



Bodemonderzoek Liefstinghsbroek

Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen effecten van stikstofdepositie

R.W. de Waal en S.P.J. van Delft



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Bodemonderzoek Liefstinghsbroek

Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen effecten van stikstofdepositie

R.W. de Waal en S.P.J. van Delft

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door RWE Generation Business Development Netherlands (GED-B-NL)

Alterra Wageningen UR
Wageningen, november 2014

Alterra-rapport 2580
ISSN 1566-7197

Waal, R.W., S.P.J. van Delft, 2014. *Bodemonderzoek Liefstinghsbroek; Ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek voor maatregelen tegen effecten van stikstofdepositie*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2580. 60 blz.; 24 fig.; 10 tab.; 24 ref.

Referaat NL In Natura2000-gebied Liefstinghsbroek is een bodemonderzoek uitgevoerd als nadere uitwerking van een eerdere inventarisatie van maatregelen die in het gebied worden voorgesteld om de instandhoudingsdoelen voor het Blauwgrasland (Habitatype H6410) te verbeteren in twee bestaande schraalgraslanden en waar mogelijk uit te breiden binnen een derde grasland. Het gebied op de overgang van een dekzandvlakte met voormalig hoogveen naar het beekdal van de Ruiten Aa omvat beekeerdgronden (zand) en leekeerdgronden (klei) en heeft sterk onder invloed gestaan van kwel. pH-profielen en een lage calciumbezetting geven aanwijzingen voor de vorming van neerslaglenzen. In het grotere grasland is de fosfaattoestand van de hogere delen te hoog. In één van de twee kleine schraallanden wordt voorgesteld experimenteel kleinschalig en ondiep te plaggen en de bosrand terug te zetten. Voor het grote grasland wordt geadviseerd delen 10 à 20 cm af te graven en in het gehele perceel een verschrallingsbeheer in te stellen. Hiermee kunnen de realisatiekansen voor blauwgrasland aanzienlijk verbeterd worden.

Referaat UK In three grasslands in Natura-2000 nature reserve Liefstinghsbroek a soil survey has been conducted to specify measures that have been proposed earlier to improve conditions for Nature-2000 habitat type H6410. The area is at the edge of a brook valley where sand and clay soils with a shallow water table are dominant. Soil and moisture conditions are favourable for the habitat type. Due to accumulation of precipitation water acid-buffer is somewhat low. In parts of one of the grasslands nutrient availability is too high (mainly phosphorus). In one of the smaller grasslands experimental sod cutting is proposed as well as removal of some trees at the edge, in the larger grassland removal of 10 to 20 cm of the topsoil is recommended. These measures will considerably improve the conditions for habitat type H6410.

Trefwoorden: Liefstinghsbroek, stikstofdepositie, fosfaat, natuurherstel, natuurontwikkeling

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

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- 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.

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

Alterra-rapport 2580 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Humusprofiel bij boring A2 (Bas van Delft)

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
2	Verzamelde gegevens	11
	2.1 Landschapsecologische positie	11
	2.2 Beschrijving percelen	15
	2.3 Bodem en grondwatertrappen	18
	2.4 Fysiotopen	21
	2.5 Humusvormen	22
	2.6 Bodemonsters	25
	2.7 pH-profielen en zuurbuffer	25
	2.7.1 Kwelindicatie en calciumverzadiging	27
	2.7.2 Vergelijking met referentiewaarden	29
3	Geschiktheid voor blauwgrasland	31
	3.1 Ecopedologische beoordeling	31
	3.2 Fosfaattoestand	33
	3.2.1 Vergelijking met referentiewaarden	34
	3.2.2 Beoordeling huidige situatie	35
	3.2.3 Opties voor verbetering	35
	3.3 Stikstof	36
4	Inrichtingsadvies	37
	4.1 Inrichting	37
	4.1.1 Perceel A	37
	4.1.2 Perceel B	38
	4.1.3 Perceel C (De Paardenwei)	38
	4.2 Beheer	39
	4.3 Effect op nutriënten	39
	4.3.1 Fosfaat	39
	4.3.2 Stikstof	40
	Literatuur	42
	Bijlage 1 Kaarten	44
	Bijlage 2 Analyseresultaten	51
	Bijlage 3 Schematische profielen	52

Samenvatting

In Natura2000-gebied Liefstingsbroek (gemeente Vlagtwedde) is door Alterra een bodemonderzoek uitgevoerd als nadere uitwerking van een eerdere inventarisatie van maatregelen die in het gebied worden voorgesteld om de instandhoudingsdoelen voor het Blauwgrasland (Habitatype H6410) te verbeteren in twee bestaande schraalgraslanden (samen ca. 0,49 ha) en waar mogelijk uit te breiden binnen een derde grasland, de Paardenwei (2,04 ha). Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van elektriciteitsmaatschappij RWE en in overleg met Natuurmonumenten en ARCADIS.

In verband met de Natuurbeschermingswetvergunning van de RWE-centrale in de Eemshavengebied is door ARCADIS het effect van de stikstofdepositie en de bijdrage van de RWE-centrale hieraan in het Natura 2000-gebied Liefstingsbroek gekwantificeerd. Hieruit blijkt dat alleen voor het habitatype H6410 Blauwgraslanden sprake is van een overschrijding van de kritische depositiewaarden (KDW). Ook blijkt de extra bijdrage van de centrale aan de depositie zeer gering te zijn. RWE wil op vrijwillige basis bijdragen aan de versterking van de kwetsbare leefgemeenschappen in het Liefstingsbroek. De maatregelen zullen mede zijn toegespitst op het afvoeren van stikstof uit het habitatype H6410 Blauwgraslanden. Over de volgende maatregelen is door betrokken partijen overeenstemming bereikt:

1. Terugdringen van de effecten van stikstofdepositie in de bestaande graslandjes door plaggen, schaduw- en bladval vermindering en strooiselverwijdering.
2. Maatregelen in de Paardenwei die moeten leiden tot een robuuster systeem en uitbreiding van het areaal Blauwgrasland.

Het Liefstingsbroek ligt op de overgang van een dekzandvlakte en het beekdal van de Ruiten Aa. De dekzandvlakte is in het verleden grotendeels overdekt geweest door een groot hoogveengebied. In deze zone kwamen voornamelijk beekerdgronden (pZg23), gooreerdgronden (pZn23) en veldpodzolgronden (Hn21, Hn23) voor. Door grootschalige natuurontwikkeling in de omgeving zijn deze veelal omgevormd tot vlakvaaggronden (Zn21 of Zn23). In het Liefstingsbroek komen nog voornamelijk (deels ijzerrijke) beekerdgronden en kleigronden voor, hetgeen wijst op een duidelijke invloed van de beek in het gebied.

Perceel A (0,29 ha) ligt centraal in het gebied, op een iets verhoogde rug tussen kleiige en moerige beekdalafzettingen. Door bezanding is het perceel iets opgehoogd. Hier komen de best ontwikkelde blauwgraslandvegetaties voor, maar de meest kritische soorten ontbreken. Door verdroging en de afname van kwelinvloed komen overgangen voor naar heischraal grasland en kleine zeggenvegetaties. Omdat bomen aan de rand met het bos over het grasland heen groeien is de oppervlakte van het perceel afgenomen.

Perceel B (0,20 ha) ligt ten zuidwesten van perceel A en is tevens de verbinding met de Osseveldweg langs het gebied. Het heeft een vergelijkbare bodemkundige toestand, maar de vegetatie neigt meer naar kleine zeggevegetaties.

Perceel C (De Paardenwei, 2,04 ha) heeft een zwak reliëf met zandige welvingen en dalvormige laagten met klei. Het perceel wordt begraaasd en kan het beste gekarakteriseerd worden als een witbolgrasland, met Biezenknoppen, Kruipende boterbloem, Moerasrolklaver en lokaal vrij veel Pitrus. In de (niet begraaasde) westpunt komt een grote zeggenvegetatie voor.

Voor het bodemonderzoek zijn op 15 locaties uitgebreide profielbeschrijvingen gemaakt en is op 23 locaties een (niet beschreven) tussenboring gedaan om grenzen tussen kaartvlakken vast te kunnen stellen en om de verbreiding van eenheden in het omringende bos te kunnen vaststellen. De bodem in de percelen bestaat voornamelijk uit bruine beekerdgronden in sterk lemig zeer fijn zand (tbZg35 en cbZg35) en uit leekerdgronden (tRn32C). De grondwatertrappen zijn overwegend IIIa en IIIb. Op kleine oppervlakten komt ook grondwatertrap wIIa en Vbo voor.

De bodem- en grondwatertrappenkaart zijn vertaald naar een fysiotopenkaart waarmee de landschapsecologische positie van de gronden wordt samengevat. De volgende fysiotopen zijn onderscheiden:

- Hz Zandige welving
- Mz Lage zandige welving of flank
- Mk Lage kleiige welving of flank
- Lv Vochtige dalvormige laagte
- Ln Natte laagte

De humusvormen in het onderzoeksgebied behoren vrijwel allemaal tot de hydro-humusvormen met geen of beperkte ectorganische stapeling van organische stof. Dankzij de invloed van zwak tot matig gebufferd grondwater en het bufferend vermogen van de sterk lemige tot sterk zavelige minerale bodem verloopt de vertering van de organische stof in het algemeen snel. Verschillen in stapeling van organische stof en daardoor in humusvormen, is toe te schrijven aan verschillen tussen begroeiing (grasland of bos), vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom. Daarom geven de humusvormen impliciet een indicatie van de standplaatseigenschappen.

Op 14 locaties zijn, bij beschreven boringen, bodemonsters genomen waarbij, afhankelijk van de profielopbouw, één tot drie lagen zijn bemonsterd. In totaal zijn 30 bodemonsters genomen. In alle monsters is een standaardpakket aan analyses uitgevoerd voor het vaststellen van de voedselrijkdom (organische stof, N en P), in 10 monsters zijn ook bepalingen gedaan voor het beoordelen van de zuurbuffer (pH-KCl en calciumverzadiging).

Bij de profielbeschrijvingen is ook het pH-profiel opgenomen door op 9 à 10 dieptes (2, 5, 15, 25, 35, 55, 75, 95, 115 en 135 cm – mv.) de pH te bepalen met indicatorstrookjes. De pH-profielen geven een indicatie voor het voorkomen van kwel in de wortelzone. Duidelijke kwelinvloed is nergens aanwezig. Bij drie profielen is mogelijk sprake van enige lokale kwel van zwak gebufferd water (Lo). Bij zeven profielen komen in de ondergrond pH-waarden voor rond 5,5, wat kan duiden op enig gebufferd grondwater. In al deze profielen blijven de pH-waarden hoger in het profiel laag, waar toegeschreven kan worden aan een neerslaglens, bij twee profielen is dit een ondiepe (Ro) en bij vijf profielen een diepe neerslaglens (Rd). Eveneens vijf profielen hebben over het hele traject lage pH-waarden en moeten als infiltratieprofiel beschouwd worden.

Een belangrijke indicator voor de zuurbuffer in kalkloze bodems is de calciumverzadiging. Deze is in alle profielen zeer laag < 25%. Voor blauwgraslanden elders wordt een calciumverzadiging van 25 – 70% gevonden. Bij een dergelijke lage calciumverzadiging kan ook een verschuiving optreden in het functioneren van het bodemleven. Stikstof dat in goed gebufferde systemen geïmmobiliseerd is in regenwormen en bacteriële biomassa kan daardoor gemineraliseerd worden en extra beschikbaar komen aan de vegetatie.

Zowel uit de pH-profielen als uit de calciumverzadiging kan opgemaakt worden dat in delen van de onderzochte percelen weliswaar gebufferd grondwater kan voorkomen, maar dat de invloed daarvan in de wortelzone zeer gering lijkt te zijn. Om meer inzicht te krijgen in het voorkomen van kwel zou een ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd moeten worden.

De verschillen tussen de fysiotopen komen ook goed tot uiting in de pH-profielen.

Voor het beoordelen van de geschiktheid voor blauwgrasland zijn bodemtype, vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom vergeleken met de standplaatseisen van dit vegetatietype. Het bodemtype voldoet in alle gevallen voor blauwgrasland, tenzij te diep wordt afgegraven en feitelijk een ander bodemtype ontstaat met ongunstige eigenschappen. In de huidige situatie is de vochttoestand over het algemeen optimaal. In perceel A is een kopje met grondwatertrap IIIb suboptimaal voor vocht. Ook in perceel C is een deel van fysiotop Hz suboptimaal voor vocht. De hoogste delen van Hz zijn te droog en dus ongeschikt. Bij het evalueren van inrichtingsmaatregelen waarbij een deel van het profiel wordt afgegraven is het feit dat het maaiveld daardoor dicht bij het grondwater komt en de standplaats dus natter wordt meegenomen in de beoordeling. De zuurgraad is beoordeeld op basis van de in het veld gemeten pH tussen 5 en 15 cm. Met uitzondering van de

hogere delen van perceel B is de huidige zuurgraad overal optimaal. In één vlak in perceel C is de pH op deze diepte hoger dan 5,0 waardoor mogelijk de orchideeënrijke variant van het blauwgrasland tot ontwikkeling zou kunnen komen. Het effect van afgraven is gesimuleerd door bij afgraven de pH waarden op 15, 25 en 35 cm te nemen.

