	0	0	3.85	4.71
HzGK_PS006_VN	Va	24.4	49.25	0	25	120	160	0	0	3.85	4.71
HzGK_PS006_VO	Vb	48.1	70.2	30	45	120	180	0	0	3.85	4.71
HzGK_PS010_DR	VI-VIII	56.0	108.0	40	80	120	240	0	40	2.9	3.5
HzGK_PS010_VO	Vb	62.8	62.8	40	40	160	160	0	25	6.2	6.5
HzOL_PS113_VO	Vb	61.7	61.7	30	30	200	200	0	35	4.3	4.6
HZOZ_PS111_DR	VI-VIII	112.5	160.2	90	145	220	245	0	16	3.8	4

Tabel 12 Realisatiekansen (Real. 1 en Real. 2) per fysiotoop voor de waarschijnlijke habitattypen (Doelt. 1 en Doelt. 2). Deze habitattypen volgen uit de beoordeling van de affiniteit van de habitattypen met de fysisch-geografische eenheden (§ 5.1, figuur 7 en figuur 8). Door voor deze habitattypen de overeenkomst van de standplaatsfactoren binnen de fysiotoop met de abiotische randvoorwaarden van de habitattypen te vergelijken, is de realisatiekansen berekend.

Fysiotoop	Opp	Korte vegetaties				Bos			
		Doelt. 1	Real. 1	Doelt. 2	Real. 2	Doelt. 1	Real. 1	Doelt. 2	Real. 2
HxBD_PS012_NA	0.17	H4010A	0.25	H6230	0.375	H9120	0.5	geen	0
HxBD_PS013_NA	2.38	H6410	0.476	H7230	0.215	H91E0C	0.024	H9120	0.062
HxBD_PS013_wZN	0	H6410	0.205	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9120	0
HxBD_PS013_ZN	0.77	H6410	0.547	H7230	0.59	H91E0C	0.158	H9120	0
HzBN_PS016_wZN	0.83	H6410	0.205	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9160A	0
HzBN_PS016_ZN	0.2	H6410	0.81	H7230	0.167	H91E0C	0	H9160A	0
HzBV_PS014_NA	0.09	H6410	0.236	H7230	0.054	H91E0C	0.018	H9160A	0.455
HzBV_PS014_wZN	1.05	H6410	0.316	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9160A	0
HzDL_PS010_DR	0.05	H4010A	0	H4030	0.821	H9120	0.831	H9160A	0.307
HzDV_PS011_DR	0.61	H4010A	0	H4030	1	H9120	1	geen	0
HzDV_PS011_NA	0.78	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	geen	0
HzDV_PS011_VO	0.28	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	geen	0
HzDV_PS013_DR	0.12	H6410	0	H7230	0	H91E0C	0	H9120	0.875
HzDV_PS013_NA	0.08	H6410	0	H7230	0	H91E0C	0	H9120	0.253
HzGK_PS006_DR	0.05	H4010A	0	H6230	0.85	H9120	0.564	H9160A	0.538
HzGK_PS006_NA	0.04	H4010A	0	H6230	0.5	H9120	0.166	H9160A	0.466
HzGK_PS006_NB	0.02	H4010A	9	H6230	9	H9120	9	H9160A	9
HzGK_PS006_VN	1.24	H4010A	0	H6230	0.525	H9120	0.25	H9160A	0.626
HzGK_PS006_VO	0.01	H4010A	0	H6230	1	H9120	0.339	H9160A	1
HzGK_PS010_DR	0.05	H4010A	0	H4030	0.865	H9120	0.875	H9160A	0.269
HzGK_PS010_VO	0.46	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	H9160A	0.43
HzOL_PS113_VO	0.17	geen	0	geen	0	H9160A	0.614	geen	0
HZOZ_PS111_DR	0.98	geen	0	geen	0	H9120	1	geen	0

5.4 Indeling pH-profielen

Om de pH-profieltypen te beoordelen is de indeling gebruikt volgens tabel 13. Deze is uitgebreid ten opzichte van de sleutel die in 2010 is gehanteerd. Er wordt nu ook rekening gehouden met de kritieke z-afstand (Zk) om te beoordelen of grondwaterinvloed in de wortelzone is te verwachten. De kritieke z-afstand is berekend op basis van de profielbeschrijvingen met het programma Phoebe (Wesseling et al., in voorb.).

Tabel 13 Sleutel voor het bepalen van het pH-profieltype, naar Van Delft & Kemmers (2013), uitgebreid voor infiltratieprofielen. Op basis van de vergelijking tussen kritieke Z-afstand (Zk) en de GLG kan nagegaan worden of contact tussen (al of niet gebufferd) grondwater en de wortelzone (via capillaire nalevering) te verwachten is (Kemmers et al., 2005).

GLG < Zk	Maximale pH in dieptetraject			pH-profieltype	
	>20 cm	20 cm - GLG	0 – 20 cm	Code	Omschrijving
Ja	≥ 5.5	≥ 5.5	≥ 5.0	Kw	Kwel-invloed in wortelzone
			< 5.0	Ro	Kwel-invloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
			< 5.5	Rd	Kwel-invloed aanwezig, diepe regenwaterlens
	< 5.5	≥ 5.0		Lo	Mogelijk lokaal kwelwater, of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd
			4.5 – 5.0	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
		< 4.5	≥ 4.5	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
			< 4.5	InZ	Zuur infiltratieprofiel
		≥ 6.0	≥ 5.0	InBa	Basenrijk infiltratieprofiel
			< 5.0	InBo	Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel
			4.5 - 6.0	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
Nee			< 4.5	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
			< 4.5	InZ	Zuur infiltratieprofiel

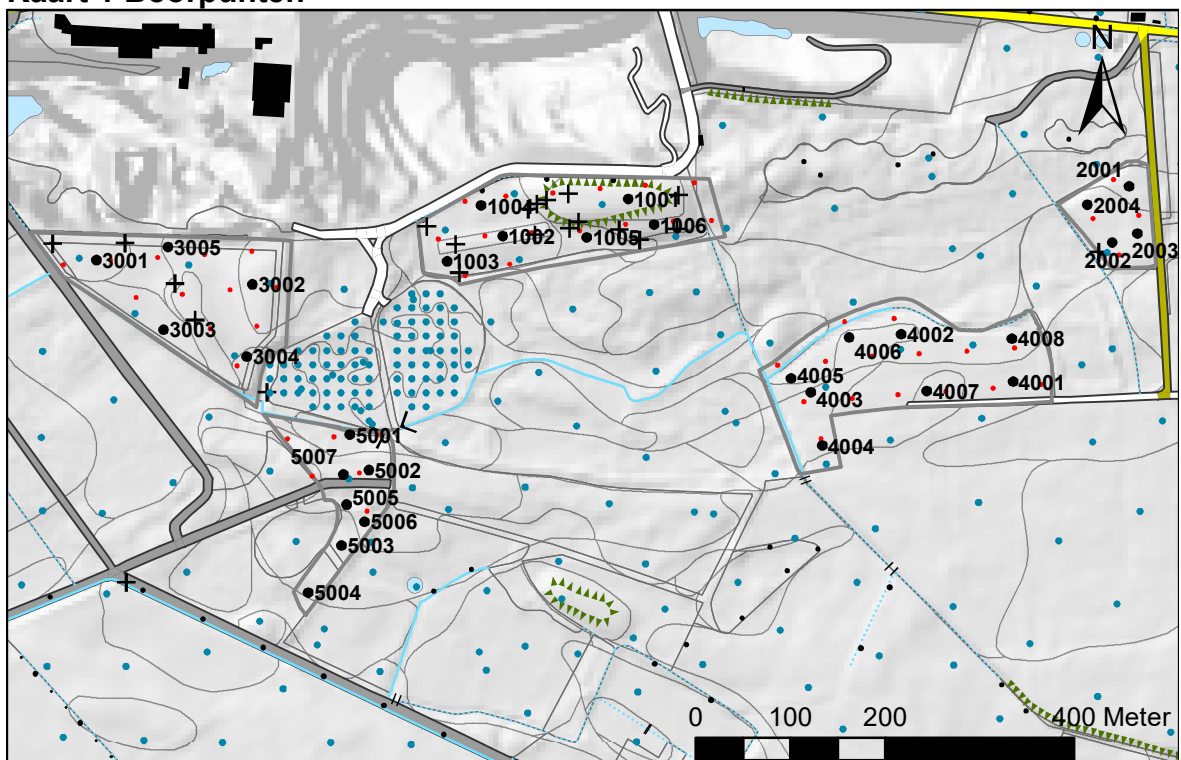
Literatuur

- Beets, C.P., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2000 t/m 2005. Selectie van referentiepunten t.b.v. het Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 1999 t/m 2004. Wageningen, Alterra.
- Berg, B., McClaugherty, C., 2008. Plant litter. Heidelberg: Springer Berg & Laugherty, 2008.
- Bijlsma, R.J., R.W. de Waal & E. Verkaik, 2009. Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer. Nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos- en heidelandschap. Alterra-rapport 1902, Wageningen.
- Bijlsma, R.J., R.W. de Waal & A.F.M. ten Hoedt, 2013. Ecological qualities emerging from non-intervention management of heathlands. In W.H. Diemont, H. Siepel & N.R. Webb (eds.), Economy and ecology of heathlands. KNNV Publishing, Zeist; Chapter 12.
- Chardon, Wim, Sival, Francisca, Kemmers, Rolf, Delft, Bas van & Gerwin, Koopmans, 2009. "Is het mogelijk om met uitmijnen in plaats van ontgronden voldoende fosfaat kwijt te raken?" De Levende Natuur 110(1): 39-42.
- De Jong, J.J., Bloem, J., Van Delft, S.P.J., Hommel, P.W.F.M., Oosterbaan, A. & De Waal, R.W., 2015. Ecologie van bosbodems; Een verkennende studie naar ecologisch functioneren van bosbodems op zandgronden. Wageningen, Alterra-Wageningen UR. Alterra-rapport 2657.
- De Waal, R.W. & Bijlsma, R.J., 2010. Rijke bossen op de hogere zandgronden. Een leidraad voor de herkenning en het beheer van de Natura 2000-habitattypen; Eiken-Haagbeukenbossen en Beekbegeleidende bossen. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1966.
- De Waal, R.W. & S.P.J. v. Delft, 2014. Bodemonderzoek Liefstinghsbroek; Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2580.
- Gelderland, Provincie, 2016. Natura 2000-beheerplan Willinks Weust (62). Arnhem, Provincie Gelderland.
- Holl, J., 2018. Natuurgebied Willinks Weust, gemeente Winterswijk; Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een karterend booronderzoek. Amersfoort, ADC ArcheoProjecten. ADC Rapport 4554. 15 p.
- Kardol, P., Wal, A. van der, Bezemer, W., Boer, W. de & Putten, W.H. van der, 2009. "Ontgronden en bodembeestjes: geen gelukkige combinatie." De Levende Natuur 110(1): 57-61.
- Kemmers, R.H., Delft, S.P.J. van & Gaast, J.W.J. van der, 2005. Kwel en Waternood; Ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelatronen. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1034.
- Kemmers, R.H. & Nelemans, J.A., 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.
- Kleijer, H. & Ten Cate, J.A.M., 1998. De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Winterswijk - Oost; Resultaten van een Bodemgeografisch onderzoek. Wageningen, DLO-Staring Centrum. SC-Rapport 603. 176 p.
- Ludwig, H. & Holl, J., 2017. Natuurgebied Willinks Weust, gemeente Winterswijk; Een Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een verkennend booronderzoek. Amersfoort, ADC ArcheoProjecten. ADC Rapport 4429. 38 p.
- Massop, Harry & Straathof, Nicko, 2008. "Wat zagen de ogen van Von Frijtag Drabbe?", 2018, <http://www.historischwaterbeheer.wur.nl/>. Wageningen,
- Nijssen, Marijn & Vogels, Joost, 2014. Heidelandschap in ontwikkeling. Zeist, KNNV Publishing. OBN Deskundigenteam Droog Zandlandschap p.
- Runhaar, Han & Hennekens, Stephan, 2014. 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 3; Gebruikershandleiding. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA. p.
- Schippers, Wim, Bax, Ingeborg & Gardenier, Monte, 2012. Ontwikkelen van kruidenrijk grasland; Veldgids. Ede, Aardewerkadvies/bureau groenschrift. p.