Voor het beoordelen van de fosfaattoestand wordt onderscheid gemaakt tussen de actuele en de potentiële fosfaatbeschikbaarheid. De actuele beschikbaarheid wordt bepaald aan de hand van het Pw getal en is in evenwicht met de fosfaatverzadigingsgraad (PSI) die aangeeft welk deel van de fosfaatbuffercapaciteit bezet is met geadsorbeerd fosfaat. Dit wordt afgeleid van de oxalaatextractie van Al- en Fe-hydroxiden en geadsorbeerd P. De fosfaatbeschikbaarheid kan verlaagd worden door een maaibeheer met afvoer van het maaisel. In eerste instantie wordt daarmee de actueel beschikbare hoeveelheid fosfaat verlaagd. Omdat deze fractie in evenwicht is met de geadsorbeerde (potentieel beschikbare) fractie zal bij een hoge PSI deze verlaging weer deels opgeheven worden door desorptie, waardoor de beschikbaarheid toch hoog blijft. De geadsorbeerde fractie raakt hiermee wel geleidelijk aan uitgeput waardoor zowel de potentiële als actuele beschikbaarheid afnemen.

De bovengronden in de schraallanden en in een deel van de Paardenwei voldoen in de huidige situatie aan de eisen voor de fosfaattoestand. Met name in de hogere delen van de Paardenwei is deze te hoog. Dit kan verbeterd worden door verschralen, uitmijnen of afgraven. Om tot een optimale inrichting te komen is het effect van verschralen vergeleken met het afgraven van 10, 20 of 30 cm van de bovengrond. Daarbij is ook het effect van deze maatregelen op de vochttoestand en de zuurgraad beoordeeld.

De C/N verhouding van de bodemonsters is vergeleken met gegevens van referentiemonsters uit andere blauwgraslanden op minerale bodems. De monsters uit Liefstingsbroek passen goed bij de referentieset. In beide gevallen is de C/N verhouding steeds lager dan 21 waarmee deze bodems als N-eutroof beschouwd kunnen worden. Voor monsters met minder dan 15% organische stof lijkt er een relatie te zijn tussen het organische stofgehalte en de C/N verhouding, waarbij de laatste afneemt naarmate het organische stofgehalte afneemt. Dat kan verklaard worden uit het relatief hoge aandeel stabiele veraarde humus.

Het inrichtingsadvies voor de graslanden in Liefstingsbroek is gebaseerd op ecopedologische geschiktheid voor blauwgrasland en de fosfaattoestand van de bodem in perceel C. Hierbij is een optimalisatieberekening uitgevoerd met als uitgangspunt dat met de minst ingrijpende maatregelen een maximaal resultaat geboekt moet worden. Hieruit komt naar voren dat in delen van de Paardenwei de geschiktheid verbeterd kan worden door 10 à 20 cm van de bovengrond te verwijderen. Daarmee wordt dan de fosfaattoestand (en in een aantal gevallen de vochttoestand) voldoende verbeterd zonder dat hierbij andere standplaatseigenschappen als bodemprofiel en zuurbuffer worden aangetast.

In perceel A wordt geadviseerd kleinschalig en ondiep te plaggen om te onderzoeken of hiermee de uitbreiding van blauwgraslandsoorten bevorderd kan worden. Daarnaast kan langs de bosrand een enkele rij bomen verwijderd worden om de beschaduwning en de bladval tegen te gaan. Deze zone moet dan vervolgens in het maaibeheer worden opgenomen. In perceel B worden geen aanvullende maatregelen voorgesteld, omdat de omstandigheden voor blauwgrasland in de huidige hydrologische situatie niet gunstig zijn.

Het verbeteren van de hydrologie valt niet onder de scope van deze studie. Daar kunnen dan ook geen adviezen over gegeven worden. Wel lijkt het er op dat de geschiktheid voor blauwgrasland nadelig beïnvloed wordt door de accumulatie van neerslagwater. Om hierover te kunnen adviseren is een aanvullende ecohydrologische studie nodig.

De huidige begrazing van de Paardenwei (perceel C) past niet bij het beoogde schraalgrasland met elementen van blauwgrasland aangezien dit een hooilandtype betreft. Ook draagt begrazing niet bij aan verschraling van de nu nog te voedselrijke bodem. Instellen van een maaibeheer, na eventuele inrichting ligt dan ook voor de hand. Het grasland is niet zeer voedselrijk, maar de productiviteit is nog te hoog voor het beoogde blauwgrasland. Daarom wordt voorgesteld om, zeker in de delen die niet

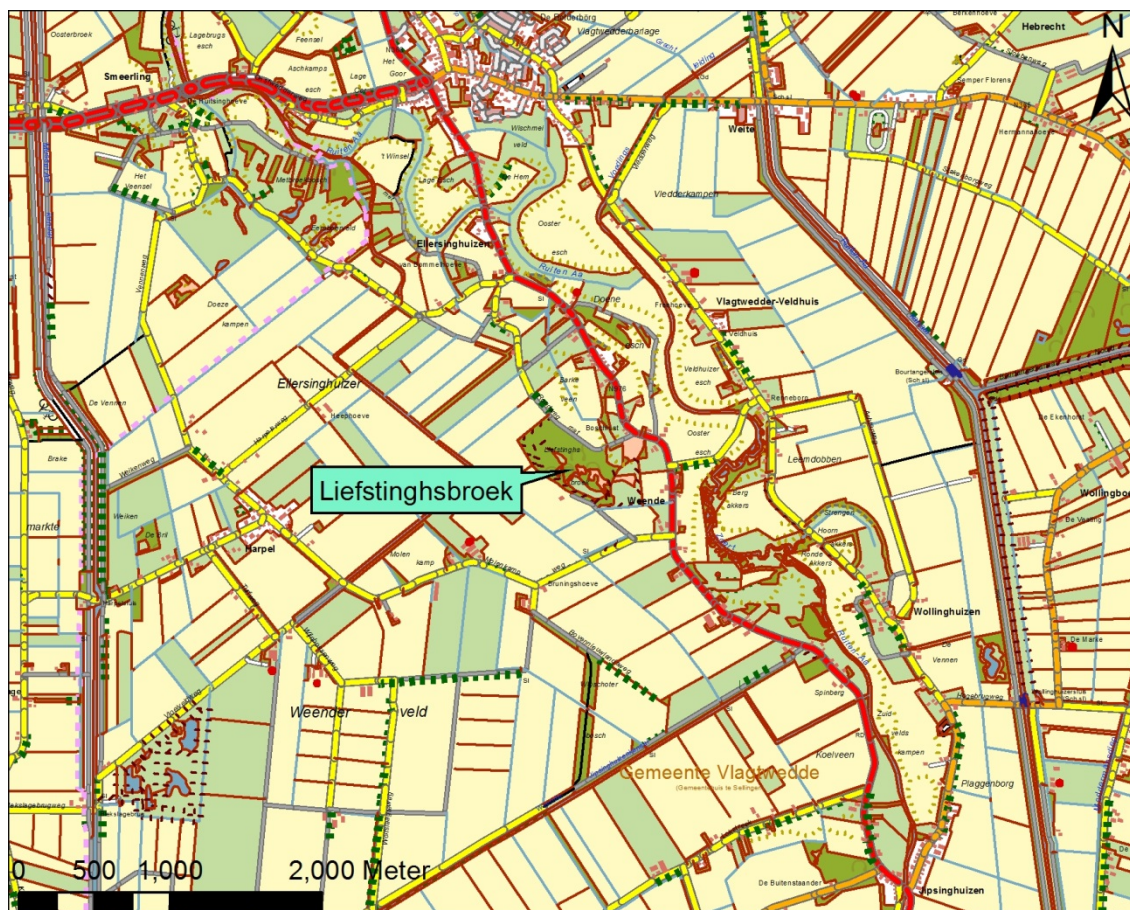
afgegraven worden, een omvormingsbeheer met in eerste instantie jaarlijks twee keer maaien in te stellen. Na voldoende verschraling kan dit worden teruggebracht naar jaarlijks één keer maaien en afvoeren.

Door het uitvoeren van de maatregelen kan de geschiktheid voor blauwgrasland in de Paardenwei (perceel C) zeer sterk verbeterd worden omdat hiermee de fosfaattoestand vrijwel overal tot een optimaal niveau kan worden teruggebracht. Lokaal wordt ook een positief effect op de vochttoestand verwacht.

Omdat in de schraallanden stikstof vooral is opgeslagen in de bovenste lagen van het profiel zal (kleinschalig) plaggen hier leiden tot een verlaging van de hoeveelheid beschikbaar stikstof. In de Paardenwei is het effect naar verwachting kleiner.

1 Inleiding

In dit rapport wordt het bodemonderzoek gepresenteerd dat door Alterra, in opdracht van elektriciteitsmaatschappij RWE is uitgevoerd in Liefstingsbroek. Het onderzoek is uitgevoerd in overleg met Natuurmonumenten en ARCADIS en een nadere uitwerking van een eerdere inventarisatie van maatregelen die in het gebied worden voorgesteld om de instandhoudingsdoelen voor het Blauwgrasland (Habitattype H6410) te verbeteren en waar mogelijk uit te breiden (ARCADIS 2014).



Figuur 1.1 Ligging van het Liefstingsbroek.

Natura2000-gebied Liefstingsbroek¹ ligt in Oost-Groningen, in de gemeente Vlagtwedde (Figuur 1.1). Het bestaat uit gevarieerd loofbos met enkele schraalgraslandjes in het dal van de Ruiten Aa, ca. 900 meter ten westen van deze beek. Het bos heeft de status van Bosreservaat en in het bos komen kwalificerende Natura2000 habitattypen voor. In Liefstingsbroek liggen drie graslanden waarvan er twee (samen ca. 0,49 ha) deels als Blauwgrasland functioneren en een de derde grasland (de Paardenweide, ca. 2.04 ha) nog verder ontwikkeld kan worden naar een grasland met Blauwgrasland elementen (zie Figuur 2.6). Als gevolg van uitgevoerde grootschalige natuurontwikkelingsmaatregelen

¹ Over de naamgeving heerst verwarring. De officiële naam van het gebied is 'Liefstingsbroek', naar de vroegere eigenaar, de familie Liefstingh. Ook Natuurmonumenten gebruikt de naam 'Liefstingsbroek'. Het gebied is echter aangemeld als 'Natura2000-gebied Liefstingsbroek'. Net als Natuurmonumenten en ARCADIS kiezen wij voor de officiële benaming Liefstingsbroek, tenzij de formele aanduiding als Natura2000-gebied wordt bedoeld. In dat geval gebruiken we 'Natura 2000-gebied Liefstingsbroek'.

in de directe omgeving is een vrij sterke vernatting opgetreden waardoor ook verschuivingen in de soortensamenstelling van de schraalgraslanden lijkt op te treden. Zo lijkt het er op dat de verbreiding van Veenmos is toegenomen. De huidige Blauwgraslanden moeten behouden blijven, en de Paardenwei moet ontwikkeld worden in de richting van een Blauwgrasland. De voorgestelde maatregelen (plaggen, schaduw- en bladval vermindering en strooiselverwijdering) tot behoud en ontwikkeling van natuurwaarden moeten leiden tot vermindering van de effecten van stikstofdepositie in het gebied. De vraag is in hoeverre de huidige toestand van standplaatsen, met name de bodem, de humusvorm en het grondwater, deze maatregelen rechtvaardigen en zo ja hoe deze maatregelen uitgevoerd moeten worden.

Naar aanleiding van de uitspraak van de Raad van State op 16 april jl. over de Natuurbeschermingswetvergunning van de RWE-centrale in de Eemshavengebied waarin zij vraagt om een nadere onderbouwing van de effecten in o.a. de gebieden Drouwenerzand en Liefstingsbroek is door ARCADIS een (concept) rapportage opgesteld waarin het effect van de stikstofdepositie en de bijdrage van de RWE-centrale hieraan in het Natura 2000-gebied Liefstingsbroek worden gekwantificeerd (ARCADIS 2014). Hieruit blijkt dat alleen voor het habitatype H6410 Blauwgraslanden sprake is van een overschrijding van de kritische depositiewaarden (KDW). Voor de in het gebied voorkomende boshabitattypen blijft de depositie onder de KDW. Tevens blijkt de extra bijdrage van de centrale aan de depositie zeer gering te zijn. RWE wil op vrijwillige basis bijdragen aan de versterking van de kwetsbare leefgemeenschappen in het Liefstingsbroek. De maatregelen zullen mede zijn toegespitst op het afvoeren van stikstof uit het habitatype H6410 Blauwgraslanden. Door ARCADIS is een aantal maatregelen voorgesteld waarover door betrokken partijen Natuurmonumenten, RWE, de provincie Groningen en ARCADIS overlegd is. Over de volgende maatregelen is overeenstemming bereikt:

1. Maatregelen uitvoeren in de bestaande blauwgraslandjes die bijdragen tot behoud van de aanwezige vegetaties zoals verminderen van de effecten van beschaduwing en bladinvall door het verwijderen van enkele bomen, eventueel aangevuld met kleinschalig plagwerk om de directe stikstofvoorraad in de toplaag te verminderen en de condities voor herstel van de randen te verbeteren. Bij het plagwerk moet voorkomen worden dat neerslaglenzen ontstaan. Ook is nog onvoldoende bekend wat het effect is van recente vernatting. Bodemonderzoek moet uitwijzen wat de beste plekken zijn voor een plagproef.
2. Maatregelen uitvoeren in de Paardenwei (=ingesloten grasland aan de zuidkant van het gebied), die bijdragen tot een robuuster systeem: leidend tot sterkere populaties van kritische soorten als blauwe zegge, sterzegge, blauwe koop en gevlekte orchis en tot uitbreiding van het oppervlak aan blauwgrasland in het Natura2000-gebied (de Paardenwei ligt binnen de begrenzing Natura2000).

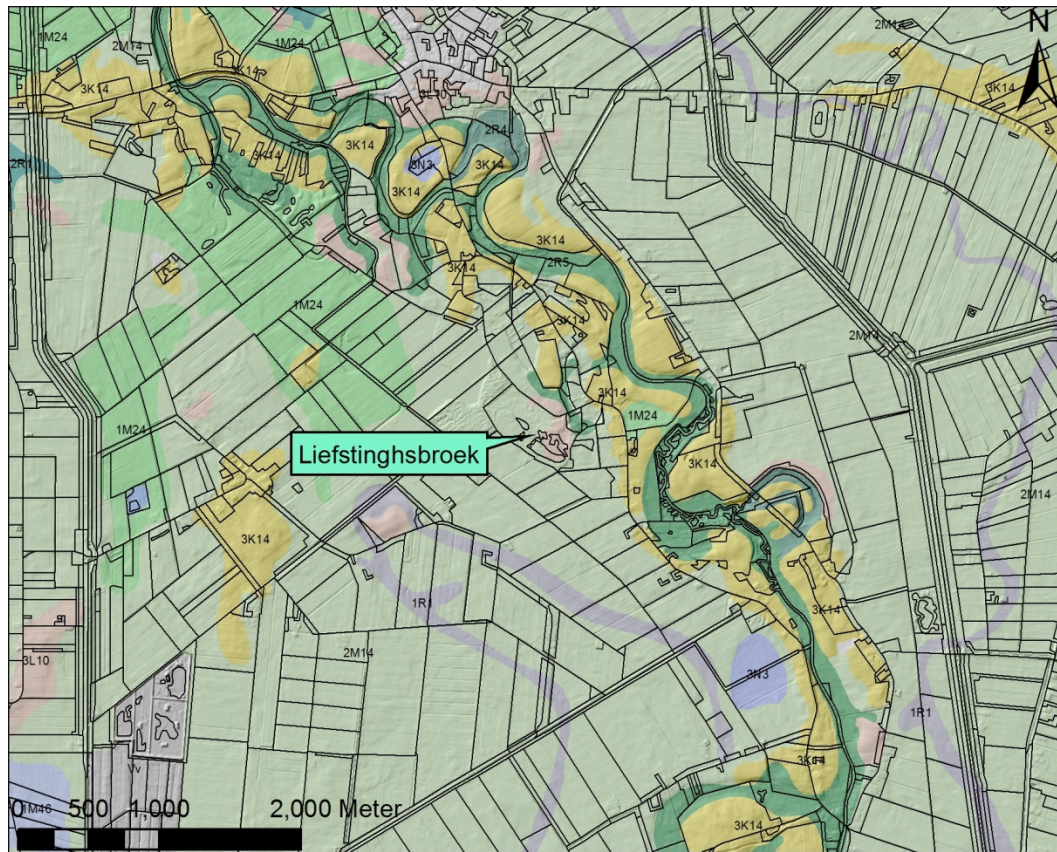
In de Paardenwei is een interessante gradiënt van hoog naar laag aanwezig (zie Figuur 2.4). In de hogere delen is nu een begroeiing met witbol, biezenknoppen, kruipende boterbloem, moerasrolklaver etc. met overgangen naar door pitrus, moeraszegge en wilgen gedomineerde vegetaties in de laagste delen. Dit kan een kansrijke gradiënt zijn voor herstel van nat schraalland (Blauwgrasland). Vooronderzoek (bodemboringen en fosfaatonderzoek) moet de haalbaarheid uitwijzen, maar het deels afgraven van de voedselrijke bovengrond lijkt een kansrijke maatregel om de natuurwaarden in dit deel van het gebied te verhogen en eventuele opgehoopte stikstof uit het verleden te verwijderen. Om een goed beeld van de gewenste inrichting te krijgen dient het onderzoek zich uit te strekken over de gehele Paardenwei, waarbij gekeken wordt naar bodemopbouw en hydrologie in het gehele perceel. De bestaande Blauwgraslandjes worden in het onderzoek meegenomen als referentiegebied.

In dit rapport staan de resultaten van het onderzoek waarin deze aspecten zijn onderzocht en is een inrichtingsadvies opgesteld.

In het Liefstingsbroek is ook een bosreservaat ingesteld. Dat betekent dat in het bos in principe geen beheer wordt gepleegd om de autonome bosontwikkeling te kunnen monitoren. Daarom zal terughoudend opgetreden moeten worden bij het verwijderen van bodem langs de schraalgraslanden. Van het bosreservaat is ook een gedetailleerde bodemkaart beschikbaar die in Figuur 2.5 is opgenomen. Hoewel in de kartering een detaillegenda is gehanteerd is hier voor de vergelijking met de Bodemkaart van Nederland de landelijke legenda gehanteerd. Voor de beschrijving en de gedetailleerde legenda wordt verwezen naar het rapport van de kartering (Mekkink 2003).

2 Verzamelde gegevens

2.1 Landschapsecologische positie



Legenda

Geomorfologische Kaart van Nederland

Dekzandlandschap

- 2M14 Dekzandvlakte vervlakt door veen of overstromingsmateriaal
- 3K14 Dekzandrug (+/- oud bouwlanddek)
- 3L10 Dekzandwelvingen, bedekt met ten dele afgegraven veen
- 3N3 Laagte met randwal (incl. pingo restant)
- 3N4 Laagte zonder randwal, moerassig

Beekdallandschap

- 1M24 Beekoverstromingsvlakte
- 1R1 Dalvormige laagte, met veen
- 2R1 Dalvormige laagte, met veen
- 2R4 Beekdalbodem met veen
- 2R5 Beekdalbodem, zonder veen, rel. laaggelegen

Veenlandschap

- 1M46 Ontgonnen veenvlakte (+/- klei/zand)
- 2M45 Veenkoloniale ontginningsvlakte, rel. hooggelegen

Overig

- 3N8 Laagte ontstaan door afgraving
- Beb Bebouwing

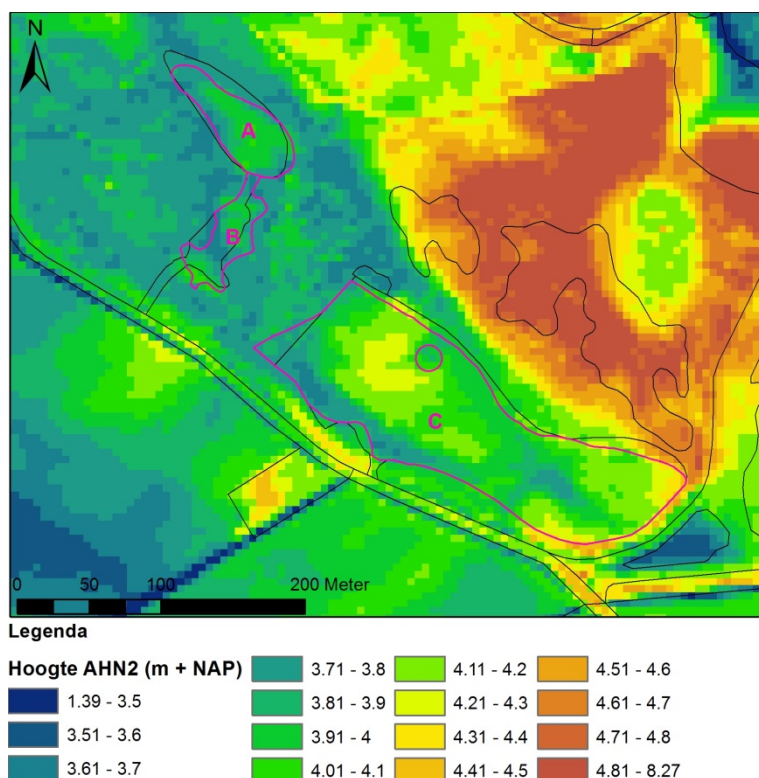
Figuur 2.1 Geomorfologische kaart van Nederland van de omgeving van Liefstingsbroek.

Bebouwing
Water



Figuur 2.3 Natuurontwikkeling ten zuidwesten van Liefstingsbroek.

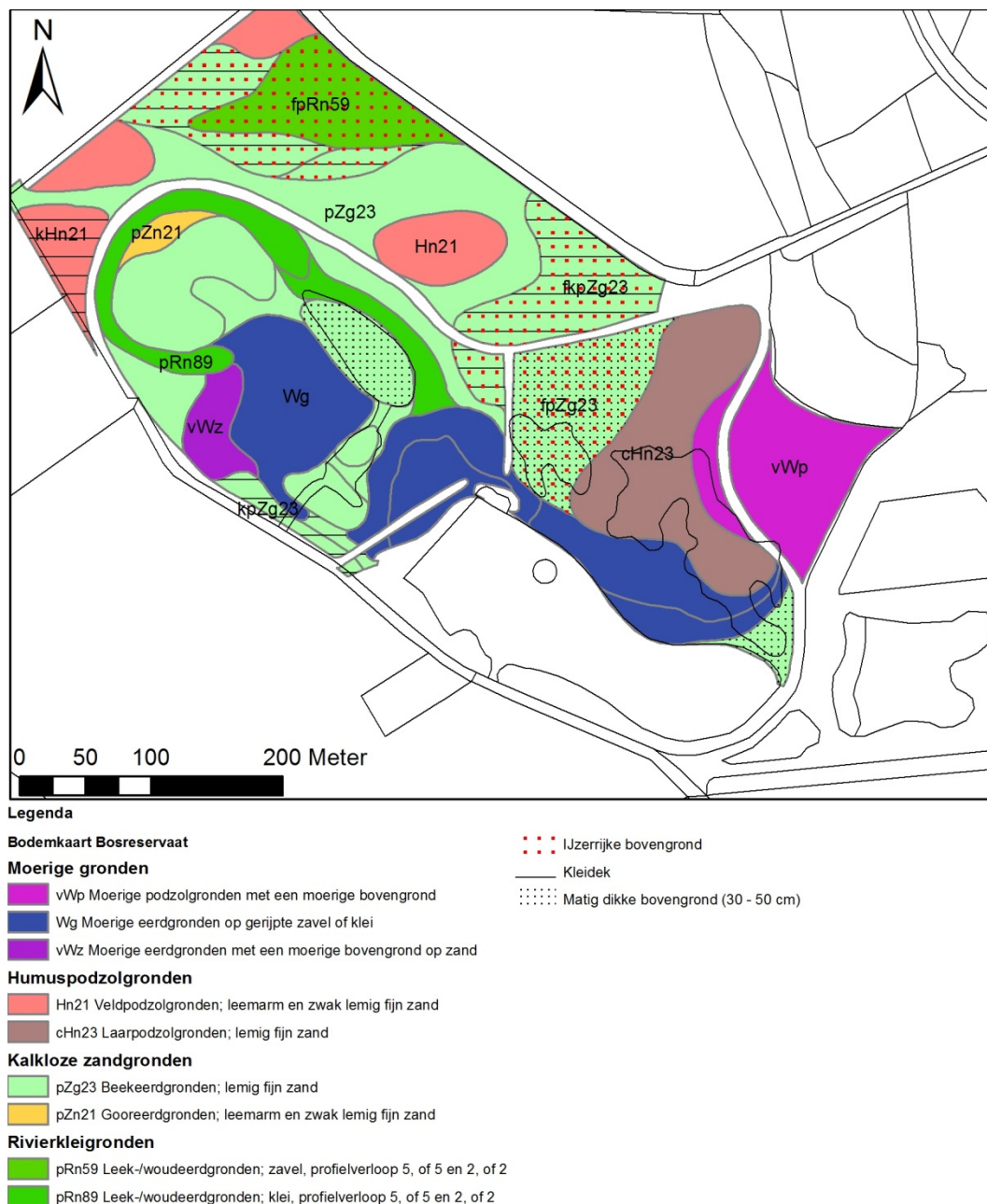
De dekzandvlakte waarin Liefstingsbroek gelegen is, is in verleden grotendeels overdekt geweest door een groot hoogveengebied, waarvan de restanten nog zichtbaar zijn in de veengronden en moerige gronden op de bodemkaart van Nederland (Figuur 2.2). Liefstingsbroek lag aan de rand van het beekdal, op de overgang naar het hoogveengebied dat nu geheel verdwenen is. Ook de bodemopbouw in het dal van de Ruiten Aa en de omgeving van het natuurgebied is ingrijpend veranderd door grootschalige natuurontwikkeling, waarbij het gehele bodemprofiel is verwijderd (Figuur 2.3). De percelen ten zuidwesten en noordwesten van Liefstingsbroek kunnen nu het best aangeduid worden als vlakvaaggronden (Zn21 of Zn23) en vormen daarmee een geheel andere standplaats dan de bodems die hier eerst voorkwamen zoals beekeerdgronden (pZg23), gooreerdgronden (pZn23) en veldpodzolgronden (Hn21, Hn23).



Figuur 2.4 Maaiveldhoogte van de percelen en directe omgeving. Bron: AHN copyright Actueel Hoogtebestand Nederland.