-
- Smolders, Alfons, Lucassen, Esther, Mullekom, Mark van, Tomassen, Hilde & Brouwer, Emiel, 2009. "Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend?" *De Levende Natuur* 110(1): 33-38.
- Timmermans, Bart, Eekeren, Nick van, Finke, Edith, Smeding, Frans & Bos, Merijn, 2010. Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting; Handreiking voor de praktijk. Driebergen, Louis Bolk Instituut. Brochure p.
- Van Delft, Bas, De Waal, Rein, Kemmers, Rolf, Mekking, Peter & Sevink, Jan, 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.
- Van Delft, Bas, Brouwer, Fokke, Van der Werff, Maarten & Kemmers, Rolf, 2010. Natuurpotentie Willinks Weust; Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek. Wageningen, WUR-Alterra. 138 p.
- Van Delft, S.P.J., 2013. Meta-data beschrijving HumBase. Wageningen, Alterra. Nota
- Van Delft, S.P.J. & Kemmers, R.J., 2013. Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2415.
- Van Delft, S.P.J., Maas, G.J. & De Waal, R.W., 2015. "De Landschapsleutel OnLine." 2015, <http://landschapsleutel.wur.nl/>. Wageningen, Alterra - WageningenUR.
- Van Delft, S.P.J., De Waal, R.W., Jansen, P.C., Bijlsma, R.J. & Wegman, R., 2017a. Ecohydrologische systeemanalyse Liefstinghsbroek. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WENR-rapport 2790. 138 p.
- Van Delft, S.P.J., De Groot, W.J.M. & Maas, G.J., 2017b. Bodemkartering van een deel van Landgoed Twickel; Karting bodem en grondwater met beoordeling bosbouwgeschiktheid en natuurpotentie. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WEnR-rapport 2857. 114 p.
- Van den Bosch, M. & Brouwer, F., 2009. Bodemkundig-geologische inventarisatie van de gemeente Winterswijk. Wageningen/Winterswijk, Alterra-Wageningen UR/Geologisch Veldlaboratorium Winterswijk. Alterra-rapport 1797.
- Weijters, M., Bobbink, R., Verbaarschot, E., Van de Riet, B., Vogels, J., Bergsma, H. & Siepel, H., 2018. Herstel van heide door middel van slow release mineralengift – resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. Driebergen, VBNE. OBN-rapport OBN222-DZ. p.
- Wesseling, J.G., Vroon, H.R.J. & Brouwer, F., in voorbereiding. Het Titanen project; Een set software-tools voor het verwerken van veld- en labgegevens. Wageningen, Wageningen Environmental Research. WEnR rapport p.
- WRIJ, 2012. GGOR Willinks Weust. Doetinchem, Waterschap Rijn en IJssel. 69 p.

Bijlage 1 Kaarten

Kaart 1 Boorpunten



- Boorpunten 2018
- Boorpunten 1998 - 2010
- + Tussenboringen 2018
- Boringen ADC

The geological map displays the following units and features:

- Geological Units:**
 - Hn53:** Orange/brown areas, likely representing the host rock or a specific sedimentary unit.
 - tZg55:** Light green areas, representing a specific geological formation.
 - KXT:** Red areas, representing another geological unit.
 - aWz:** Purple areas, representing a specific geological unit.
 - tbZg55:** Darker green areas, representing a specific geological formation.
 - zKXX:** Dark red/brown areas, representing a specific geological unit.
 - zEZ55x:** Dark brown areas, representing a specific geological unit.
 - zKXXt:** Red areas with a different pattern, representing a specific geological unit.
 - ktZg55Xt:** Light green areas with a different pattern, representing a specific geological unit.
 - tZg55K:** Light green areas with a different pattern, representing a specific geological unit.
 - tZg55xt:** Light green areas with a different pattern, representing a specific geological unit.
 - ftZg53:** Light green areas with a different pattern, representing a specific geological unit.
 - tZn53:** Light brown areas, representing a specific geological unit.
 - cHn53:** Dark brown areas, representing a specific geological unit.
 - kHn53 H:** Dark brown areas, representing a specific geological unit.
- Structural Features:**
 - Normal Faults:** Indicated by dashed lines with arrows showing the direction of movement.
 - Unconformities:** Indicated by wavy lines.
- Other Features:**
 - Groove:** A linear feature, possibly a road or a ditch.
 - Scale Bar:** 0 to 400 meters.
 - North Arrow:** Indicated by an arrow pointing upwards.

Moerige gronden

Humuspodzolgronden

 Hn53 Veldpodzolgrond; zwak lemig matig fijn zand
 Hn55 Veldpodzolgrond; sterk lemig matig fijn zand
 cHn53 Laarpodzolgrond; zwak lemig matig fijn zand

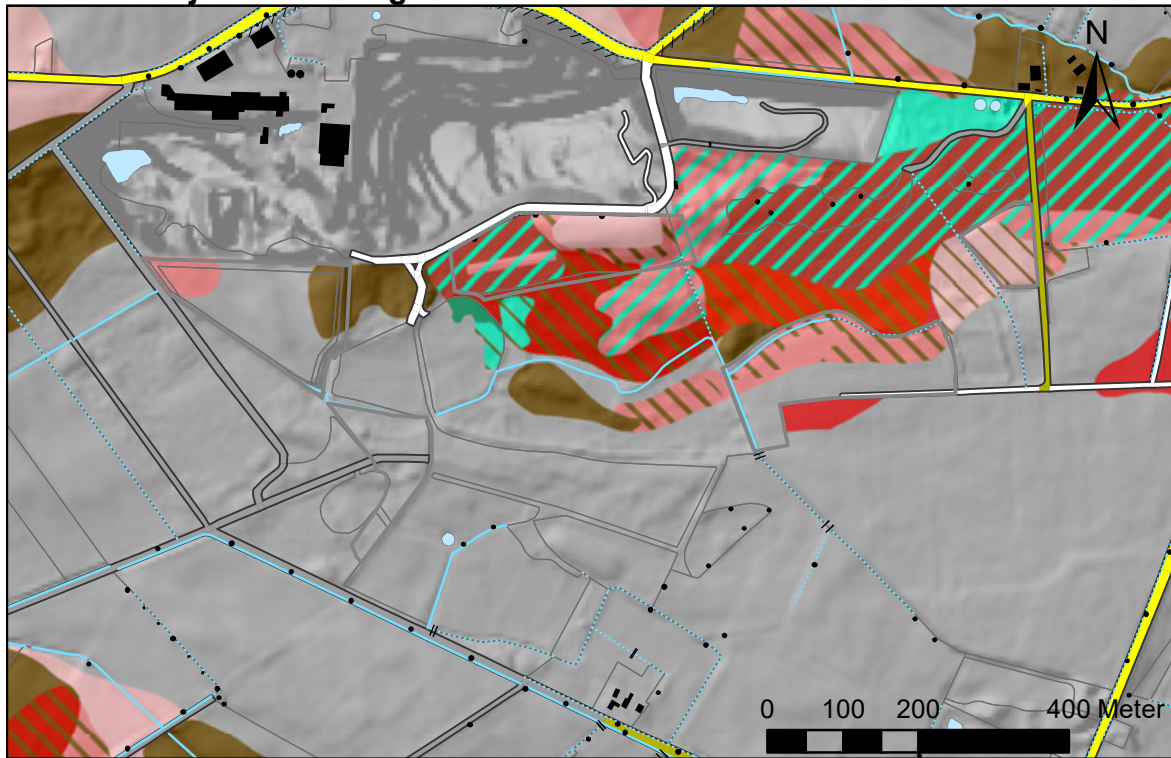
 zEZ55 Hoge zwarte enkeerdgronden; sterk lemig matig fijn zand

	tZg53 Beekeerdgronden; zwak lemig matig fijn zand
	tZg55 Beekeerdgronden; sterk lemig matig fijn zand
	cZg55 Beekeerdgronden met een matig dikke bovengrond; sterk lemig matig fijn zand
	tZn53 Gooreerdgronden; zwak lemig matig fijn zand
	Zg53 Beekvaaggronden; zwak lemig matig fijn zand

 KX Keileemgronden
 KM Ondiepe kalksteenverweringsklei

✦ ✦ ✦ Groeve

Kaart 3 Afwijkende ondergronden



Toevoegingen ondergrond

Begindiepte keileem

- KX < 40 cm - mv.
- KXK < 40 cm - mv. op kalksteen
- KXT < 40 cm - mv. op bontzandsteen
- ..X 40 - 120 cm - mv.
- XK 40 - 120 cm op kalksteen
- XT 40 - 120 cm op bontzandsteen
- x > 120 cm - mv.
- xt > 120 cm - mv. op bontzandsteen

Begindiepte kalksteen

- KM < 40 cm - mv.
- K 40 - 120 cm - mv.
- Kt 40 - 120 cm - mv. op bontzandsteen

Begindiepte bontzandsteen

- T 40 - 120 cm - mv.
- t > 120 cm - mv.