De bodemkaart van het bosreservaat (Figuur 2.5) geeft meer in detail de zeer gevarieerde bodemkundige opbouw weer van het gebied. Hierin komt duidelijk de invloed van de beek tot uiting. De bodemkundige variatie hangt ook nauw samen met de hoogteverschillen in het gebied (Figuur 2.4). Op de hoogste delen komen dekzandgronden, al dan niet met een eerdlaag, voor in de vorm van veldpodzolgronden (Hn21) en laarpodzolgronden (cHn23). Het grootste deel van het reservaat wordt ingenomen door beekeerdgronden (pZg23) die deels zijn ontstaan onder invloed van kwel. Op deze gronden zijn de blauwgraslanden tot ontwikkeling gekomen. Hierbij is, waarschijnlijk

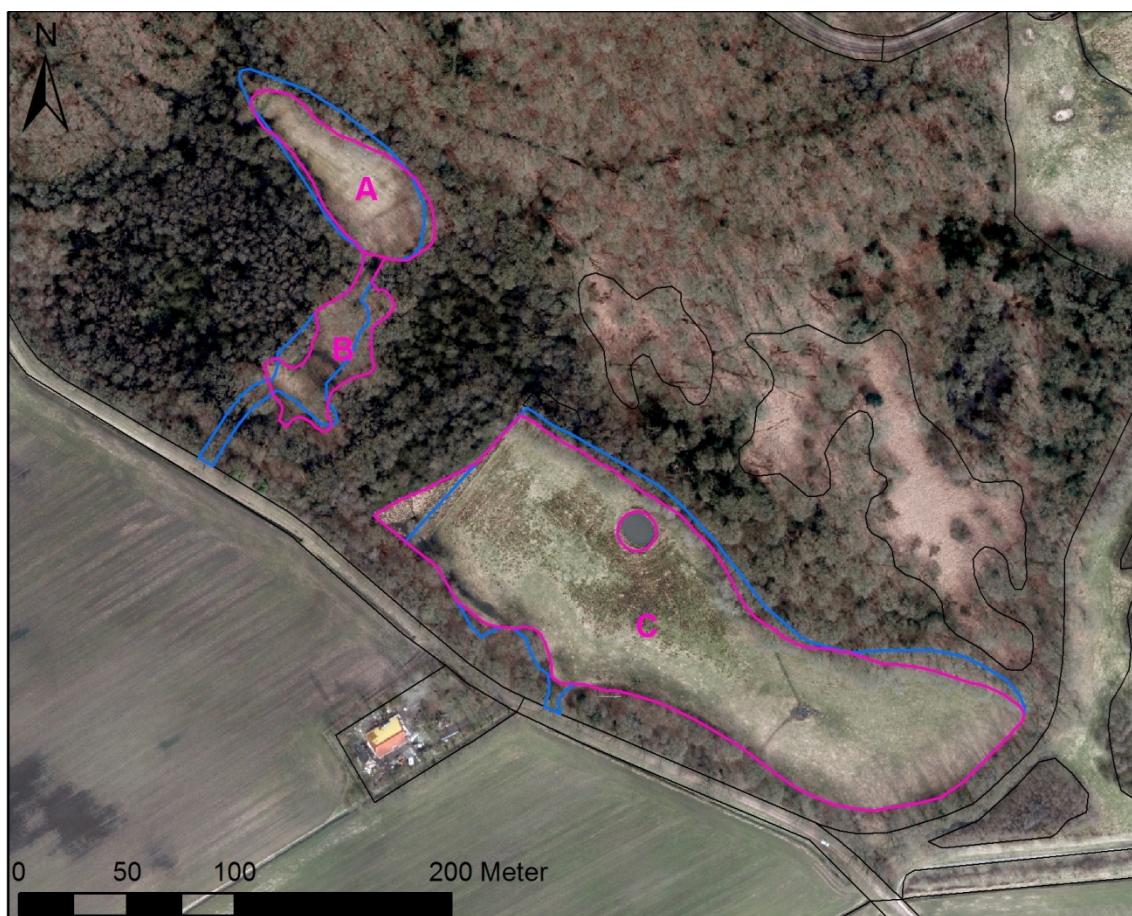
om de stevigheid van de bovengrond te verbeteren, een deel van deze gronden bezand, waardoor een matig dikke bovengrond van 30 – 50 cm is ontstaan (stippelarcering in Figuur 2.5). Dat is ook het geval in het grootste blauwgraslandje. Plaatselijk is door de kwel zoveel ijzer aangevoerd dat sprake is van ijzerrijke bovengronden (toevoeging f.. voor de code), waarbij lokaal ook ijzerconcreties worden aangetroffen. In het verleden is in de omgeving ook ijzeroer gewonnen (mondelinge mededeling R. Douwes). Vanuit de beek is vrij veel klei afgezet, in de vorm van een kleidek (toevoeging k.. voor de code) of kleigronden, waar dit pakket dikker is dan 40 cm (pRn59, pRn89). Door de natte omstandigheden is lokaal ook sprake geweest van veenvorming. Door Mekking werden in enkele vlakken moerige gronden (Wg, vWz en vWp) gekarteerd. In de broekbossen in de directe omgeving van de blauwgraslanden zijn dat vooral moerige eerdgronden op gerijpte zavel of klei (Wg). Hier ligt een dunne laag moerig materiaal op de kleigrond. Bij de huidige kartering werd hier niet veel moerig materiaal meer aangetroffen. De Paardenwei valt niet binnen het bosreservaat en is ook niet in de kartering van Mekking meegenomen. De bodemkaart van Nederland geeft hier beekkeerdgronden aan.



Figuur 2.5 Bodemkaart van Bosreservaat Liefstingsbroek (Mekking 2003). De bodemtypen zijn weergegeven volgens de legenda van de Bodemkaart van Nederland (De Bakker en Schelling 1989, Ten Cate et al 1995).

2.2 Beschrijving percelen

Het bodemonderzoek in Liefstinghsbroek heeft plaatsgevonden in drie percelen zoals aangeduid in Figuur 2.6. Tijdens het veldwerk bleek dat de perceelsbegrenzing zoals deze is opgenomen in het topografische bestand (top10 vector) niet (meer) goed overeen komt met de werkelijkheid. Op basis van de luchtfoto uit 2010 en veldwaarnemingen is de perceelsbegrenzing opnieuw vastgesteld. Met name in perceel A en C is ook een zone rondom het huidige grasland bekeken om een inschatting te kunnen maken van de relaties met de omliggende bospercelen en de mogelijkheden voor aanpassingen van de randen. Het blijkt dat bij perceel A en C de oppervlakte van het grasland wat is afgenomen als gevolg van overgroeiing door bomen aan de rand van het bos. Bij perceel B is dat minder het geval en is het perceel aan de zuidwestrand juist wat groter. Verder valt op dat de toegang tot perceel B wat zuidelijker ligt dan op de topografische kaart is aangegeven. Deze aangepaste begrenzing is gebruikt voor alle kaarten in dit rapport.



Legenda

Perceelsbegrenzing Topografie Perceelbegrenzing luchtfoto

Figuur 2.6 Aangepaste perceelsbegrenzing volgens de luchtfoto uit 2010. Bron topografie: BRT (vh Top10NL): copyright: Kadaster; bron luchtfoto: Lufo 2010: copyright: Kadaster/Cyclomedia.

Perceel A (0,29 ha)

Dit is het meest noordelijk gelegen perceel, vrij centraal gelegen in het bosreservaat. Het perceel ligt als een iets verhoogde rug in een laagte met deels kleiige en moerige beekafzettingen (Figuur 2.5). De maaiveldhoogte varieert van ca. 3,70 tot 4,05 m + NAP (Figuur 2.4). De wat hogere ligging is mogelijk deels natuurlijk omdat het grasland is ontwikkeld op een wat hogere zandrug, maar is ook versterkt door het opbrengen van zandig materiaal, waarschijnlijk om de draagkracht van het hooilandperceel te vergroten.

In dit perceel komen de best ontwikkelde blauwgraslandvegetaties voor, met o.a. Biezenknoppen, Blauwe zegge, Sterzegge, Blauwe knoop, Tandjesgras, Gevlekte orchis, Moerasstruisgras. Tormentil, Gestreepte witbol. Veelbloemige veldbies. De meest kritische blauwgraslandsoorten ontbreken echter en in vergelijking met het verleden is het effect van verdroging en afname van basenrijk water waarneembaar (ARCADIS 2014). In het iets hoger gelegen centrale deel lijkt sprake te zijn van een overgang naar heischraal grasland. De zuidwestrand (links in Figuur 2.7) is het laagst en grenst aan een lager gelegen elzenbroek. Deze zone kent overgangen naar kleine zeggenvegetaties, o.a. met vrij veel veenmos. De veenmosbedekking lijkt te zijn toegenomen door recente vernatting als gevolg van inrichtingsmaatregelen in de omgeving (ARCADIS, 2014). Vooral aan de noordostrand lijkt het bos geleidelijk aan het grasland te overgroeien met breed uitstoelende eiken (rechts in Figuur 2.7), maar ook aan de zuidwestrand groeien enkele eiken over het grasland.



Figuur 2.7 Overzichtsfoto van perceel A in noordwestelijke richting.

Perceel B (0,20 ha)

Dit is een vrij smal perceel ten zuidwesten van perceel A. Het vormt tevens de verbindingroute voor het beheer vanaf de Osseveldweg naar perceel A. Ook dit perceel lijkt met maaiveldhoogten tussen 3,70 en 4,00 m + NAP wat hoger te liggen dan de omgeving (Figuur 2.4). Ook hier is dat het gevolg van bezanding. In het perceel komen twee lagere, natte zones voor, één in de doorgang naar perceel A en één centraal gelegen. De rest van het perceel lijkt wat droger. Aan weerszijden wordt het perceel begrensd door natte broekbossen op moerige eerdgronden op klei (Figuur 2.5).



Figuur 2.8 Overzichtsfoto van perceel B vanuit de centrale slenkvormige laagte in noordoostelijke richting, met doorkijkje naar perceel A.

De vegetatie in dit perceel vertoont wel kenmerken van blauwgrasland (o.a. vrij veel Biezenknoppen), maar lijkt ook veel overgangen naar kleine zeggenvegetaties te bevatten, o.a. met vrij veel Veenpluis in de centrale laagte. De laatste soort lijkt zich vrij sterk uit te breiden. Door de smalle en langwerpige vorm van het perceel is de invloed van bosranden hier sterk en heeft de vegetatie hier en daar een wat ruiger karakter dan in perceel A. Op de sterk overschaduwde delen domineert Witbol.

Perceel C, De Paardenwei (2,04 ha)

In dit perceel is een zwak reliëf aanwezig dat in verband gebracht kan worden met de beekafzettingen die het hele gebied karakteriseren (zie § 2.1 en 2.3). Er komen wat zandige welvingen in voor (4,10 – 4,30 m + NAP), met daartussen dalvormige laagten op 3,70 – 3,90 m + NAP. De dalvormige laagten zijn opgevuld met meer dan 40 cm klei, op de flanken tussen deze laagten en de hogere welvingen is eveneens vaak een kleidek afgezet (< 40 cm).



Figuur 2.9 Overzicht van perceel C in noordwestelijke richting.

In het perceel bevindt zich een drinkpoel en in het zuidoostelijk deel ligt een laagte waarin een put is aangelegd. Vanuit deze laagte lopen twee greppels in noordwestelijke en zuidwestelijke richting (zie Figuur 2.6).



Figuur 2.10 Grote zeggenvetatie en wilgenstruweel op de overgang naar het broekbos aan de westkant van perceel C.

Perceel C wordt begraasd en kan het beste gekarakteriseerd worden als een witbolgrasland met Biezenknoppen, Kruipende boterbloem, Moerasrolklaver en lokaal vrij veel Pitrus (Figuur 2.9). De soortensamenstelling varieert wel binnen het perceel door bodemkundige verschillen (vooral vocht) en begrazingsintensiteit. Delen die intensief begraasd worden hebben een korte vegetatie met weinig Pitrus, de minder intensief begraasde delen hebben een hogere bedekking van Pitrus. De westpunt van het perceel wordt niet begraasd omdat dit met een raster is afgescheiden. Dit deel is nat en hier komt een begroeiing met Moeraszegge, Holpijp, Gewone wederik en Kattenstaart. Op de overgang naar het broekbos komt hier een wilgenstruweel voor (Figuur 2.10)

2.3 Bodem en grondwatertrappen

Voor de landschapsecologische positionering en om te beoordelen welke bodems het meest geschikt zijn voor de ontwikkeling van blauwgrasland is een kartering uitgevoerd van bodemtypen, grondwatertrappen en humusvormen. Hiervoor zijn op 15 locaties uitgebreide profielbeschrijvingen gemaakt en is op 23 locaties een (niet beschreven) tussenboring gedaan om grenzen tussen kaartvlakken vast te kunnen stellen en om de verbreiding van eenheden in het omringende bos te kunnen vaststellen. De beschreven boringen vallen grotendeels samen met de bemonsterde locaties (§ 2.6). De locaties waar boringen gedaan zijn, zijn vastgelegd met GPS en opgenomen in de boorpuntenkaart (zie Bijlage 1). De profielbeschrijvingen zijn opgesteld volgens de bij Alterra gebruikelijke methode voor bodemprofielbeschrijvingen (Ten Cate *et al.* 1995) en opgenomen in een veldcomputer en daar direct in een GIS-systeem ingevoerd. Hierbij is eveneens het grondwaterstandsverloop geschat als Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de daaruit af te leiden grondwatertrap. Het humusprofiel is beschreven volgens de Veldgids Humusvormen (Van Delft *et al.* 2006) en toegevoegd aan de bodemprofielbeschrijvingen (zie § 2.4). De tussenboringen zijn voor eigen gebruik kort beschreven in veldaantekeningen.

In het veld is een eerste versie van de bodem- en grondwatertrappenkaart gemaakt op basis van de beschreven boringen waarbij de hoogtebestand (AHN) en de luchtfoto in het GIS systeem als

hulpinformatie is gebruikt. In tweede instantie zijn de tussenboringen geplaatst om de onzekerheden binnen deze kaart te verkleinen. De kaart is hierop aangepast. De bodemkaart en grondwatertrappenkaart zijn opgenomen in Bijlage 1.

Tabel 2.1

Oppervlakte (ha) van de bodemtypen in de drie percelen en delen van het omringende bos die mee gekarteerd zijn.

Bodemtype	Percelen			Bos	Eindtotaal
	A	B	C		
tbZg35		0.20	0.69	0.35	1.25
cbZg35	0.27		0.20	0.07	0.54
tRn32C			1.14	0.62	1.76
Wg/tRn32C	0.02			0.03	0.05
Water			0.03		0.03
Eindtotaal	0.29	0.20	2.06	1.07	3.62

Binnen de percelen zijn vier bodemtypen onderscheiden op de bodemkaart in Bijlage 1. Ongeveer de helft kan gerekend worden tot de zandgronden, de andere helft tot de kleigronden.

tbZg35 Bruine beekeerdgrond in sterk lemig, zeer fijn zand

Perceel B bestaat geheel uit dit bodemtype, in perceel C betreft het 0,69 ha (34%). Kenmerkend voor de beekeerdgronden is dat deze in de bovengrond ijzerhoudend of zelfs ijzerrijk zijn (toevoeging f.. voor de code). Dat is het geval in een kwart van de oppervlakte van perceel B, waarbij ook een kleidek voorkomt (toevoeging k..). De bovengronden van de beekeerdgronden zijn 17 tot 30 cm dik en bestaan uit zeer fijn ($M_{50} = 110-115 \mu m$) sterk tot zeer sterk lemig ($25 - 40\% < 50 \mu m$) zand. Dit zand is iets lutumhoudend ($5 - 10\% < 2 \mu m$). Vanwege het lutum hebben de bovengronden een bruine kleur (Figuur 2.11). De ondergrond bestaat uit iets minder fijn zand ($M_{50} = 120 - 140 \mu m$) met 12 – 30% leem. Hierin kunnen ook kleiige en sterk roestige lagen voorkomen.



Figuur 2.11 Bruine beekeerdgrond met kleiige bovengrond in perceel B (B2).

cbZg35 Bruine beekeerdgrond met een matig dikke bovengrond in sterk lemig, zeer fijn zand

Vrijwel het hele perceel A en 0,2 ha in perceel C bestaan uit bodems van dit type. Zij zijn vergelijkbaar met het vorige type (tbZg35) maar verschillen hiervan door een dikkere bovengrond (30 – 50 cm). Deze is meestal ca. 35 cm dik, iets minder lemig ($20 - 35\% < 50 \mu m$) en minder lutumhoudend ($< 6\%$).

lutum). Door de wat hogere ligging zijn deze bodems wellicht minder door beekafzettingen beïnvloed en zij zijn opgehoogd met niet lutumhoudend materiaal van elders.

tRn32C Leekeerdgrond in kalkloze zware zavel met een minerale eerdlaag, roest en grijze vlekken binnen 50 cm en zand beginnend binnen 80 cm – mv.

Het grootste deel (1,14 ha – 55%) van perceel C behoort tot dit bodemtype. Het komt vooral voor binnen de lagere delen, waar in geulen in het dekzand en beekafzettingen een pakket zavel van 40 tot 80 cm is afgezet, plaatselijk zelfs tot 95 cm dikte. Het lutumgehalte varieert van 9 tot 25%. Lokaal is de klei ijzerrijk en kunnen ijzer- en mangaanconcreties voorkomen. Het zand onder het kleipakket bestaat uit fluvioperiglaciaal zand en zandige beekafzettingen.

Wg Broekeerdgrond op gerijpte zavel of klei (n associatie met tRn32C)

Deze eenheid komt vooral voor in de broekbossen rondom perceel A en B (zie ook Figuur 2.5) en aan de rand van perceel A in een geringe oppervlakte. Onder natte omstandigheden in broekbossen kan zich organisch materiaal ophopen tot een dunne moerige laag op de klei. Bij enkele tussenboringen in deze broekeerdgronden werd echter weinig moerig materiaal meer aangetroffen. Daarom is dit op de bodemkaart als een associatie van broekeerdgronden en Leekeerdgronden aangegeven.

Tabel 2.2

Verdeling van de grondwatertrappen(ha) over de percelen en delen van het omringende bos die mee gekarteerd zijn.

Grondwatertrap	Percelen			Bos	Eindtotaal
	A	B	C		
wIIa	0.02	0.05	0.14	0.15	0.36
IIIa	0.22	0.15	1.00	0.57	1.94
IIIb	0.05		0.52	0.14	0.71
Vbo			0.37	0.22	0.59
Water			0.03		0.03
Eindtotaal	0.29	0.20	2.06	1.07	3.62

Tabel 2.3

Verdeling van de grondwatertrappen(ha) over de bodemtypen.

Grondwatertrap	Bodemtype				Water	Eindtotaal
	tbZg35	cbZg35	tRn32C	Wg / tRn32C		
wIIa	0.05		0.26	0.05		0.36
IIIa	0.15	0.29	1.50			1.94
IIIb	0.66	0.05				0.71
Vbo	0.39	0.20				0.59
Water					0.03	0.03
Eindtotaal	1.25	0.54	1.76	0.05	0.03	3.62

De grondwatertrappen zijn afgeleid van de veldschatting van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) (Ten Cate *et al.* 1995). Hiervoor is gekeken naar profielkenmerken (roest en reductie), andere veldkenmerken en metingen van de grondwaterstand in het boorgat. Een complicerende factor daarbij is dat in het gebied vernatting is opgetreden door inrichtingsmaatregelen. Daardoor kunnen profielkenmerken fossiel zijn en niet de actuele hydrologische situatie weergeven. Hiermee is zo goed mogelijk rekening gehouden. Een meer betrouwbare inschatting van het grondwaterstandsverloop kan gekregen worden door over meerdere jaren het grondwaterstandsverloop te monitoren in peilbuizen en deze te vergelijken met oudere metingen. In het Alterra-archief is een meetreeks beschikbaar van peilbuizen die in het bosreservaat zijn geplaatst. Een dergelijke tijdreeksanalyse paste echter niet in het huidige onderzoek.

De grondwatertrappen zijn aangegeven op de grondwatertrappenkaart in Bijlage 1. De oppervlakteverdeling over de percelen en tussen de bodemtypen is samengevat in Tabel 2.2 en Tabel 2.3.

wIIa GHG boven maaiveld, GLG 50 – 80 cm – mv.

Dit zijn de natste gronden die vooral voorkomen in de broekbossen rondom perceel A en B, maar ook in het westelijk deel van perceel C, waar de grote zeggenvegetatie wordt aangetroffen (Figuur 2.10). Het grondwater staat hier gedurende meerdere maanden boven maaiveld en zakt in de zomer weg tot maximaal 70 cm – mv. Deze natste gronden komen vooral voor binnen de leekerdgronden (tRn32C).

IIIa GHG 0 – 25 cm – mv., GLG 80 – 120 cm – mv.

Dit betreft het grootste deel van de onderzochte gronden (54%) en komt grotendeels overeen met de leekerdgronden en het grootste deel van de beekerdgronden met een matig dikke bovengrond (cbZg35).

IIIb GHG 25 - 40 cm – mv., GLG 80 – 120 cm – mv.

Deze grondwatertrap komt voor op het relatief hooggelegen deel van perceel A (A3, met bodemtype cbZg23) en op de flanken van de welvingen in perceel C, op de overgang naar grondwatertrap Vbo, met bodemtype tbZg23.

Vbo GHG 25 - 40 cm – mv., GLG 120 – 180 cm – mv.

In de hoogste zandige welvingen en ruggen aan de randen van perceel C komt deze grondwatertrap voor op beekerdgronden (tbZg23 en cbZg23). De GHG bedraagt meestal 30 à 40 cm – mv., de GLG komt voor tussen 120 en 140 cm – mv.

2.4 Fysiotopen

De bodem- en grondwatertrappenkaart zijn vertaald naar een fysiotopenkaart (zie Bijlage 1) waarmee de landschapsecologische positie van de gronden wordt samengevat. In de volgende alinea's worden deze fysiotopen beschreven.

Tabel 2.4

Karakteristieken en kenmerken van de fysiotopen.

Fysiotop	bodem	GHG	GLG	Dikte A	Diepte ijzerrijke laag	Aanwezigheid Fe-concreties	Dikte zanddek	Kleidikte binnen 40cm
Hz	tbZg35, cbZg35	20-30	>110	>25	>40	10%	>30	<10
Mz	(k)tbZg35, cbZg35	0-20	90-110	>25	>40	0%	>25	<10
Mk	tRn32	10-20	90-110	15-30	>40	0%	<25	>25
Lv	ftRn32	5-15	<100	5-35	15-40	85%	<25	>35
Ln	fRn32	<10	<80	5-20	15-30	25%	<10	>40

Hz Zandige welving

Dit betreft relatief hooggelegen welvingen met relatief lage GHG met grotendeels zandige bovengrond (sterk lemig zand). Het zandig karakter is mogelijk deels het gevolg van bezanding van de oorspronkelijk kleiige gronden. Plaatselijk kunnen wel dunne kleilagen in de zandige bovengrond aangetroffen worden. In principe hebben deze gronden een matige buffering door het gering klei- en matige ijzergehalte in de bovengrond. De minerale eerdlaag is dik (meestal veel dikker dan 30 cm altijd dikker dan 20cm) en de kleilaag indien aanwezig begint op 30 cm of dieper. Plaatselijk is er een kleidek bij de bodemcode aangegeven (toevoeging k... voor de bodemcode). Er komen op een enkele uitzondering na geen ijzerconcreties voor in de bovengrond (ijzerrijke lagen dieper dan 40 cm). De grondwaterstanden zijn relatief laag met als grondwatertrap IIIb (droge versie III) of Vbo.

Mz Lage zandige welving of flank

Dit zijn de voornamelijk zandige flanken of lage zandige welvingen. Ook hier wordt de bovengrond gevormd door een humushoudende, zandige bovengrond dikker dan 25 cm. De grondwaterstanden zijn hier wat hoger dan bij Hz en het kleidek voor zover aanwezig, begint meestal pas op 30cm diepte

of is dunner dan 10cm. (De toevoeging k... wordt plaatselijk in de bodemcode gebruikt omdat de kleilaag tussen 30 en 40 cm begint, maar de wortelzone wordt gedomineerd door zandig materiaal. De ijzerrijke lagen bevinden zich dieper dan 40 cm.

Mk Lage kleiige welving of flank

Dit zijn de kleiige flanken en lage welvingen. Ze behoren vrijwel zonder uitzondering tot de kleigronden met een licht tot zwaar zavelige textuur. De grondwaterstanden zijn vergelijkbaar de Mz-fysiotop en ondieper dan in de Hz-eenheid. De zanddekken zijn dunner dan 25 cm en de ijzerrijke lagen beginnen dieper dan 40 cm. De eerdlagen variëren in dikte van 15 tot 30cm.

Lv Vochtige dalvormige laagte

Dit zijn vochtige dalvormige laagten. De grondwaterstanden corresponderen met de natte variant van grondwatertrap III op de grens van van Gt II (GLG 80-90). Kenmerkend is het voorkomen van sterk ijzerrijke lagen met ijzerconcreties binnen de 40 cm (toevoeging f... voor de bodemcode). Bovendien behoren de bodems zonder uitzondering tot de zavelige rivierkleigronden. De eerdlaag is meestal dunner dan 30cm. Een eventueel aanwezige zandlaag is dunner dan 25 cm.

Ln Natte laagte

Deze natte dalvormige laagten hebben een Gt van II of natter, waarbij het water ook periodiek boven maaiveld staat (toevoeging w... voor de code van de grondwatertrap). De bodems behoren tot de rivierkleigronden (Rn), al dan niet met een moerig dek (Wg). Het zanddek ontbreekt of is zeer dun. Het grondwater staat gedurende substantiële perioden boven maaiveld. Ze zijn plaatselijk ijzerrijk binnen 40 cm (toevoeging f... voor de bodemcode).

2.5 Humusvormen

De humusvormen in het onderzoeksgebied behoren vrijwel allemaal tot de hydro-humusvormen met geen of beperkte ectorganische stapeling van organische stof. Vrijwel alle humusvormen zijn ondieper dan 25 cm door grondwater beïnvloed. Alleen binnen de hoogste welvingen (met grondwatertrap IIIb of Vbo) zijn humusprofielen aan te treffen die niet tot de hydrovormen maar tot de xerovormen behoren. Dankzij de invloed van zwak tot matig gebufferd grondwater en het bufferend vermogen van de sterk lemige tot sterk zavelige minerale bodem verloopt de vertering van de organische stof in het algemeen snel.

Tabel 2.5

De humusvormen in de verschillende fysiotopen.

Fysio-toop	Dominante humusvorm grasland	Subdominante	Humusvorm bos		Bovenste humuslaag grasland
Hz	Rade-akkerhumus	Akkerhydromull	Bosmullmoder	Boshydromullmoder	Aa; Fz, Hz
Mz	Schrale-akkerhydromull	rauwe Akkerhydromull	Ectohydromull		Mm, AMh, Of; Fz
Mk	Akkerhydromull	schrale Akkerhydromull	Boshydromullmoder	Ectohydro-mull	A(a,g), AMh; Fz,Hz
Lv	Beekhydromull	schrale Hydromullmoder			A(a)g, AMh
Ln	Beekhydromull	schrale Hydromullmoder	Beekhydromull/Moe reerdmoder		Ag, F/A, AMh, AOh

De grasland humusvormen

Onder het schraalgrasland zijn mullachtige profielen gevormd met een aanzet van door dode wortelresten gedomineerde humuslagen (Mm en AMh) of dunne mesotrofe tot oligotrofe (veenmos)veenlaagjes (resp. 'schrale' en 'rauwe hydromulls'). De genoemde humuslagen duiden op een oppervlakkige verzuring en een matig schrale toestand van de minerale bovengrond. De vestiging van veenmos en de daarmee gepaard gaande vorming van een laagje veenmosveen duidt op de

aanwezigheid van een dunne regenwaterlens op het zwak tot matig bufferende grondwater. De vorming van dit veenmos, en veenmoslaagje en bijbehorende regenwaterlens heeft een zelfversterkend karakter. Overigens is dit veenmosdekje niet ongewoon in matig gebufferd blauwgrasland en is zolang het dekje in dikte beperkt blijft geen beperking voor het goed functioneren van het blauwgraslandsysteem. De aanwezigheid van een bescheiden accumulatielaag van dood wortelmateriaal is zelfs kenmerkend te noemen voor dit soort Blauwgraslanden.