[illegible]

Grondwatertrappen

Ila GHG < 25 GLG 50-80 cm - mv	Vbo GHG 25-40 GLG 120-180 cm - mv
IIla GHG < 25 GLG 80-120 cm - mv	Vbd GHG 25-40 GLG > 180 cm - mv
IIlb GHG 25-40 GLG 80-120 cm - mv	Vlo GHG 40-80 GLG 120-180 cm - mv
IVu GHG 40-80 GLG 80-120 cm - mv	Vld GHG 40-80 GLG > 180 cm - mv
Vao GHG < 25 GLG 120-180 cm - mv	VIllo GHG 80-120 GLG 120-180 cm - mv
Vad GHG < 25 GLG >180 cm - mv	VIIld GHG 80-120 GLG > 180 cm - mv
	VIIIld GHG > 140 GLG > 180 cm - mv

[illegible]

	wla GHG < 25 GLG < 50 cm - mv periodiek water boven maaiveld
	wlla GHG < 25 GLG 50-80 cm - mv periodiek water boven maaiveld
	Ila GHG < 25 GLG 50-80 cm - mv
	IIla GHG < 25 GLG 80-120 cm - mv
	IIlb GHG 25-40 GLG 80-120 cm - mv
	IVu GHG 40-80 GLG 80-120 cm - mv
	Vao GHG < 25 GLG 120-180 cm - mv
	Vad GHG < 25 GLG > 180 cm - mv
	Vbo GHG 25-40 GLG 120-180 cm - mv
	Vbd GHG 25-40 GLG > 180 cm - mv
	Vlo GHG 40-80 GLG 120-180 cm - mv
	Vld GHG 40-80 GLG > 180 cm - mv
	VIIld GHG 80-120 GLG > 180 cm - mv
	VIIIld GHG > 140 GLG > 180 cm - mv

■■■■ IJzerrijke bovengrond

- Kw Kwel-invloed in wortelzone
- InBa Basenrijk infiltratieprofiel
- InBo Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel
- InAo Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
- InZ Zuur infiltratieprofiel

Bijlage 2 Profielbeschrijvingen

Gegevens boorpunten

Boring	x	y	HOOGTE	BODEM_	STPC_VO	STPC_SU	STPC_CI	STPC_KA	STPC_AC	HT	STPC_VE	GHG	GLG	STPC_GT	BEW	OPMERK	ING	GEBPC_C
1001	250985	442799	44.35	GR	4s	433	433	x14	x14	145	> 245	VIIIId	140					4s433x14 145->245
1002	250852	442760	41.95	GR	4h	433	433	x15t19	x15t19	30	> 200	Vbd	60	oud akkertje				4h433x15t19 30->200
1003	250793	442733	41.14	GR	4h	434	434	b x5t15	b x5t15	5	> 160	Vao	50					4h434x5t15 5->160
1004	250829	442792	41.67	GR	z	K4o	315	b t11	b t11	25	> 150	Vbd	50	keileem op kalksteen				zK4p315b x3t11 25->
1005	250941	442758	42.33	GR	K5p	315	b t10	b t10	b t10	0	> 120	Vad	40	keileem op bontzandsteen				K5p315bt10 0-> 120
1006	251013	442771	43.76	GR	4s	433	433	x10t21	x10t21	90	> 220	sVIIId	100					4s433x10t21
2001	251515	442812	42.67	GR	K5p	232	a	z5x11t15	H	30	> 150	Vbd	100					4h424x6k10 0-101
2002	251498	442752	42.84	GR	z	K5p	225	a w7z11	H	30	140	Vbo	115	vanaf 180 mogelijk keileem niet uit te boren				v4d423x10
2003	251524	442762	42.92	GR	K5p	312	a	z8x18	H	60	150	Vfo	100					4h433x10 0-70
2004	251471	442792	42.78	GR	K5p	312	a	z6x13t21	H	75	190	VId	100	alle boringen in perceel met scherpe grens dek				4h433x7t15
3001	250422	442734	41.22	AK	K4o	232	a	x20	H	90	195	sVIIId	100	laag boven Ahb lijkt opgebracht maar ook Ahb Wat heterogeen				4k432 0-95
3002	250588	442709	42.52	AK	K4o	232	a		H	110	230	VIIId	100					2r431 40-160
3003	250494	442661	41.19	AK	K4o	222	a		H	30	135	Vbo	115					4h433 0-60
3004	250582	442632	41.59	AK	K4o	232	a		H	70	170	Vfo	105	lage hoek tegen broekbos aan				v4d432 0-90
3005	250498	442748	41.46	AK	K4o	232	a	t17	H	95	> 200	VIIId	60	ondergrond oude klei				2r432 55-161
4001	251392	442606	43	GR	k	4h	433	a x8z10	H	55	140	Vfo	100					4h433x5z7 25-110 30
4002	251274	442656	42.53	GR	z	K5p	215		H	60	150	Vfo	110					v4d433x8 -10-50 100
4003	251178	442594	42.31	GR	K5p	232	a		H	55	130	Vfo	100	alle bovengronden door droogte zeer hard				v4d433 --5-70 60
4004	251190	442538	42.47	GR	K5p	232	a		H	60	130	Vfo	90	oude bovengrond lijkt te ontbreken				5k433 -5-50 90
4005	251158	442609	41.99	GR	K5p	235	a		H	40	120	Vfo	100					K5p232t8 -5-55
4006	251219	442652	42.36	GR	K5p	232	a	v7z9x13	H	35	130	Vbo	90					v4d433x6 -5-60 70
4007	251301	442595	42.97	GR	K5p	232	a		H	70	180	Vfo	100					v4d433 10-120 60
4008	251391	442651	42.81	GR	K5p	232	a		H	35	140	Vbo	90					4h433 -5-80 60
5001	250691	442549	41.17	BL	5k	433				30	100	IIIB	70	eik en berk zeer weinig strooisel; bovenin veel bodemleven				4k433 30-100
5002	250711	442512	41.71	BN	2r	432				60	140	Vfo	60	dikke Hr oude bosgroeiplaats				2r432 60-140
5003	250682	442432	41.55	BL	5k	432				30	100	IIIB	100	dalkruid hulst kamperfoelie oude bosbodem				4i432 30-100
5004	250647	442382	41.26	BL	5k	432				20	80	IIIA	41	alleen humusprofiel				
5005	250687	442476	41.53	BL	2r	432				-			31					
5006	250706	442457	41.68	BL	2r	432				-			31					
5007	250683	442507	41.91	BN	2r	432				-			31					

Gegevens horizonten

Boring	BOVENGRENS		ONDERGRENS		HOR_CODE		MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
1001	1	0	50	1Aa	6	5	20	160	18	0	1	692	zwart	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	2	50	75	2Ahb	4	3	17	160	16	0	1	411	donkergrijs	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	3	75	95	2Eu	1	1	11	170	11	0	1	411	Witgrijs, wat vlekkerig	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	4	95	110	2Bhs	2	1	11	170	11	0	1	411	vlekkerig	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	5	110	140	2BC	1	2	14	160	13	0	1	411	bruin	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	6	140	245	3Cg	0	15	60		55	2	1	5	510	lichtgroen-oranje gevlekt	0	0	0	0	0	0	0
1002	1	0	25	1Aa	6	6	30	155	28	0	1	692	zwart	0	0	0	0	0	0	0	0
1002	2	25	35	2ACg	2	7	40	155	37	0	1	520		0	0	0	0	0	0	0	0
1002	3	35	155	2Cg	0	5	25	160	23	0	1	520	keizand met roze leembrokken	0	0	0	0	0	0	0	0
1002	4	155	195	3Cg	0	50	90		45	0	2	7	510	donkerroze met grijze kalkrijke vlekken kl met bontzandsteen	0	0	0	0	0	0	0
1002	5	195	200	4R	0	0	0	50	0	0	3	7	691	kalksteen	0	0	0	0	0	0	0
1003	1	0	25	1Ah	7	7	40	155	36	0	1	520	zwartbruin	0	0	0	0	0	0	0	0
1003	2	25	50	1Cg	0	7	40	155	36	0	1	520		0	0	0	0	0	0	0	0
1003	3	50	145	2Cg	0	25	70		55	5	3	6	510	met brokjes kalksteen	0	0	0	0	0	0	0
1003	4	145	160	3R	0	20	70		55	90	3	6	691	lichtgrijs kalksteen	0	0	0	0	0	0	0
1004	1	0	25	1Ah	7	7	40	155	36	0	1	520	bruinzwart	0	0	0	0	0	0	0	0
1004	2	25	50	2Cg	0	25	75		60	0	2	6	510		0	0	0	0	0	0	0
1004	3	50	65	3Cg	0	6	30	170	26	0	2	520		0	0	0	0	0	0	0	0
1004	4	65	110	4Cg	0	25	75		60	2	3	6	510		0	0	0	0	0	0	0
1004	5	110	150	5R	0	60	90		40	0	3	6	691	kalksteen	0	0	0	0	0	0	0
1005	1	0	15	1Ah	6	15	55	155	45	0	1	5	510	nat	0	0	0	0	0	0	0
1005	2	15	30	1ACg	1	25	80		65	0	1	5	510		0	0	0	0	0	0	0
1005	3	30	75	1Cg1	0	25	80		65	0	1	5	510		0	0	0	0	0	0	0
1005	4	75	100	1Cg2	0	30	90		70	0	3	5	510		0	0	0	0	0	0	0
1005	5	100	120	2Cu	0	80	99		20	0	3	7	691	rozebruin zeer stug bontzandsteen	0	0	0	0	0	0	0
1006	1	0	60	1Aa	6	5	25	160	22	0	1	692	zwart	0	0	0	0	0	0	0	0
1006	2	60	70	2Ahb	5	5	25	160	22	0	1	520	zwartbruin	0	0	0	0	0	0	0	0
1006	3	70	95	2ACe	2	4	22	160	20	0	1	520		0	0	0	0	0	0	0	0
1006	4	95	100	2Cgc	1	4	22	160	20	0	1	520	ijzerrijk	0	0	0	0	0	0	0	0
1006	5	100	150	3Cg1	0	15	65		55	0	1	5	510		0	0	0	0	0	0	0
1006	6	150	180	3Cg2	0	15	65		55	0	2	5	510		0	0	0	0	0	0	0
1006	7	180	210	4Cr	0	5	25	155	22	0	2	520		0	0	0	0	0	0	0	0
1006	8	210	220	5R	0	40	80		60	50	3	7	510	kalksteen	0	0	0	0	0	0	0

Boring	LAAG_Nr	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
2001	1	0	15	1AC		2			23	70		55		0	3	5	693	15	T3A
2001	2	15	30	1Cu		0.5			20	70		55		0	3	5	693	15	T3A
2001	3	30	55	1Cg		0.2			15	65		55		0	3	5	693	25	T2A
2001	4	55	70	2Ahgb		6			7	40	130	35		0	1		520 scherpe grens	0	
2001	5	70	110	2Cgc		0			7	40	145	35		0	1		520	0	
2001	6	110	150	3Cr		0			15	65		55		0	2	5	510	0	
2001	7	150	160	4R		0			10	60		55		0	3	8	691 kalksteen	0	
2002	1	0	25	1Aa		4			7	40	130	35		0	3		692	25	T0A
2002	2	25	75	1Cg		1			12	55	140	45		0	3	5	693 wat heterogeen	50	T1A
2002	3	75	115	2Ahgb		20		DK	10		130	0		0	1	5	112	0	
2002	4	115	130	3Cgr		1			7	35	140	33		0	1	4	413	0	
2002	5	130	140	4Cu		0			10	80		75		0	3	4	691 moerskalk	0	
2002	6	140	180	5Cr		0			5	22	155	18		0	3	4	413 grijs zeer slap	0	
2003	1	0	10	1Ah		3			20	70		60		0	3	5	693	10	T3A
2003	2	10	75	1Cg		0			30	85		65		5	3	6	693 met kalkbrokken	65	T4A
2003	3	75	95	2Ahgb		10			7	35	140	32		0	1		413	0	
2003	4	95	100	2Cgr		0			7	35	140	32		0	1		413 blauwgrijs met wat roest	0	
2003	5	100	140	2Cr1		0			4	20	155	18		0	1		413	0	
2003	6	140	160	2Cr2		0			3	17	160	18		0	1		413	0	
2003	7	160	185	2Cr3		0			3	17	160	16		0	3		413	0	
2003	8	185	200	3Cr		0			15	65		60		0	3	5	510	0	
2004	1	0	10	1Ah		3			25	75		60		0	3	5	693	10	T4A
2004	2	10	35	1Cg1		0.5			20	70		60		5	3	7	693 hard droog	25	T3A
2004	3	35	60	1Cg2		0			15	60	160	55		0	3	5	693	25	T2A
2004	4	60	75	2Ahgb		6			6	30	155	27		0	2		413	0	
2004	5	75	100	2ACg		1			3	17	145	16		0	1		413	0	
2004	6	100	130	2Cg		0			3	17	155	16		0	1		413	0	
2004	7	130	190	3Cg		0			25	90		70		2	3	7	510 zeer hard	0	
2004	8	190	210	4Cr		0			5	25	160	22		0	3		520	0	
2004	9	210	240	5Cr		0			60	95		35		0	3	8	691 bontzandsteen roodbruin, bijna niet uit te boren	0	
3001	1	0	30	1Aap		3			20	65		50		2	3	6	692 op mv stenen	30	T3A
3001	2	30	70	1Aag/	20	2			20	65		50		2	3	6	692	40	T3A
3001	3	30	70	1Cg/	80	0			20	65		50		2	3	6	693	40	T3A
3001	4	70	100	2Bh/	50	3			2	12	155	10		0	1		693 wat heterogeen	30	T0C
3001	5	70	100	2Ce/	50	1			2	12	155	10		0	1		693 paarsig	30	T0C

Boring	BOVENGRENS		ONDERGRENS		HOR_CODE	MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
3001	6	100	110	3Ahb			5		3	16	160	14	0	2			413	oude bovengrond	0	
3001	7	110	135	3Cg			0		2	12	160	11	0	2			413		0	
3001	8	135	155	3Ce			0		2	12	165	11	0	3			413		0	
3001	9	155	195	3Cgr			0		2	14	160	13	0	3			413		0	
3001	10	195	240	4Cr			0		20	70		60	2	3	5	510	grijs195		0	
3002	1	0	30	1Aap			3		20	70		60	2	3	6	693	kalkbrokjes en steentjes		30 T3A	
3002	2	30	70	1Cg			0.2		20	70		60	2	3	6	693			40 T3A	
3002	3	70	100	2AE			3		0	8	165	8	0	1			411	mogelijk wat verwerkt	0	
3002	4	100	135	2Bhs			2		0	8	165	8	0	1			411	sterk verkit	0	
3002	5	135	150	2BCg			0.5		0	8	165	8	0	1			411		0	
3002	6	150	170	2Cg			0		0	8	165	8	0	1			411		0	
3002	7	170	230	2Ce			0		2	14	160	13	0	1			413		0	
3002	8	230	245	2Cr			0		2	14	160	13	0	1			413		0	
3003	1	0	25	1Aag			3		15	55		50	2	3	6	692			25 T2A	
3003	2	25	80	1Cg			1		15	55		50	4	3	6	693	kalkbrokken		55 T2A	
3003	3	80	95	2ACg			2		5	20	155	18	0	1			413	iets heterogeen	0	
3003	4	95	115	2Ahb			4		6	30	155	28	0	1			413	slap bruingrijs	0	
3003	5	115	130	2Cg			0		2	14	155	13	0	1			413		0	
3003	6	130	195	2Cgr			0		4	17	155	15	0	1			413	houtresten	0	
3003	7	195	200	2Cr			0		4	17	155	15	0	1			413	grijs	0	
3004	1	0	30	1Aap			3		20	70		60	2	3	6	692			30 T3A	
3004	2	30	50	2Bh			3		0	8	170	8	0	1			693	opgebracht	20 T0C	
3004	3	50	80	3Cg			0		20	70		60	0	3	6	693			30 T3A	
3004	4	80	105	4Ahb			25		DZ	4	14	160	12	0	1	112	venige resten		0	
3004	5	105	200	5Cgr			1		4	14	160	12	0	1			413		0	
3005	1	0	30	1Aap			3		20	70		60	2	3	6	692			30 T3A	
3005	2	30	40	1ACg			2		20	70		60	0	3	6	693			10 T3A	
3005	3	40	60	2AE			2		1	11	155	11	0	1			411		0	
3005	4	60	95	2BCg			1		1	11	155	11	0	1			411		0	
3005	5	95	125	2Cg			0		1	11	155	11	0	1			411		0	
3005	6	125	155	2Ce			0		2	14	160	13	0	1			411		0	
3005	7	155	170	3Ce			0		10	55		50	0	1	5	413			0	
3005	8	170	200	4Cu			0		60	90		40	0	3	6	691	bruinroze, zeer stug bontzandsteen		0	
4001	1	0	30	1AC			3		25	75		60	0	3	6	693	met kalkbrokjes		30 T4A	
4001	2	30	50	2Aghb			4		4	20	160	18	0	1			413	zwartbruin	0	

Boring	LAAG_NR	BOVENGRENS	ONDERGRENS	HOR_CODE	MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIJPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
4001	3	50	80	2Ah/	20	4	4	20	160	18	0	1	413	verwerkt				0	
4001	4	50	80	2Cg/	80	0	3	15	160	14	0	1	413	wat leembrokjes				0	
4001	5	80	100	3ACgc		2	18	70		55	0	1	3	510	iets heterogeen			0	
4001	6	100	140	4Cgr		0	3	18	145	16	0	1	413	grijs, iets roest				0	
4001	7	140	180	4Cr1		0	4	20	140	18	0	1	413	grijs				0	
4001	8	180	200	4Cr2		0	3	16	155	14	0	1	413	blauwgrijs				0	
4002	1	0	20	1AC		3	6	30	130	26	0	3	693					20	T0A
4002	2	20	45	1ACg		1	8	40	130	36	0	3	5	693	roestig			25	T1A
4002	3	45	100	1Cu		0.5	25	70		55	0	3	5	693	kalkbrokjes			55	T4A
4002	4	100	115	2Ahgb		30	15			0	0	1	112					0	
4002	5	115	150	3Cgr		0	5	22	145	18	0	1	413	blauwgrijs met bleke roestvlekken				0	
4002	6	150	180	3Cr		0	3	17	160	15	0	1	413	blauwgrijs				0	
4002	7	180	210	4Cr		0	25	80		60	0	3	4	510	wortelrest			0	
4003	1	0	30	1AC		3	15	60		50	0	3	7	693				30	T2A
4003	2	30	60	1Cu		1	20	70		60	0	3	5	693				30	T3A
4003	3	60	65	2Ahgb		30	DK	20		0	0	1	4	112				0	
4003	4	65	95	2Ahgb/	20	30	DK	20		0	0	1	4	112	verwerkt			0	
4003	5	65	95	3Cg/	80	0	4	20	145	18	0	1	413					0	
4003	6	95	105	3Cg		0	4	20	145	18	0	1	413					0	
4003	7	105	150	3Cr1		0	3	16	160	14	0	1	413	grijs				0	
4003	8	150	200	3Cr2		0	4	20	140	18	0	1	413	donkergrijs				0	
4004	1	0	30	1AC		2	20	70		60	0	3	7	693				30	T3A
4004	2	30	65	1Cg		1	25	80		65	0	3	5	693	wat heterogeen			35	T4A
4004	3	65	90	1Cgc		1	20	70		60	0	3	5	693	mangaanconcreties			25	T3A
4004	4	90	150	2Cgr		1	5	22	155	18	0	1	413	grijs met zwarte houtresten				0	
4004	5	150	190	2Cr		0	4	20	160	18	0	1	413					0	
4005	1	0	25	1AC		3	20	70		60	0	3	7	693	zeer hard			25	T3A
4005	2	25	65	1Cg		0.2	25	80		65	0	3	6	693	oker met kalkbrokken			40	T4A
4005	3	65	110	2ACg		1	20	70		60	0	3	5	510	in situ met wortelresten grijs			0	
4005	4	110	150	3Cr		1	6	30	170	27	0	2	520	met brokken leem				0	
4005	5	150	220	4Cr		0	30	85		65	0	3	5	691	bontzandsteen, mogelijk verplaatst met keileem			0	
4006	1	0	25	1AC		2	20	70		60	0	3	7	693				25	T3A
4006	2	25	60	1Cg		1	10	55		50	0	3	6	693				35	T1A
4006	3	60	70	1Cgr		1	10	55		50	0	3	5	693	grijs			10	T1A
4006	4	70	95	2Ahgb		25	DK	15		0	0	2	112					0	

Boring	BOVENGRENS		ONDERGRENS		HOR_CODE		MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
4006	5	95	130	3Cgr				0.5			4	20	160	18	0	2		413	grijs met gelige roestvlekken	0	
4006	6	130	240	4Cgr				0			25	85		65	0	3	6	510	met bontzandsteen	0	
4007	1	0	30	1AC				2			20	70		60	0	3	7	693		30	T3A
4007	2	30	60	1Cg				1			20	70		60	0	3	6	693		30	T3A
4007	3	60	100	2Ahgb/				20		DK	20			0	0	1		112	verwerkt	0	
4007	4	60	100	3Cg/				80			5	25	145	22	0	1		413		0	
4007	5	100	180	3Cgr				0			4	20	145	18	0	1		413		0	
4007	6	180	200	3Cr				0			4	20	145	18	0	1		413		0	
4008	1	0	20	1AC				3			20	70		60	0	3	7	693		20	T3A
4008	2	20	60	1Cg/				50			20	70		60	0	3	6	693		40	T3A
4008	3	20	60	1Cg/				50			5	25	145	22	0	3		693		40	T0A
4008	4	60	70	2Ahgb				8			20	70		60	0	1	5	510		0	
4008	5	70	90	2ACgc				1			20	70		60	0	1	5	510		0	
4008	6	90	110	3Cg				0			4	20	155	18	0	1		413		0	
4008	7	110	140	3Cgr				0			4	18	155	17	0	1		413		0	
4008	8	140	200	3Cr				0			3	16	155	15	0	3		413		0	
5001	1	-2	0	1Lv				99		L	0			0	0	1		171	1.5 L 0.5 Fz	0	
5001	2	0	10	2Ah				20		DV	0			0	0	1		112	bovenste 5 cm sterk doorworteld	0	
5001	3	10	20	3ACg				1			4	20	165	18	0	1		413		0	
5001	4	20	70	3Cgc				0			5	25	165	22	0	1		413	oranje	0	
5001	5	70	100	3Cgr				0			3	17	165	15	0	1		413		0	
5001	6	100	150	3Cr				0			3	17	165	15	0	1		413	met wortelresten	0	
5002	1	-12	-10	1Lv				99		L	0			0	0	1		172		0	
5002	2	-10	-9	1Fa				95		L	0			0	0	1		172	pissebed	0	
5002	3	-9	0	1Hr				90		L	0			0	0	1		172	heel rul	0	
5002	4	0	20	2AE				6			2	12	160	11	0	1		411		0	
5002	5	20	60	2Bh				4			2	12	160	11	0	1		411	zwartbruin	0	
5002	6	60	95	2Bhs				2			2	12	160	11	0	1		411	sterk verkit	0	
5002	7	95	140	2Ce				0			3	17	160	15	0	1		413		0	
5002	8	140	200	2Cr				0			3	17	155	15	0	1		413		0	
5003	1	-23	-22	1Lv				99		L	0			0	0	1		171		0	
5003	2	-22	-20	1Fa				95		L	0			0	0	1		171	pissebed	0	
5003	3	-20	0	1Hh				60		L	0			0	0	1		171	zwart, iets loodzand	0	
5003	4	0	10	2AC				2			2	16	160	15	0	1		413	paarsbruin	0	
5003	5	10	50	2BCg				0.5			2	16	160	15	0	1		413		0	