Figuur 2.12 *Schrale Hydromulls van het Blauwgrasland met links een Akkerhydromull met een dode wortellaag (Mm) en rechts een Akkerhydromull met een dunne Sphagnumveenlaag (Of).*



Figuur 2.13 *Mulls van de Paardewei met links een Akkermull (fysiotop Hz), in het midden een Beekhdromull van fysiotop Lv en rechts een veel nattere hydromull met een waterige F/Ag-laag bovenin (Fysiotop Fn).*

In de Paardenwei (perceel C) verloopt onder invloed van bemesting en vertrapping door vee de vertering van organische stof veel sneller. Hier ontbreken de op verschaling duidende dode

wortellagen of zijn slechts onduidelijk ontwikkelde AMh-lagen gevormd. De humus maakt hier vooral deel uit van de sterk lemige tot zavelige minerale bovengrond (mull-vormen). Onder invloed van activiteit van de bodemfauna wordt de humus gebonden aan kleideeltjes (vooral de fysiotope Mk, Lv en Ln) en/of gemengd met de minerale bodem vooral in de wat zandiger fysiotope (Hz). Ook als we de eutrofiërende effecten van de huidige beweiding wegdenken zal de verschraving in dit gebied niet verder reiken dan de vorming van dunne dode wortelhorizonten en plaatselijk door het ontstaan van veenmoskussens met dunne lagen veenmosveen, die niet zullen verhinderen dat de wortels van de belangrijkste Schraalgraslandsoorten de rijkere, lemige minerale bodem kunnen bereiken. Op de natste plekken (fysiotoop Ln) treedt mede dankzij langdurige perioden met zuurstofgebrek ook een plaatselijk stapeling van organische stof op. Door zowel de matig rijke grondwaterkwaliteit als de kleiige bovengrond blijft dit beperkt tot de vorming van een dunne semiterrestrische en losse strooisellaag (F/Ag-laag in C1) of een dunne initiële dode wortellaag AMh (C2). Bij opname plek B2 is er alleen sprake van vorming van een minerale humusaanrijdings horizont.

Humusvormen van het omringende bos.

In het omringende bos wordt in de natste delen (broekbos), waarin het grondwater het overgrote deel van het jaar boven maaiveld staat, de vertering door de anaërobe omstandigheden vertraagd. Dit leidt ook hier vooralsnog niet tot substantiële veenvorming. De semiterrestrische humusvorming vormt hooguit mesotrofe vaag- en moereerdmoders (in bodemtermen moereerdgronden) mede ten gevolge van de relatief rijke zavelige ondergrond. Onder minder natte terrestrische, vochtige bossen (fysiotope Hz, Mz en Mk) zijn hier en daar wel ectorganische humuslagen (Fz en Hrz) ontstaan die echter allen een vrij hoge biologische activiteit en daardoor een sterk korrelige moderachtige structuur vertonen met een zeer geleidelijk overgang naar de minerale bovengrond (boshydromullmoders en boshydromoders). Zelfs onder eik met zijn relatief slecht verteerbaar strooisel ontstaat een milde vorm van ectorganische humus (mullmoders). De lemige tot zavelige bodem en de invloed van matig rijk water bevorderen hier een hoge activiteit van vooral de mesofauna. De halfverteerde F-lagen zijn nergens dikker dan 3 tot 4 cm. De onderliggende goed omgezette Hz of Hrz-lagen hebben een losse structuur en een maximale dikte van 4 cm. Mogelijk zijn deze humusrijke horizonten plaatselijk te verwarren met verdroogde resten moerige humusvormen (moereerdmoders). Op plekken met aanbod van rijker strooisel als onder Hazelaar komt onder bos nauwelijks ectorganisch strooisel voor.



Figuur 2.14 Rechts Boshydromullmoder met onder het vrijwel onverteerd eikenblad een dunne Fz en een zeer geleidelijk in een A overgaande Hrz. Links een Ecto-mull onder een boomlaag van eik, berk en een struiklaag van Hazelaar met nauwelijks ectorganisch materiaal.

2.6 Bodemonsters

Op 14 locaties zijn bodemonsters genomen waarbij, afhankelijk van de profielopbouw, één tot drie lagen zijn bemonsterd. In totaal zijn 30 bodemonsters genomen. In Tabel 2.6 is aangegeven welke dieptes bemonsterd zijn. In alle monsters is een standaardpakket aan analyses uitgevoerd (zie verderop), in 10 monsters zijn ook bepalingen gedaan voor het beoordelen van de zuurbuffer. Daarvoor is in 10 boringen steeds één laag geselecteerd. In principe is dat de eerste laag, maar als deze bestond uit een wortelmat of veenmoslaag is de tweede laag genomen.

Tabel 2.6

Bemonsterde dieptes per beschreven boring.

Boring	Laag1	Laag2	Laag3	Zuurbuffer
A1	0-3	3-20		3-20
A2	0-7	7-20		7-20
A3	0-4	4-19		4-19
B1	0-15			0-15
B2	0-6	6-17		6-17
B3				
C2	4-21			4-21
C1	0-11	11-20		0-11
C3	0-9	9-20	20-35	0-9
C4	0-17	17-30	30-45	0-17
C5	0-15	15-35		
C6	0-10	10-30	30-45	0-10
C7	0-22	22-40		
C8	0-10	10-19	19-40	
C9	0-15	15-30		
Aantal	14	12	4	10

De bodemonsters zijn gestoken met een humushapper, waardoor steeds goed het volume van de bemonsterde hoeveelheid grond bepaald kon worden om hieruit later de bulkdichtheid af te kunnen leiden. Per profiel zijn steeds meerdere steken gedaan om zo een mengmonster samen te kunnen stellen. De bodemonsters zijn door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem (CBLB) van Wageningen UR geanalyseerd op de volgende parameters:

- Vochtgehalte
- Droge stof en bulkdichtheid
- Organische stofgehalte
- N-tot
- P-tot
- P-ox, Fe-ox, Al-ox bepaling in oxalaatextract om fosfaatverzadigingsindex (PSI) te bepalen
- Pw-getal
- pH-KCl
- CEC en bezetting Ca^{2+} en Mg^{2+} (gebufferd) in 10 monsters

De analysesresultaten staan in Bijlage 2. Hierbij is tevens de PSI en calciumverzadiging berekend. Om de resultaten te kunnen vertalen naar vlakken is voor elk vlak van de bodemkaart aangegeven bij welke bemonsterde locatie dit gerekend kan worden. Dit is weergegeven op de kaart 'Koppeling monsters aan vlakken' in Bijlage 1.

2.7 pH-profielen en zuurbuffer

Bij de profielbeschrijvingen is ook het pH-profiel opgenomen door op 9 à 10 dieptes (2, 5, 15, 25, 35, 55, 75, 95, 115 en 135 cm – mv.) de pH te bepalen met indicatorstrookjes (Tabel 2.7). Deze informatie is gebruikt om te bepalen of eventuele kwel ook van invloed is in de wortelzone en om het verloop van de pH met de diepte te vergelijken met pH-profielen op referentielocaties voor

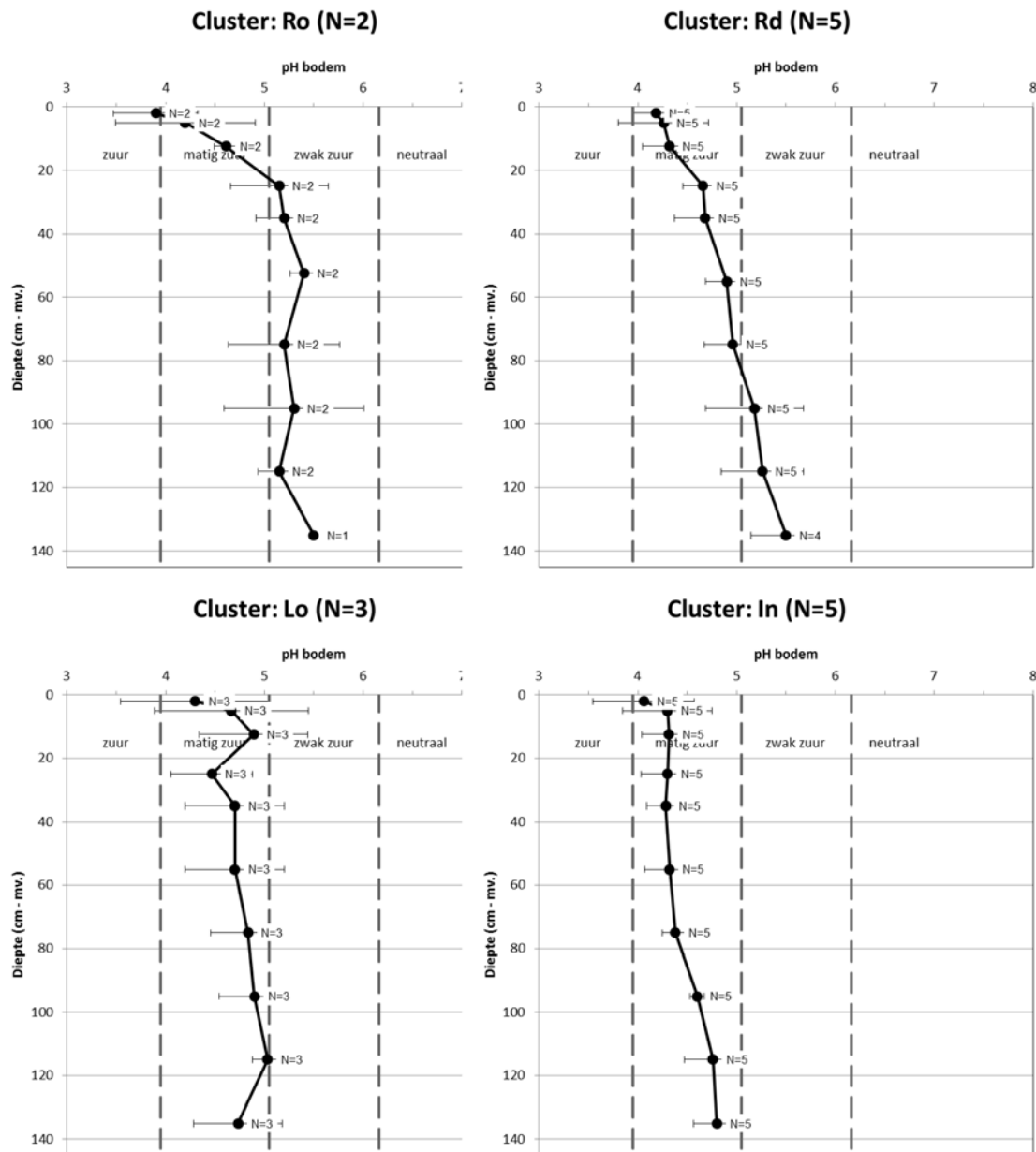
blauwgrasland (zie § 2.7.2). Voor het bepalen van de zuurbuffer is tevens de calciumverzadiging beoordeeld.

Tabel 2.7

Veldbepalingen van de pH met indicatorstrookjes.

Boring	Diepte (cm – mv.)									
	2	5	15	25	35	55	75	95	115	135
A1	3.5	3.8	4.8	4.8	4.7	4.7	5.0	5.0	5.0	5.2
A2	3.6	3.7	4.8	5.5	5.0	5.3	4.8	4.8	5.0	5.5
A3	3.8	3.8	4.5	5.0	4.5	4.6	4.5	4.5	4.7	5.7
B1	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.6	4.6	4.6
B2	4.2	4.7	4.7	4.8	5.4	5.5	5.6	5.8	5.3	
B3	3.5	4.5	4.2	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.5	4.5
C1	4.4	5.0	4.7	4.7	4.7	5.1	5.2	5.5	5.8	
C2	5	4.9	4.5	4.0	4.2	4.2	4.4	4.5	5.2	4.3
C3	4.4	4.4	4.3	4.4	4.3	4.5	4.5	4.6	4.9	5.0
C4	4.5	4.6	4.5	4.2	4.2	4.1	4.3	4.7	5.2	5.0
C5	4.1	4.0	4.3	4.6	4.6	4.9	4.9	4.8	5.2	5.8
C6	4.4	4.5	4.6	4.7	4.5	4.5	4.4	4.5	4.6	4.9
C7	4.3	4.3	4.2	4.5	5.2	4.8	5.2	5.6	5.5	5.5
C8	4.3	4.2	4.0	4.5	4.4	5.1	5.0	5.5	5.1	5.0
C9	4.4	5.3	5.6	4.6	5.2	5.2	5.1	5.2	4.9	4.7

2.7.1 Kwelindicatie en calciumverzadiging



Figuur 2.15 Gemiddelde pH-profielen in vier clusters van pH-profieltypen die indicatief zijn voor het voorkomen van kwel of infiltratie. Ro = ondiepe neerslaglens, Rd = diepe neerslaglens, Lo = zwakke lokale kwel, In = infiltratie.