Boring	BOVENGRENS		ONDERGRENS		HOR_CODE	MENGVERH	ORG_STOP	AARD_ORG	VEEN_C	LUTUM	LEEM	M50	SILT	GRIND	KALK	RIPING	GEO_FOR_C	OPMERKING	Dikte ophoging	Aard ophoging
5003	6	50	100	2Ce			0			2	16	160	15	0	1		413		0	
5003	7	100	150	2Cr			0			2	16	160	15	0	1		413		0	
5004	1	-9	-7	1Lv			99		L	0			0	0	1		171		0	
5004	2	-7	-6	1Fa			95		L	0			0	0	1		171		0	
5004	3	-6	0	1Hr			90		L	0			0	0	1		171		0	
5004	4	0	10	2Ah			5			2	16	160	15	0	1		413		0	
5004	5	10	20	2AC			1			2	16	160	15	0	1		413		0	
5004	6	20	30	2Cg			0			2	16	160	15	0	1		413		0	
5005	1	-5	-3	1Lv			99		L	0			0	0	1		171		0	
5005	2	-3	-2	1Fa			95		L	0			0	0	1		171		0	
5005	3	-2	0	1Hh			80		L	0			0	0	1		171 met loodzand		0	
5005	4	0	20	2AE			6			1	12	165	11	0	1		411		0	
5005	5	20	30	2Bh			4			1	12	165	11	0	1		411		0	
5006	1	-9	-7	1Lv			99		L	0			0	0	1		171		0	
5006	2	-7	-6	1Fa			95		L	0			0	0	1		171		0	
5006	3	-6	0	1Hh			80		L	0			0	0	1		171 met loodzand		0	
5006	4	0	6	2Ah			5			2	16	160	15	0	1		411		0	
5006	5	6	14	2AE			3			2	16	160	15	0	1		411		0	
5006	6	14	25	2Bh			4			2	16	160	15	0	1		411		0	
5007	1	-9	-7	1Lv			99		L	0			0	0	1		172		0	
5007	2	-7	-1	1Hr			85		L	0			0	0	1		172		0	
5007	3	-1	0	1Hh			70		L	0			0	0	1		172		0	
5007	4	0	10	2Ah			8			1	8	165	8	0	1		411		0	
5007	5	10	20	2Eu			2			1	8	165	8	0	1		411		0	
5007	6	20	30	2Bh			3			2	16	166	15	0	1		411		0	

Bijlage 3 Potentiële vegetaties binnen fysisch-geografische eenheden

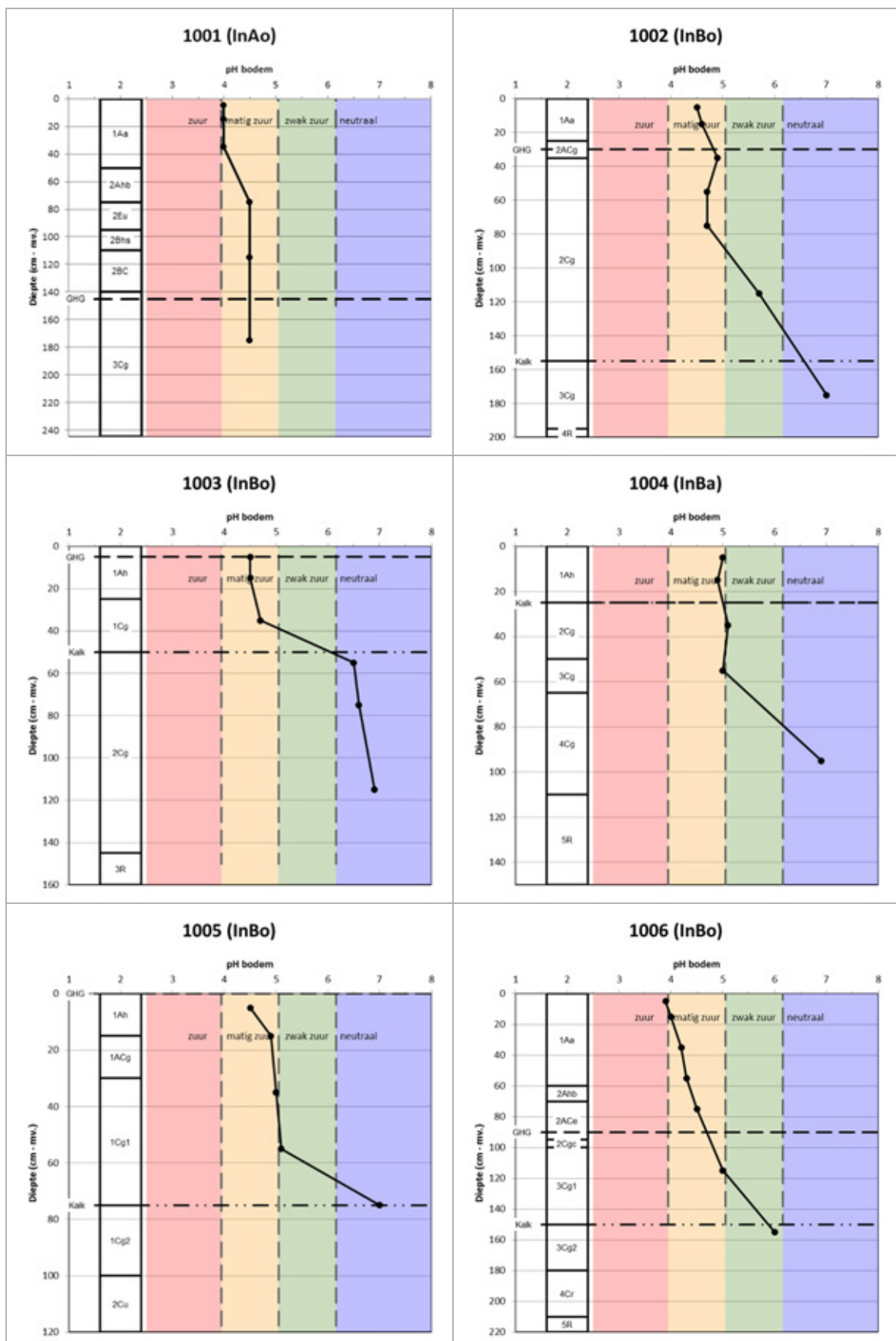
In de Landschapsleutel (Kemmers et al., 2011) is per fysisch-geografisch type (Primaire standplaats) een aantal plantengemeenschappen genoemd dat daarbij potentieel kan voorkomen: potentiële vegetaties. Het daadwerkelijk voorkomen van deze plantengemeenschappen hangt af van de mate waarin de actuele abiotische condities overeenkomen met de abiotische randvoorwaarden van deze gemeenschappen. De gemeenschappen zijn geordend per structuurtype/successiefase, hetgeen vooral bepaald wordt door het beheer. Ten opzichte van de oorspronkelijke versie van de Landschapsleutel is hier het aantal potentiële vegetaties per FG-eenheid uitgebreid, omdat in eerste instantie vooral de plantengemeenschappen waren opgenomen die het beste pasten bij de eenheid. Daarmee ontbrak een aantal meer algemene plantengemeenschappen, waardoor bijvoorbeeld habitatype N12.02 'Kruiden- en faunarijk grasland' bij FG-eenheden ontbrak, terwijl dit soms het meest logische habitatype is op voormalige landbouwgronden. In een aantal gevallen wordt in deze nieuwe versie onderscheid gemaakt tussen FG-typen binnen verschillende FG-series. In die gevallen zijn de betreffende FG-series vernoemd vóór het FG-type. Het potentiële voorkomen van een plantengemeenschap bij een FG-eenheid is aangegeven met het cijfer '1'.