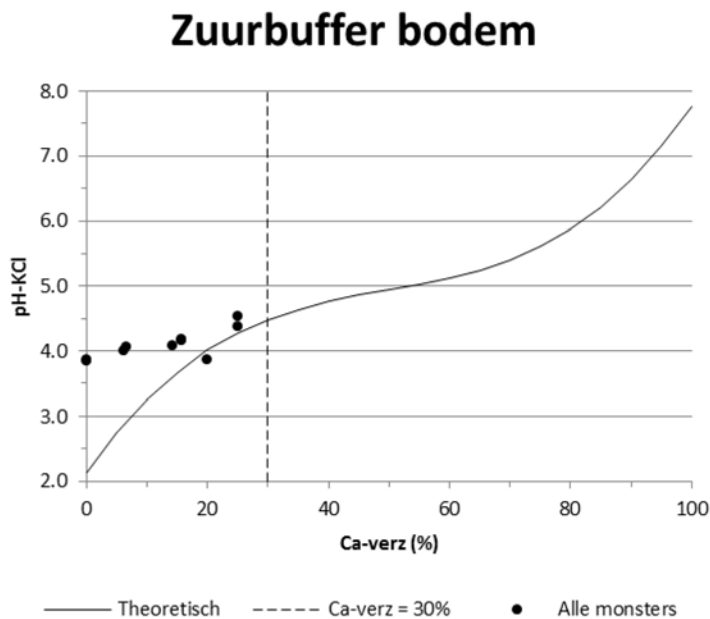
Tabel 2.8

Criteria voor het bepalen van pH-profieltypen op basis van het pH-verloop met de diepte.

Maximale pH in dieptetraject			pH-profieltype	
> 20 cm	20 cm - GLG	0 - 20 cm	Code	Omschrijving
≥ 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, zwak gebufferd
	4,5 - 5,0		InA	Basenarm infiltratieprofiel
	< 4,5		InZ	Zuur infiltratieprofiel

De pH-profielen geven een indicatie voor het voorkomen van kwel in de wortelzone. Hiervoor is een sleutel afgeleid waarmee op basis van de pH-waarden op verschillende diepten bepaald wordt of kwel voorkomt en van invloed is in het profiel (Tabel 2.8). De 15 beschreven boringen zijn volgens deze

sleutel ingedeeld bij vier verschillende pH-profieltypen. In Figuur 2.15 zijn per pH-profieltype de gemiddelde profielen berekend. Duidelijke kwelinvloed is nergens aanwezig. Bij drie profielen is mogelijk sprake van enige lokale kwel van zwak gebufferd water (Lo). Bij zeven profielen komen in de ondergrond pH-waarden voor rond 5,5, wat kan duiden op enig gebufferd grondwater. In al deze profielen blijven de pH-waarden hoger in het profiel laag, wat toegeschreven kan worden aan een neerslaglens, bij twee profielen is dit een ondiepe (Ro) en bij vijf profielen een diepe neerslaglens (Rd). Eveneens vijf profielen hebben over het hele traject lage pH-waarden en moeten als infiltratieprofiel beschouwd worden. Bij een aantal profielen is ook het elektrisch geleidingsvermogen van het water in de boorgaten gemeten (zie Bijlage 3). Dit was overal laag, wat ook wijst op een geringe buffer van het grondwater. Hierbij moet wel aangetekend worden dat de dagen voor de meting veel neerslag gevallen is en mogelijk ook neerslagwater in de boorgaten is gelopen. Om meer inzicht te krijgen in het voorkomen van kwel zou een ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd moeten worden.



Figuur 2.16 pH-KCl uitgezet tegen calciumverzadiging, in vergelijking met het theoretisch verloop van de zuurbuffer.

Een belangrijke indicator voor de zuurbuffer in kalkloze bodems is de calciumverzadiging. Bij aanwezigheid van kalk wordt de zuurgraad door het oplossen van kalk gebufferd rond pH-KCl = 7. Bij afwezigheid van kalk is uitwisseling van basische kationen (vooral Ca^{2+}) aan het adsorptiecomplex tegen de zure waterstofionen het belangrijkste zuurbufferend mechanisme. Het adsorptiecomplex wordt gevormd door licht negatief geladen bodemdeeltjes, vooral kleideeltjes en organische stof. Omdat de bodems in Liefstinghsbroek vrij veel klei en organische stof bevatten is de adsorptiecapaciteit (Cation Exchange Capacity CEC) vrij hoog. De mate waarin deze benut wordt door geadsorbeerde calciumionen is de calciumverzadiging. Bij calciumverzadiging tussen 30 en 70% wordt de zuurgraad gebufferd rond pH-KCl = 4,5 – 5,5. Als door zuurinvoer en het uitblijven van aanvoer van nieuwe calciumionen uit kwelwater de calciumionen verdrongen worden door waterstofionen neemt de calciumbezetting en daarmee de zuurbuffer af. Wanneer deze daalt tot lager dan 30% wordt de zuurgraad niet langer gebufferd en zal de pH waarde kunnen dalen. In Figuur 2.16 zijn de pH-KCl en calciumverzadiging van 10 monsters uitgezet tegen het theoretisch verloop van de zuurbuffer zoals hiervoor is beschreven. Het blijkt dat alle monsters een zeer lage calciumverzadiging en dus geringe zuurbuffer hebben. Ter vergelijking; in blauwgraslanden elders blijkt de calcium- verzadiging te variëren van 25 tot 70% (Beets *et al.* 2000-2006).

Uit onderzoek naar de relatie tussen bodemleven en stikstofstromen blijkt dat in goed functionerende blauwgraslanden bij een voldoende hoge calciumverzadiging een groot deel van de bodemstikstof geïmmobiliseerd wordt in regenwormen en bacteriële biomassa (Kemmers en Van Delft, 2007, Kemmers *et al.* 2010, 2012). Bij verzuring en afname van de calciumverzadiging treden verschuivingen op in samenstelling en activiteit van het bodemleven, waardoor relatief meer stikstof gemineraliseerd wordt en daarmee beschikbaar komt aan de vegetatie. Dit kan dus een eutrofiërend effect hebben (zie ook § 3.3).



Figuur 2.17 pH-profieltypen en calciumverzadiging. Voor de verklaring van de afkortingen zie Figuur 2.15, het cijfer naast de boorpunten is de calciumverzadiging.

De ruimtelijke positionering van zowel de pH-profieltypen als de calciumverzadiging is weergegeven in Figuur 2.17. Onder perceel A lijkt in de ondergrond wel sprake te zijn van min of meer gebufferd water (profieltypen Ro, Rd en Lo), dit wordt echter verdrongen door neerslaglenzen bij A2 en A3 en mogelijk sterk verdund bij A1. Dit resulteert ook in een zeer lage calciumverzadiging, deze is bij A3 zelf 0%. Bij perceel B is de invloed van neerslagwater nog groter. In de laagte bij B2 is nog sprake van een ondiepe neerslaglens, waarbij de calciumverzadiging nog 14,3% bedraagt. De beide andere boringen hebben beide een infiltratieprofiel. Bij de Paardenwei (perceel C) komt onder de lage delen (fysiotoop Lv en Ln) waarschijnlijk nog wel gebufferd water voor in de ondergrond maar is ook sprake van een diepe neerslaglens (Rd) en bij C2 en C9 een zwak gebufferd lokaal kwelprofiel. Onder de hogere delen met fysiotoop Hz, Mz en Mk komen alleen infiltratieprofielen voor. In dit perceel is de calciumverzadiging wel iets hoger, mogelijk als gevolg van landbouwkundig gebruik.

2.7.2 Vergelijking met referentiewaarden

De verschillen tussen de fysiotoop komen ook goed tot uiting in de pH-profielen. In Bijlage 4 zijn de pH-profielen uitgezet tegen het bereik van pH-profielen in referentiepunten voor blauwgrasland uit de Catalogus Bedrijfsvoering van Staatsbosbeheer (Beets *et al.* 2000 t/m 2005). De profielen zijn samengevat per fysiotoop.

Hz Zandige welving

Beide profielen (C3 en C6) hebben bovenin een zuurgraad die overeenkomt met gemiddelde waarden voor blauwgrasland, maar dat lijkt gerelateerd aan het (extensieve) agrarisch gebruik. Vanaf 35 cm komen de waarden overeen met de zuurste varianten van blauwgrasland.

Mz Lage zandige welving of flank

In deze fysiotoop zijn vier boringen beschreven in de schraalgraslandjes. De profielen in perceel A vallen overwegend binnen de zure helft van de referentieprofielen, waarbij A3 op de grens van de zuurste profielen komt. B1 heeft duidelijk een zuurder verloop dan de referentieprofielen en is daarmee te zuur voor een blauwgrasland. Deze verschillen komen ook tot uiting in de vegetatie, waarbij A3 en B1 duidelijk neigen naar heischraal grasland.

Mk Lage kleiige welving of flank

Ook bij deze twee profielen (B3 en C4) is de zuurgraad bovenin redelijk gebufferd, maar komt in het diepere deel overeen met de zuurste variant van blauwgrasland (B3) of zuurder (C4), hoewel de pH bij C4 onderin het profiel weer oploopt.

Lv Vochtige dalvormige laagte

Hoewel de pH-profieltypen (zie § 2.7.1) hier wijzen op diepe neerslaglenzen en een lokaal kwelprofiel komen de pH-profielen allen (C5, C7, C8 en C9) goed overeen met de zuurdere helft van de referentieprofielen. Bij C9 is de pH in het bovenste deel zelfs overeenkomstig met de beter gebufferde blauwgraslanden.

Ln Natte laagte

De pH-profielen van B2 en C1 komen overeen met het gemiddelde verloop voor de referentieprofielen. C2 heeft bovenin weliswaar een hoge pH, maar vanaf 20 cm is deze zuurder dan de referenties.

3 Geschiktheid voor blauwgrasland

De effectiviteit van voorgestelde maatregelen hangt mede af van de geschiktheid van de bodems voor blauwgrasland. Dat is van een aantal factoren afhankelijk. Enerzijds de ecopedologische geschiktheid, dat wil zeggen: is de natuurlijke bodem hiervoor geschikt en zijn de hydrologische condities voldoende om blauwgrasland tot ontwikkeling te laten komen? Anderzijds moet de voedselrijkdom overeenkomen met de eisen die blauwgrasland stelt. In bemeste bodems zoals de Paardenwei (perceel C) zal dan vooral de fosfaattoestand beperkend zijn, in min of meer natuurlijke graslanden zoals perceel A en B speelt dat geen rol, maar kan wel sprake zijn van een te hoge stikstofbeschikbaarheid als gevolg van stikstofdepositie en -mineralisatie. In dit hoofdstuk wordt op basis van een ecopedologische beoordeling nagegaan waar blauwgrasland voor kan komen en worden fosfaattoestand en de stikstofbeschikbaarheid beoordeeld.

De beoordeling heeft plaatsgevonden op basis van abiotische randvoorwaarden zoals deze zijn geformuleerd in Waternood (Runhaar en Hennekens 2006, Runhaar *et al.* 2009) en in de Landschapsleutel (Kemmers *et al.* 2011). Deze abiotische vereisten zijn samengevat in Tabel 3.1. Het bodemtype, de vochttoestand en zuurgraad worden beoordeeld bij de ecopedologische beoordeling (§ 3.1), de voedselrijkdom wordt bepaald aan de hand van de fosfaattoestand (§ 3.2).

De beoordeling van de huidige situatie is weergegeven in Figuur 3.1. Voor de factoren Bodemtype, Vocht, Zuurgraad en Voedselrijkdom is de situatie steeds beoordeeld als optimaal (cijfer 2), suboptimaal (cijfer 1) of ongeschikt (cijfer 0). Hiermee kan snel bepaald worden welke factoren verbeterd moeten worden om de geschiktheid te vergroten. Als één factor ongeschikt is betekent dat dat het kaartvlak ongeschikt is, ook al zijn andere factoren wel (sub)optimaal. Bij het bespreken van de verschillende beoordelingsfactoren is ook steeds besproken wat het effect is van verschillende maatregelen. Daarmee is uiteindelijk per kaartvlak een optimale inrichting bepaald. Dat wordt besproken in hoofdstuk 4.

Tabel 3.1

Abiotische vereisten Blauwgrasland (H6410) volgens Waternood en Landschapsleutel.