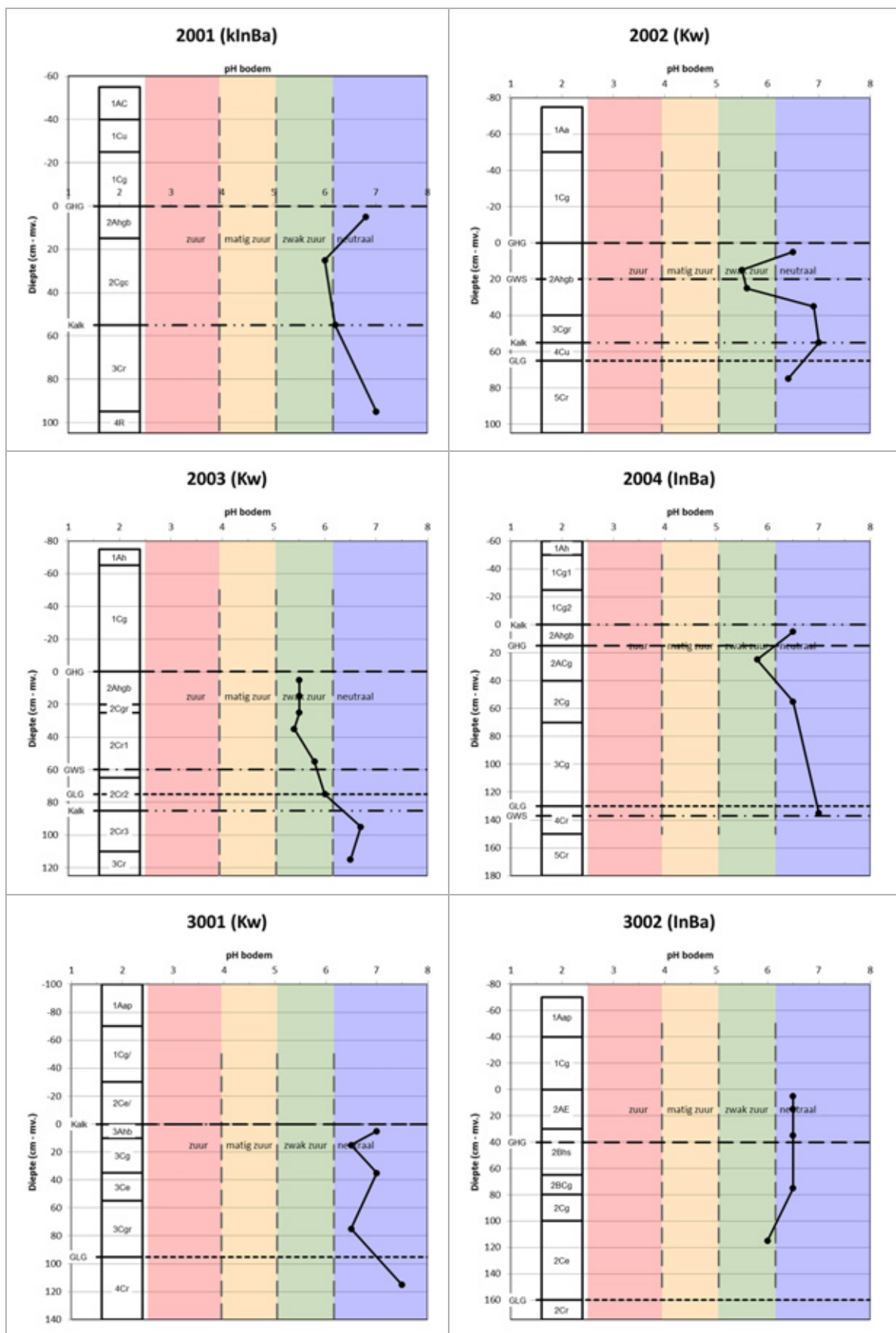
Fase	Gemeenschap	Naam	PS006	H2DL PS010	H2GK PS010	PS011	PS012	H2BD PS013	H2DV PS013	H2BD PS014	H2BV PS014	PS016	PS111	PS113
1 - Pioneer	09RG_A	Rompgemeenschap van Zomprus (toegevoegd)										1		
	11AA01	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies		1	1	1	1							
	14BA	Dwerghaver-verbond	1											
	14BA01	Vogelpootjes-associatie	1											
	28AA	Dwergbiezen-verbond						1		1	1	1		
	28AA01	Draadgentiaan-associatie						1		1	1	1		
	28AA02	Associatie van Borstelbies en Moerasmuur						1	1	1	1	1		
	28AA03	Associatie van Dwergbloem en Hauwmos						1		1	1	1		
	29AA	Tandzaad-verbond												
	29AA01	Associatie van Waterpeper en Tandzaad								1	1			
	29AA02	Associatie van Goudzuring en Moerasandijvie							1	1				
	29AA03	Associatie van Ganzevoet en Beklierde duizendknoop							1	1				
	29AA04	Slijkgroen-associatie								1	1			
	09BA02	Associatie van Vetblad en Vlozegge											1	
2 - Grasland/heide	11AA02	Associatie van Gewone dophei	1	1	1	1	1							
	11AA02A	Ass. van Gewone dophei; subass. met Veenmos	1	1	1	1	1							
	11AA02B	Ass. van Gewone dophei; subass. met Bosbes	1	1	1	1	1							
	11AA02C	Ass. van Gewone dophei; typische subass.	1	1	1	1	1							
	11AA02D	Ass. van Gewone dophei; subass. met korstmossen	1	1	1	1	1							
	11AA02E	Ass. van Gewone dophei; subass. met Gevlekte orchis	1	1	1	1	1							
	12BA01	Associatie van Geknikte vossestaart						1	1	1	1		1	
	16AA	Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje												
	16AA01	Blauwgrasland												
	16AA01A	Blauwgrasland; subass. met Borstelgras						1	1	1	1	1		
	16AA01B	Blauwgrasland; typische subass.						1	1	1	1	1		
	16AA01C	Blauwgrasland; subass. met Melkeppe						1	1	1	1	1		
	16AA01D	Blauwgrasland; subass. met Parnassia						1	1	1	1	1		
	16AB04	Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid							1	1	1			
	16AB04A	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Zomprus								1	1			
	16AB04B	Ass. van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Blauwe zegge									1	1		
	16BC01	Kamgrasweide	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
	16BC01A	Kamgrasweide; typische subass.						1	1	1	1	1		1
16BC01B	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver		1		1	1	1	1	1	1	1		1	
16RG01	Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Engels raaigras						1	1	1			1	1	
16RG02	Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem							1	1			1	1	
16RG03	Rompgemeenschap van Rood zwenkgras en Moerasrolklaver							1	1			1	1	

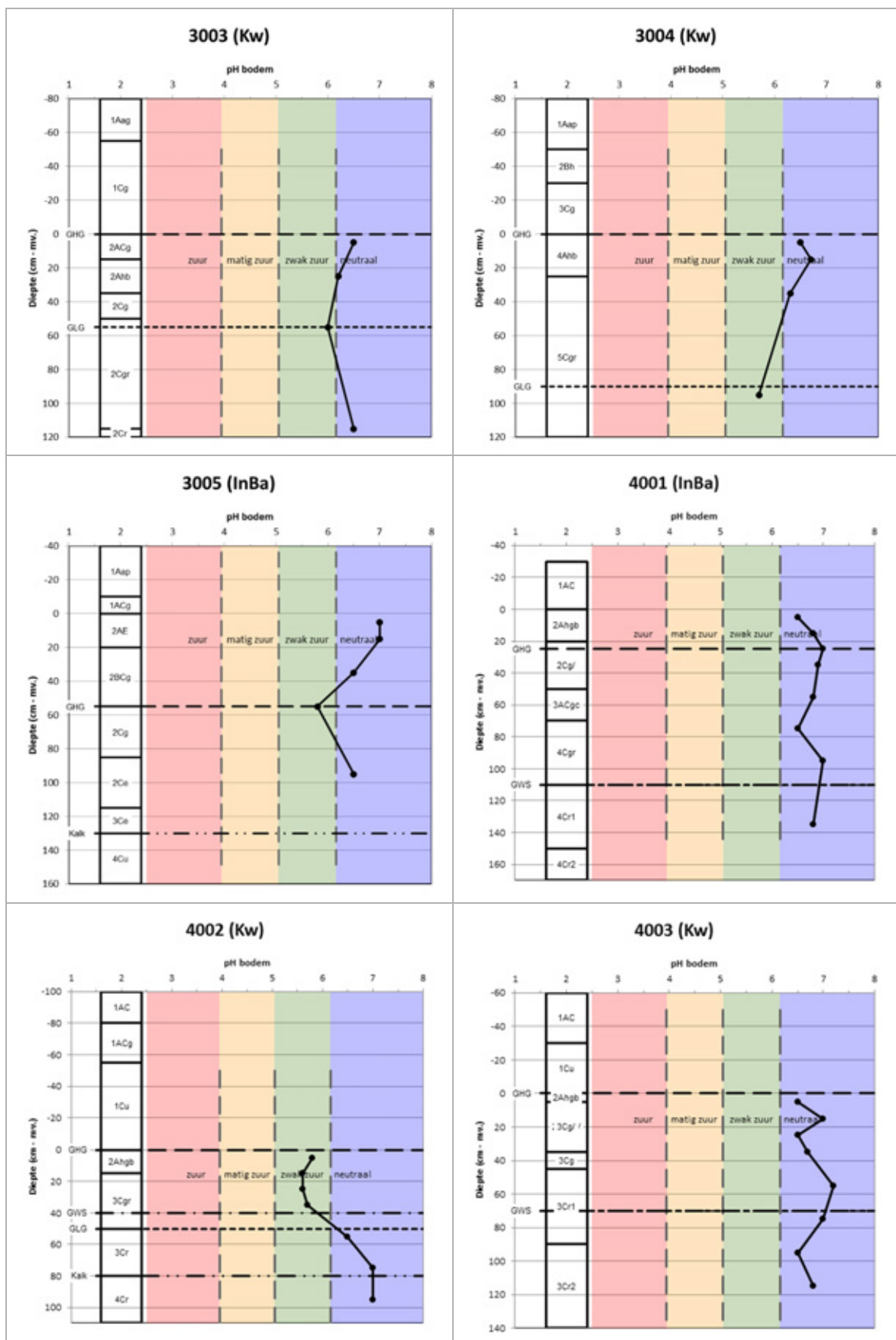
Fase	Gemeenschap	Naam	PS006	H2DL PS010	H2GK PS010	PS011	PS012	H2BD PS013	H2DV PS013	H2BD PS014	H2BV PS014	PS016	PS111	PS113
3 - Struweel	19AA01	Associatie van Liggend walstro en Schapegras	1											
	19AA02	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras					1							
	19RG_A	Rompgemeenschap van Liggend walstro (toegevoegd)	1											
	19RG01	Rompgemeenschap van Borstelgras	1											
	20AA01D	Ass. van Struikhei en Stekelbrem; subass. met Tandjesgras	1											
	35AA	Brummel-verbond	1											
	35AA01	Associatie van Bronskleurige bosbraam	1											
	35AA02	Associatie van Witte bosbraam	1	1	1	1	1	1	1				1	
	35AA03	Associatie van Sierlijke woudbraam	1	1	1	1	1	1	1				1	
	36AA	Verbond der wilgenbroekstruwelen	1					1	1			1		1
	36AA01	Associatie van Geoorde wilg	1					1	1			1		1
	36AA02	Associatie van Grauwe wilg	1					1	1			1		1
	36RG02	Rompgemeenschap van Wilde gage					1							
	37AB01	Associatie van Sleedoorn en Eenstijlige meidoorn								1	1			
	40AA	Verbond der berkenbroekbossen		1	1									
	40AA01	Dophei-Berkenbroek		1	1									
	40AA01A	Dophei-Berkenbroek; subass. met Eenarig wollegras		1	1									
	40AA01B	Dophei-Berkenbroek; subass. met Struikhei		1	1									
	40AA01C	Dophei-Berkenbroek; arme subass.		1	1									
	40AA02	Zompzegge-Berkenbroek		1	1									
	40RG01	Rompgemeenschap van Gageelstruwelen					1							
	42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje	1	1	1	1						1		
4 - Bos	39AA	Verbond der elzenbroekbossen						1	1			1		
	39AA02	Elzenzegge-Elzenbroek						1	1			1		
	39AA02A	Elzenzegge-Elzenbroek; typische subass.						1	1			1		
	39AA02B	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Bittere veldkers						1	1			1		
	39AA02C	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zwarte bes						1	1			1		
	39AA02D	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos						1	1			1		
	39AA02E	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zompzegge						1	1			1		
	40AA	Verbond der berkenbroekbossen	1	1	1	1								
	40AA01	Dophei-Berkenbroek	1	1	1									
	40AA01A	Dophei-Berkenbroek; subass. met Eenarig wollegras	1	1	1									
	40AA01B	Dophei-Berkenbroek; subass. met Struikhei	1	1	1									
	40AA01C	Dophei-Berkenbroek; arme subass.	1	1	1									
	40AA02	Zompzegge-Berkenbroek	1	1	1									
	40AA02A	Zompzegge-Berkenbroek; subass. met Melkeppe	1	1	1									

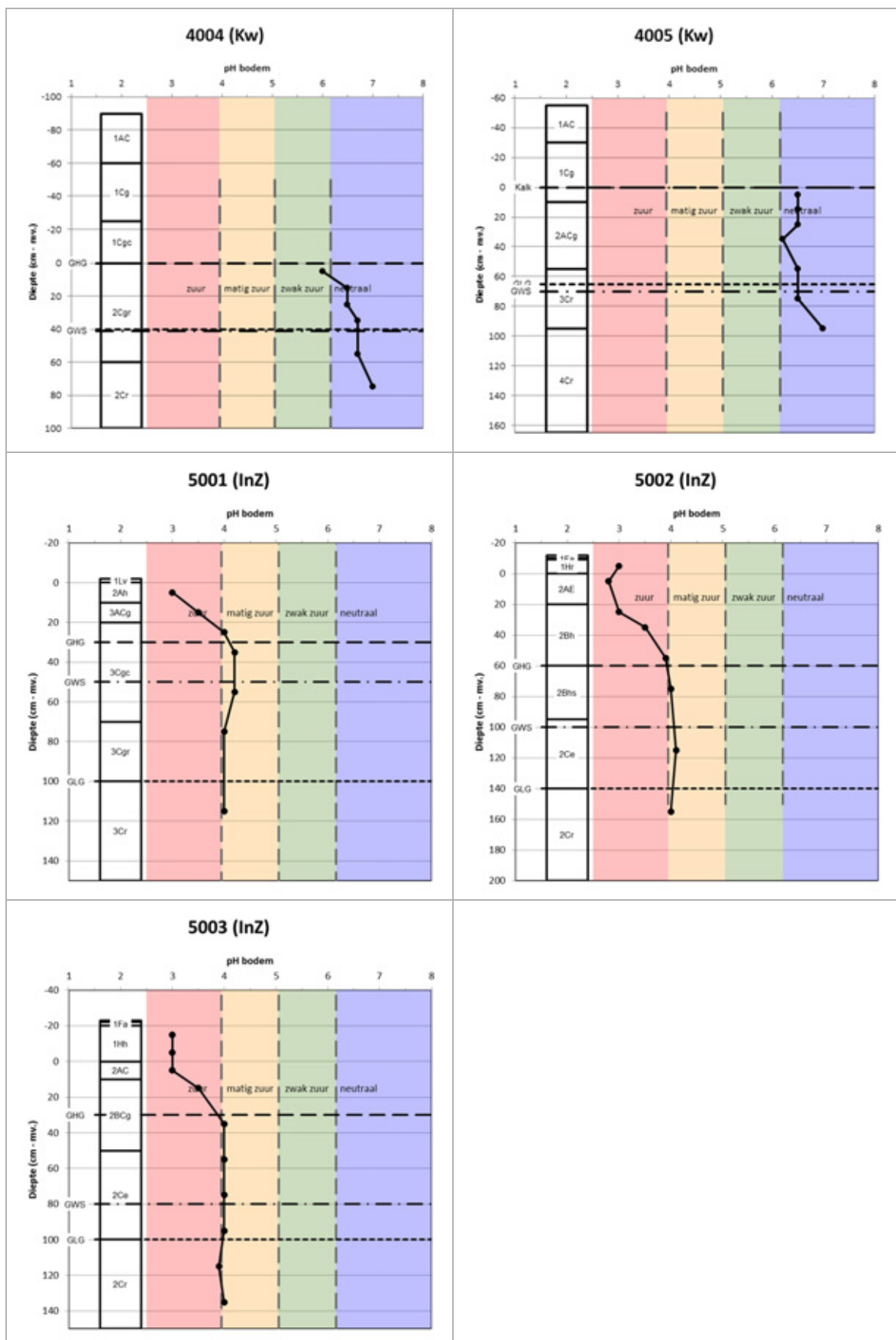
Fase	Gemeenschap	Naam	PS006	HzDL PS010	HzGK PS010	PS011	PS012	HzBD PS013	HzDV PS013	HzBD PS014	HzBV PS014	PS016	PS011	PS013
	40AA02B	Zompzegge-Berkenbroek; typische subass.	1	1	1		1							
	40RG02	Rompgemeenschap van Pijpestrootje				1	1							
	41AA02	Korstmossen-Dennenbos				1								
	41AA02A	Korstmossen-Dennenbos; subass. met Cladonia-soorten				1								
	41AA02B	Korstmossen-Dennenbos; subass. met Gerimpeld gaffeltandmos				1								
	41AA03	Kussentjesmos-Dennenbos				1								
	41AA03A	Kussentjesmos-Dennenbos; subass. met Bochtige smele				1								
	41AA03B	Kussentjesmos-Dennenbos; subass. met Bosbessen				1								
	41AA03C	Kussentjesmos-Dennenbos; subass. met Kraaiheide				1								
	41AA03D	Kussentjesmos-Dennenbos; subass. met Pijpestrootje				1								
	42AA01	Berken-Eikenbos	1	1	1	1	1						1	
	42AA01D	Berken-Eikenbos; subass. met Pijpestrootje				1	1							
	42AA02A	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Blauwe bosbes	1	1	1	1	1							
	42AA02B	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Adelaarsvaren	1	1	1	1	1						1	
	42AA02C	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Lelietje-van-dalen	1	1	1									
	42AA02D	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Pijpestrootje	1	1	1	1	1							
	42AA02E	Beuken-Zomereikenbos; subass. met Gladde witbol	1	1	1	1	1						1	
	42AA03	Bochtige smele-Beukenbos	1	1	1	1							1	
	42AA03B	Bochtige smele-Beukenbos; typische subass.	1	1	1	1								
	42AA03C	Bochtige smele-Beukenbos; subass. met Gewoon pronkmos	1	1	1	1								
	43AA	Verbond van Els en Vogelkers						1	1	1	1	1	1	1
	43AA01	Abelen-Iepenbos						1	1	1	1	1	1	1
	43AA01A	Abelen-Iepenbos; subass. met Slangelook						1	1	1	1	1	1	1
	43AA01B	Abelen-Iepenbos; Soortenarme subass.						1	1	1	1	1	1	1
	43AA01C	Abelen-Iepenbos; subass. met Wilde hyacint						1	1	1	1	1	1	1
	43AA02	Essen- Iepenbos						1	1	1	1	1	1	1
	43AA02A	Essen- Iepenbos; typische subass.						1	1	1	1	1	1	1
	43AA02B	Essen- Iepenbos; subass. met Gewoon sneeuwklokje						1	1	1	1	1	1	1
	43AA03	Meidoorn-Berkenbos						1	1	1	1	1	1	1
	43AA03A	Meidoorn-Berkenbos; typische subass.						1	1	1	1	1	1	1
	43AA03B	Meidoorn-Berkenbos; subass. met Watermunt						1	1	1	1	1	1	1
	43AA04	Goudveil-Essenbos						1						
	43AA05	Vogelkers- Essenbos	1					1	1	1	1	1	1	1
	43AB01C	Eiken-Haagbeukenbos; typische subass.	1	1	1									
	43AB01F	Eiken-Haagbeukenbos; subass. met Witte klaverzuring	1	1	1			1						

Bijlage 4 pH-profielen









Bijlage 5 Realisatiekansen habitattypen

In onderstaande tabel zijn de per fysiotoop de indexen berekend die aangeven of de actuele grondwaterstanden en zuurgraad voldoen aan de abiotische randvoorwaarden van de habitattypen. De index geeft aan in hoeverre de waarden afwijken van de randvoorwaarden: 0 = voldoet geheel, 1 = voldoet niet, te droog/te basisch, -1 voldoet niet, te nat/te zuur. Waarden ongelijk aan 0 en tussen -1 en 1 geven een gedeeltelijke beperking aan. 9 = er is geen randvoorwaarde geformuleerd. In de kolom 'Real.' is de realisatiekans berekend (tussen 0 en 1) op basis van de indexen. Onder aan de tabel is per fysiotoop aangegeven wat het waarschijnlijkste habitatype (Doelt. 1) is (met de hoogste realisatiekans) en wat een ander mogelijk habitatype is (met de op een na hoogste realisatiekans). Dit is apart aangegeven voor korte vegetaties en bos. Dat is afhankelijk van het beheer. De methode is beschreven in § 5.3.

Fysiotoop	Opp	Indexen H4010A				Real.	Indexen H4030				Real.
		GVG	GLG	DS	ZG		GVG	GLG	DS	ZG	
HxBD_PS012_NA	0.17	0.5	9	0	0.5	0.25	-1	9	0	0	0
HxBD_PS013_NA	2.38	0.14	9	0	1	0	-1	9	0	0.78	0
HxBD_PS013_wZN	0	-0.68	9	0	1	0	-1	9	0	1	0
HxBD_PS013_ZN	0.77	-0.27	9	0	1	0	-1	9	0	1	0
HzBN_PS016_wZN	0.83	-0.68	9	0	1	0	-1	9	0	1	0
HzBN_PS016_ZN	0.2	0	9	0	0.95	0.05	-1	9	0	0.67	0
HzBV_PS014_NA	0.09	0.27	9	0	0.95	0.04	-1	9	0	0.67	0
HzBV_PS014_wZN	1.05	-0.5	9	0	1	0	-1	9	0	1	0
HzDL_PS010_DR	0.05	1	9	0.57	0	0	-0.18	9	0	0	0.82
HzDV_PS011_DR	0.61	1	9	0.57	0	0	0	9	0	0	1
HzDV_PS011_NA	0.78	0	9	0	1	0	-1	9	0	1	0
HzDV_PS011_VO	0.28	0.96	9	0.4	1	0	-0.54	9	0	1	0
HzDV_PS013_DR	0.12	1	9	0.62	0	0	-0.14	9	0	0	0.86
HzDV_PS013_NA	0.08	0.96	9	0	1	0	-0.54	9	0	0.78	0.1
HzGK_PS006_DR	0.05	1	9	0.62	1	0	-0.14	9	0	0.71	0.25
HzGK_PS006_NA	0.04	0.27	9	0	1	0	-1	9	0	0.71	0
HzGK_PS006_NB	0.02	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
HzGK_PS006_VN	1.24	0.41	9	0	1	0	-1	9	0	0.71	0
HzGK_PS006_VO	0.01	0.96	9	0	1	0	-0.54	9	0	0.71	0.13
HzGK_PS010_DR	0.05	1	9	0.62	0	0	-0.14	9	0	0	0.86
HzGK_PS010_VO	0.46	1	9	0.4	1	0	-0.5	9	0	1	0
HzOL_PS113_VO	0.17	1	9	0.57	1	0	-0.5	9	0	1	0
HZOZ_PS111_DR	0.98	1	9	0.19	1	0	0	9	0	0	1

Fysiotoop	Opp	Indexen H6230				Real.	Indexen H6410				Real.
		GVG	GLG	DS	ZG		GVG	GLG	DS	ZG	
HxBD_PS012_NA	0.17	-0.5	9	0	-0.25	0.38	1	9	0	-0.75	0
HxBD_PS013_NA	2.38	-0.5	9	0	0.28	0.36	0.45	9	0	-0.13	0.48
HxBD_PS013_wZN	0	-1	9	0	0.8	0	-0.68	9	0	0.37	0.2
HxBD_PS013_ZN	0.77	-0.77	9	0	0.9	0.02	-0.09	9	0	0.4	0.55
HzBN_PS016_wZN	0.83	-1	9	0	0.8	0	-0.68	9	0	0.37	0.2
HzBN_PS016_ZN	0.2	-0.5	9	0	0.19	0.4	0	9	0	-0.19	0.81
HzBV_PS014_NA	0.09	-0.5	9	0	0.19	0.4	0.71	9	0	-0.19	0.24
HzBV_PS014_wZN	1.05	-1	9	0	0.8	0	-0.5	9	0	0.37	0.32
HzDL_PS010_DR	0.05	0	9	0.1	-0.5	0.45	1	9	0.8	-1	0
HzDV_PS011_DR	0.61	0	9	0.1	-0.5	0.45	1	9	0.8	-1	0
HzDV_PS011_NA	0.78	-0.5	9	0	0.95	0.02	0.5	9	0	0.55	0.22
HzDV_PS011_VO	0.28	0	9	0	1	0	1	9	0.72	0.5	0
HzDV_PS013_DR	0.12	0	9	0.15	-0.5	0.42	1	9	0.82	-1	0
HzDV_PS013_NA	0.08	0	9	0	0.28	0.72	1	9	0	-0.13	0

HzGK_PS006_DR	0.05	0	9	0.15	0	0.85	1	9	0.82	-0.14	0
HzGK_PS006_NA	0.04	-0.5	9	0	0	0.5	0.71	9	0	-0.14	0.25
HzGK_PS006_NB	0.02	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
HzGK_PS006_VN	1.24	-0.48	9	0	0	0.52	0.89	9	0	-0.14	0.1
HzGK_PS006_VO	0.01	0	9	0	0	1	1	9	0	-0.14	0
HzGK_PS010_DR	0.05	0	9	0.15	-0.5	0.42	1	9	0.82	-1	0
HzGK_PS010_VO	0.46	0	9	0	1	0	1	9	0.72	0.5	0
HzOL_PS113_VO	0.17	0	9	0.1	0	0.9	1	9	0.8	0	0
HzOZ_PS111_DR	0.98	0	9	0	0	1	1	9	0.56	-0.5	0

Fysiotoop	Opp	Indexen H7230				Real.	Indexen H9120				Real.
		GVG	GLG	DS	ZG		GVG	GLG	DS	ZG	
HzBD_PS012_NA	0.17	0.93	9	0	-1	0	-0.5	9	0	0	0.5
HzBD_PS013_NA	2.38	0.42	9	0	-0.63	0.22	-0.87	9	0	0.52	0.06
HzBD_PS013_wZN	0	-0.5	9	0	0.3	0.35	-1	9	0	1	0
HzBD_PS013_ZN	0.77	-0.02	9	0	0.4	0.59	-1	9	0	1	0
HzBN_PS016_wZN	0.83	-0.5	9	0	0.3	0.35	-1	9	0	1	0
HzBN_PS016_ZN	0.2	0	9	0	-0.83	0.17	-1	9	0	0.33	0
HzBV_PS014_NA	0.09	0.68	9	0	-0.83	0.05	-0.74	9	0	0.33	0.17
HzBV_PS014_wZN	1.05	-0.5	9	0	0.3	0.35	-1	9	0	1	0
HzDL_PS010_DR	0.05	1	9	0.77	-1	0	-0.17	9	0	0	0.83
HzDV_PS011_DR	0.61	1	9	0.77	-1	0	0	9	0	0	1
HzDV_PS011_NA	0.78	0.5	9	0	0.45	0.28	-1	9	0	1	0
HzDV_PS011_VO	0.28	1	9	0.68	0.5	0	-0.47	9	0	1	0
HzDV_PS013_DR	0.12	1	9	0.8	-1	0	-0.12	9	0	0	0.88
HzDV_PS013_NA	0.08	1	9	0	-0.63	0	-0.47	9	0	0.52	0.25
HzGK_PS006_DR	0.05	1	9	0.8	-1	0	-0.12	9	0	0.36	0.56
HzGK_PS006_NA	0.04	0.68	9	0	-1	0	-0.74	9	0	0.36	0.17
HzGK_PS006_NB	0.02	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
HzGK_PS006_VN	1.24	0.79	9	0	-1	0	-0.61	9	0	0.36	0.25
HzGK_PS006_VO	0.01	1	9	0	-1	0	-0.47	9	0	0.36	0.34
HzGK_PS010_DR	0.05	1	9	0.8	-1	0	-0.12	9	0	0	0.88
HzGK_PS010_VO	0.46	1	9	0.68	0.5	0	-0.5	9	0	1	0
HzOL_PS113_VO	0.17	1	9	0.77	-1	0	-0.5	9	0	0.5	0.25
HzOZ_PS111_DR	0.98	1	9	0.5	-1	0	0	9	0	0	1

Fysiotoop	Opp	Indexen H9160A				Real.	Indexen H91E0C				Real.
		GVG	GLG	DS	ZG		GVG	GLG	DS	ZG	
HzBD_PS012_NA	0.17	-0.42	9	0	-0.25	0.43	0.5	1	9	-0.5	0
HzBD_PS013_NA	2.38	-0.71	9	0	0.02	0.28	0.18	0.96	9	-0.24	0.02
HzBD_PS013_wZN	0	-1	9	0	0.3	0	-0.5	0.5	9	0	0.25
HzBD_PS013_ZN	0.77	-1	9	0	0.4	0	-0.16	0.81	9	0	0.16
HzBN_PS016_wZN	0.83	-1	9	0	0.3	0	-0.5	0.5	9	0	0.25
HzBN_PS016_ZN	0.2	-1	9	0	-0.02	0	0	1	9	-0.33	0
HzBV_PS014_NA	0.09	-0.53	9	0	-0.02	0.46	0.31	0.96	9	-0.33	0.02
HzBV_PS014_wZN	1.05	-1	9	0	0.3	0	-0.5	0.5	9	0	0.25
HzDL_PS010_DR	0.05	0	9	0.39	-0.5	0.31	0.72	1	9	-0.5	0
HzDV_PS011_DR	0.61	0	9	0.39	-0.5	0.31	0.5	1	9	-0.5	0
HzDV_PS011_NA	0.78	-1	9	0	0.45	0	0	1	9	0	0
HzDV_PS011_VO	0.28	0	9	0.14	0.5	0.43	0.5	1	9	0	0
HzDV_PS013_DR	0.12	0	9	0.46	-0.5	0.27	0.77	1	9	-0.5	0
HzDV_PS013_NA	0.08	0	9	0	0.02	0.98	0.5	1	9	-0.24	0
HzGK_PS006_DR	0.05	0	9	0.46	0	0.54	0.77	1	9	-0.5	0
HzGK_PS006_NA	0.04	-0.53	9	0	0	0.47	0.31	0.96	9	-0.5	0.01
HzGK_PS006_NB	0.02	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
HzGK_PS006_VN	1.24	-0.37	9	0	0	0.63	0.45	1	9	-0.5	0
HzGK_PS006_VO	0.01	0	9	0	0	1	0.5	1	9	-0.5	0
HzGK_PS010_DR	0.05	0	9	0.46	-0.5	0.27	0.77	1	9	-0.5	0
HzGK_PS010_VO	0.46	0	9	0.14	0.5	0.43	0.5	1	9	0	0
HzOL_PS113_VO	0.17	0	9	0.39	0	0.61	0.5	1	9	-0.5	0
HzOZ_PS111_DR	0.98	0	9	0	0	1	1	1	9	-0.5	0

Fysiotooop	Opp	Korte vegetaties				Bos			
		Doelt. 1	Real. 1	Doelt. 2	Real. 2	Doelt. 1	Real. 1	Doelt. 2	Real. 2
HxBD_PS012_NA	0.17	H4010A	0.25	H6230	0.375	H9120	0.5	geen	0
HxBD_PS013_NA	2.38	H6410	0.476	H7230	0.215	H91E0C	0.024	H9120	0.062
HxBD_PS013_wZN	0	H6410	0.205	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9120	0
HxBD_PS013_ZN	0.77	H6410	0.547	H7230	0.59	H91E0C	0.158	H9120	0
HzBN_PS016_wZN	0.83	H6410	0.205	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9160A	0
HzBN_PS016_ZN	0.2	H6410	0.81	H7230	0.167	H91E0C	0	H9160A	0
HzBV_PS014_NA	0.09	H6410	0.236	H7230	0.054	H91E0C	0.018	H9160A	0.455
HzBV_PS014_wZN	1.05	H6410	0.316	H7230	0.35	H91E0C	0.25	H9160A	0
HzDL_PS010_DR	0.05	H4010A	0	H4030	0.821	H9120	0.831	H9160A	0.307
HzDV_PS011_DR	0.61	H4010A	0	H4030	1	H9120	1	geen	0
HzDV_PS011_NA	0.78	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	geen	0
HzDV_PS011_VO	0.28	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	geen	0
HzDV_PS013_DR	0.12	H6410	0	H7230	0	H91E0C	0	H9120	0.875
HzDV_PS013_NA	0.08	H6410	0	H7230	0	H91E0C	0	H9120	0.253
HzGK_PS006_DR	0.05	H4010A	0	H6230	0.85	H9120	0.564	H9160A	0.538
HzGK_PS006_NA	0.04	H4010A	0	H6230	0.5	H9120	0.166	H9160A	0.466
HzGK_PS006_NB	0.02	H4010A	9	H6230	9	H9120	9	H9160A	9
HzGK_PS006_VN	1.24	H4010A	0	H6230	0.525	H9120	0.25	H9160A	0.626
HzGK_PS006_VO	0.01	H4010A	0	H6230	1	H9120	0.339	H9160A	1
HzGK_PS010_DR	0.05	H4010A	0	H4030	0.865	H9120	0.875	H9160A	0.269
HzGK_PS010_VO	0.46	H4010A	0	H4030	0	H9120	0	H9160A	0.43
HzOL_PS113_VO	0.17	geen	0	geen	0	H9160A	0.614	geen	0
HzOZ_PS111_DR	0.98	geen	0	geen	0	H9120	1	geen	0

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2913
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2913
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