Variabele	Blauwgrasland (H6410)		
	Suboptimaal laag	Optimaal	Suboptimaal hoog
Vocht – GVG (cm – mv.)	-15 - 0	0 – 28	28 – 40
Vocht – GLG (cm – mv.)			
Zuurgraad (pH-veld)		Matig - zwak zuur (4.0 – 6.2)	
Zuurgraad orchideeënrijk blauwgrasland		Zwak zuur (5.0 – 6.2)	
Voedselrijkdom (VR)		Voedselarm	Matig voedselrijk
VR – Pw (mg P ₂ O ₅ /l)		< 6.5	6.5 - 9
VR – PSI zandig		< 0.09	0.09 - 0.12
VR – PSI kleiig		< 0.06	0.06 - 0.08
VR – PSI moerig		< 0.069	0.069 - 0.074

3.1 Ecopedologische beoordeling

Bodemtype

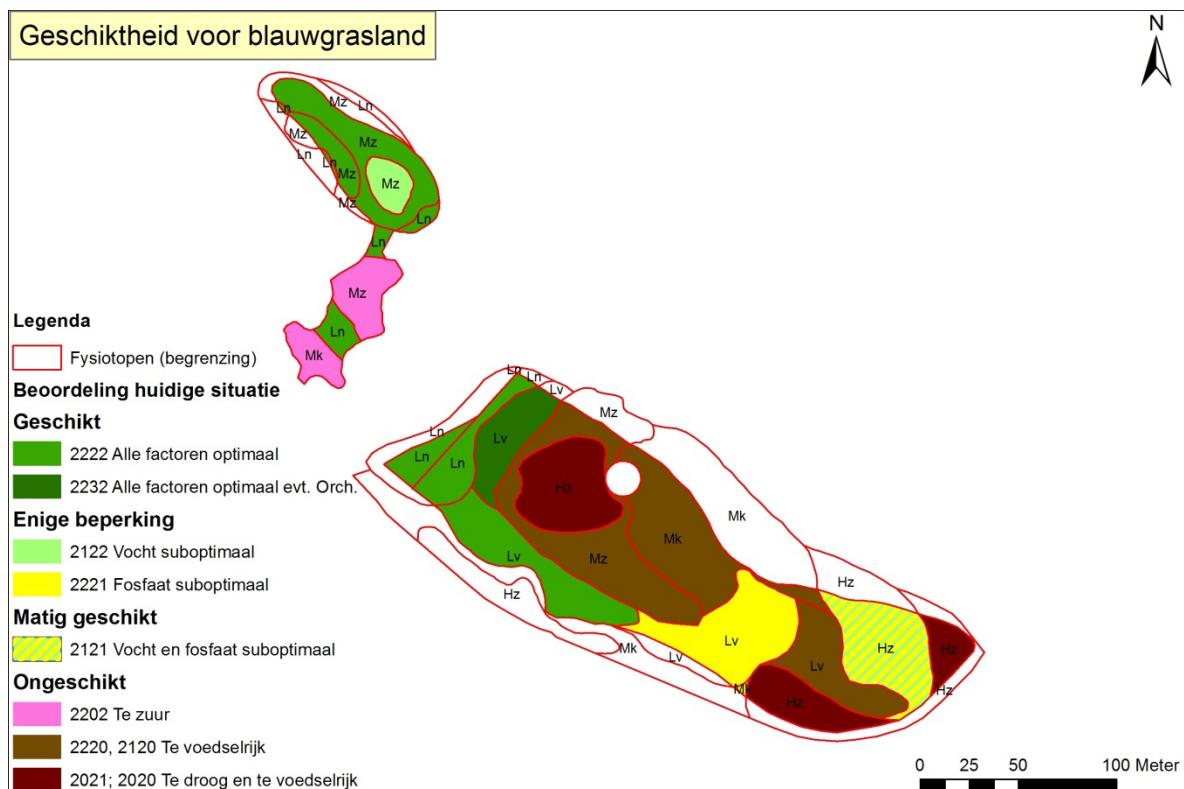
De ecopedologische beoordeling volgt de aanpak van de Landschapsleutel (Kemmers *et al.* 2011). Hierin worden bodemtypen in een hiërarchische landschapsecologische indeling toegewezen aan Primaire Standplaatsen. Bij een primaire standplaats kan een aantal vegetatietypen verwacht worden die daar in verschillende successiestadia tot ontwikkeling kunnen komen. De bodems die in de schraalgraslanden in Liefstinghsbroek aangetroffen worden kunnen gerekend worden bij de primaire standplaatsen PS013 'Lithotrofe zandgrond gevoed door zwakke kwel' (tbZg35 en cbZg35) en PS014

'Beek- of rivierkleien gevoed door lokale zwakke kwel' (tRn32C en ktbZg35). Voor beide primaire standplaatsen behoort blauwgrasland tot de potentiële vegetaties. Dat betekent dat in principe alle bodems in de graslanden hiervoor geschikt lijken te zijn, mits de andere factoren ook voldoen. Bij diepe ontgravingen (die hier niet worden voorgesteld) kan het zijn dat de profielopbouw dusdanig verstoord wordt dat het bodemtype verandert. Een bekeergrond (tbZg35) zou dan kunnen veranderen in een vlakvaaggrond (Zn35) en daarmee tot een andere primaire standplaats gerekend moeten worden (PS002 'Initiële vochthoudende basenarme zandgronden') die niet geschikt zijn voor blauwgrasland.

Vochttoestand

Voor blauwgraslanden zijn de abiotische randvoorwaarden voor vocht vooral gerelateerd aan de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG, zie Tabel 3.1). De GVG is niet gekarteerd, maar kan wel ingeschat worden op basis van de GHG en GLG (Ten Cate *et al.* 1995b). Per grondwatertrap zijn voor GHG en GLG gemiddelde waarden genomen waarmee vervolgens de GVG is berekend. Deze is voor de huidige situatie getoetst door deze te vergelijken met de referentiewaarden. Bij het simuleren van het effect van afgraven is steeds van de GHG en GLG de af te graven diepte (10, 20 of 30 cm) afgetrokken waarna opnieuw de GVG is berekend en getoetst. Dat kan in een aantal gevallen een verbetering geven op standplaatsen die (iets) te droog zijn, maar bij plekken waar nu de vochttoestand optimaal is, kan te diep afgraven leiden tot te natte situaties die suboptimaal of ongeschikt zijn.

In de huidige situatie is de vochttoestand over het algemeen optimaal. In perceel A is een kopje met grondwatertrap IIIb suboptimaal voor vocht. Hier komt dan ook de overgang naar heischraal grasland voor. Ook in perceel C is een deel van fysiotoop Hz suboptimaal voor vocht. De hoogste delen van Hz zijn te droog en dus ongeschikt.



Figuur 3.1 Beoordeling van de geschiktheid voor blauwgrasland in de huidige situatie. De cijfers geven een beoordeling voor vier factoren: Bodemtype, Vocht, Zuurgraad en Fosfaat. 2 = optimaal, 1 = suboptimaal, 0 = ongeschikt.

Zuurgraad

De zuurgraad is afgeleid van de in het veld gemeten pH tussen 5 en 15 cm en vergeleken met de waarden in Tabel 3.1. Met uitzondering van de hogere delen van perceel B is de huidige zuurgraad overal optimaal. Bij B1 en B3 is deze pH met 3,8 net te zuur voor blauwgrasland. Hier komen dan ook eerder overgangen naar heischraal grasland voor. In één vlak in perceel C (bij C9) is de pH op deze diepte hoger dan 5,0 waardoor mogelijk de orchideeënrijke variant van het blauwgrasland tot ontwikkeling zou kunnen komen. Het effect van afgraven is gesimuleerd door bij afgraven de pH waarden op 15, 25 en 35 cm te nemen.

3.2 Fosfaattoestand

Fosfaatbinding en evenwicht tussen fosfaatfracties in de bodem

In de Paardenwei (perceel C) is, als gevolg van het agrarisch gebruik, de fosfaattoestand van belang voor de voedselrijkdom. Fosfaat wordt in de bodem sterk gebonden, waardoor de beschikbaarheid van fosfaat meestal veel lager is dan de werkelijk in de bodem aanwezige hoeveelheid. Een deel van het fosfaat kan vastgelegd (gefixeerd) zijn in mineralen (met calcium of ijzer). Deze fractie is niet beschikbaar voor de planten en wordt in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Daarnaast is een deel door adsorptie gebonden aan ijzer- en aluminiumhydroxiden. Dit deel van het bodemfosfaat is minder sterk gebonden dan in de mineralen en hangt via een adsorptie-evenwicht samen met de voor planten beschikbare fractie.

Voor het beoordelen van de fosfaattoestand wordt onderscheid gemaakt tussen de actuele en de potentiële fosfaatbeschikbaarheid:

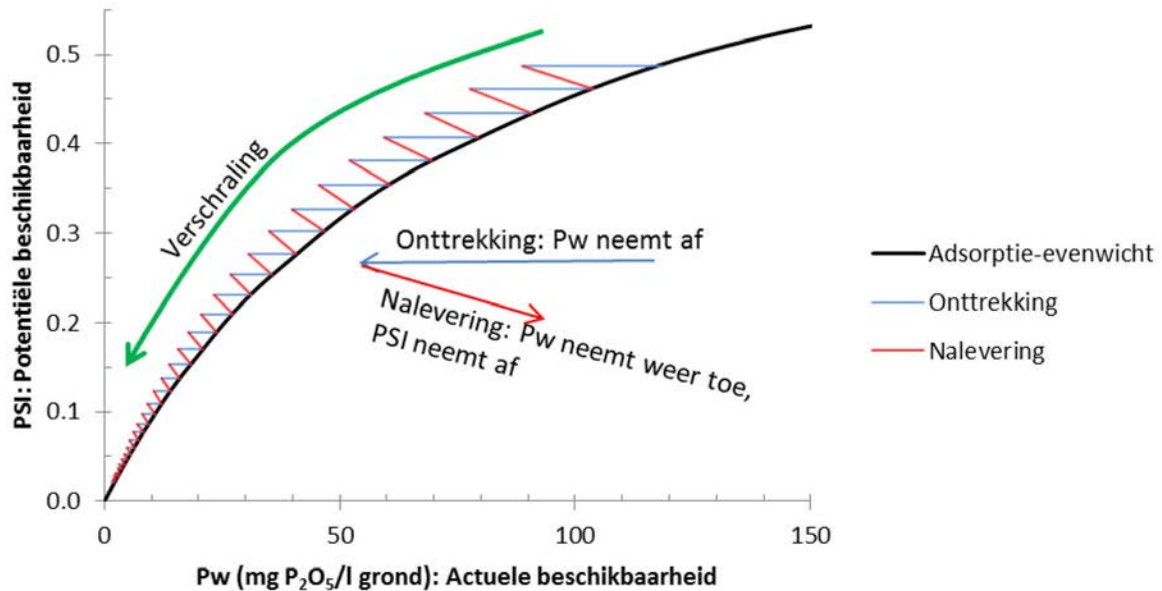
- De actuele fosfaatbeschikbaarheid vertegenwoordigt het voor planten beschikbare deel van de fosfaatvoorraad en is sturend voor de ontwikkeling van meer of minder voedselarme vegetaties. Deze wordt beoordeeld op basis van het Pw-getal;
- De potentiële fosfaatbeschikbaarheid komt overeen met de aan ijzer- en aluminiumhydroxiden geadsorbeerde fractie die niet direct voor planten opneembaar is, maar via een adsorptie-evenwicht gekoppeld is aan de goed opneembare fractie (Pw). De potentiële beschikbaarheid wordt getoetst aan de fosfaatverzadigingsindex (PSI).

De fosfaatverzadigingsindex is gedefinieerd als de geadsorbeerde hoeveelheid fosfaat in verhouding tot de grootte van de fosfaatbuffer. De fosfaatbuffer omvat de totale hoeveelheid amorfe ijzer- en aluminiumhydroxiden in de bodem. Bij de oxalaatextractie van de bodemonsters zijn deze bepaald, samen met de hoeveelheid fosfaat die daaraan gebonden is. De PSI wordt volgens vergelijking 1 afgeleid uit de hoeveelheden P, Fe en Al (P_{ox} , Fe_{ox} en Al_{ox} uitgedrukt in mmol/kg). In Bijlage 2 zijn de waarden voor de PSI berekend.

$$PSI = \frac{P_{ox}}{Fe_{ox} + Al_{ox}} \text{ Vergelijking 1}$$

De relatie tussen de actuele fosfaatbeschikbaarheid (Pw) en de potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) is geïllustreerd in Figuur 3.2. Het adsorptie-evenwicht wordt beschreven door een adsorptie-isotherm (de zwarte lijn). Deze relatie is niet lineair en verschilt per grondsoort. Bij een lage PSI is de Pw ook laag. Tot ongeveer $PSI = 0,2$ neemt de Pw geleidelijk toe, daarboven wordt de toename sterker. Veranderingen in de actueel beschikbare fractie (Pw) worden deels opgevangen door het adsorptie-evenwicht met de potentieel beschikbare fractie (PSI). In landouwingronden heeft dat gevolgen voor de effectiviteit van bemesting, bij verschrallingsbeheer wordt het effect van de fosfaatonttrekking vertraagd. De fosfaat die bij landbouw door bemesting aan de grond wordt toegevoegd wordt door adsorptie deels gebonden en is dan niet meer beschikbaar voor het gewas. De Pw stijgt dan minder sterk. Bij verschralling voor natuurbeheer wordt gestreefd naar een verlaging van zowel Pw als PSI. Hiervoor worden door maaibeheer de in de vegetatie opgenomen voedingstoffen (waaronder fosfaat) afgevoerd. Bij de hergroei nemen de planten weer nieuwe voedingstoffen op uit de bodem. Hierbij wordt door de plantenwortels de makkelijk opneembare fosfaat aan de bodem onttrokken waardoor deze afneemt (Pw daalt). In Figuur 3.2 wordt dit geïllustreerd door de afname van Pw langs de blauwe lijntjes van rechts naar links. Omdat deze fosfaatfractie echter in evenwicht is met de aan ijzer- en aluminiumhydroxiden geadsorbeerde fractie (PSI) neemt door nalevering

(desorptie) de opneembare fractie (Pw) weer toe zodat zich opnieuw een evenwicht instelt op een lager niveau dan vóór de onttrekking. Door desorptie van een deel van het gebonden fosfaat neemt de PSI af. Dit proces van nalevering wordt weergegeven door de rode lijntjes van linksboven naar rechtsonder. Naarmate de verschraling vordert wordt door de sterke binding aan de bodem minder fosfaat nageleverd en dalen zowel de actuele als de potentiële beschikbaarheid minder snel. Het verschralingsproces verloopt dan trager.

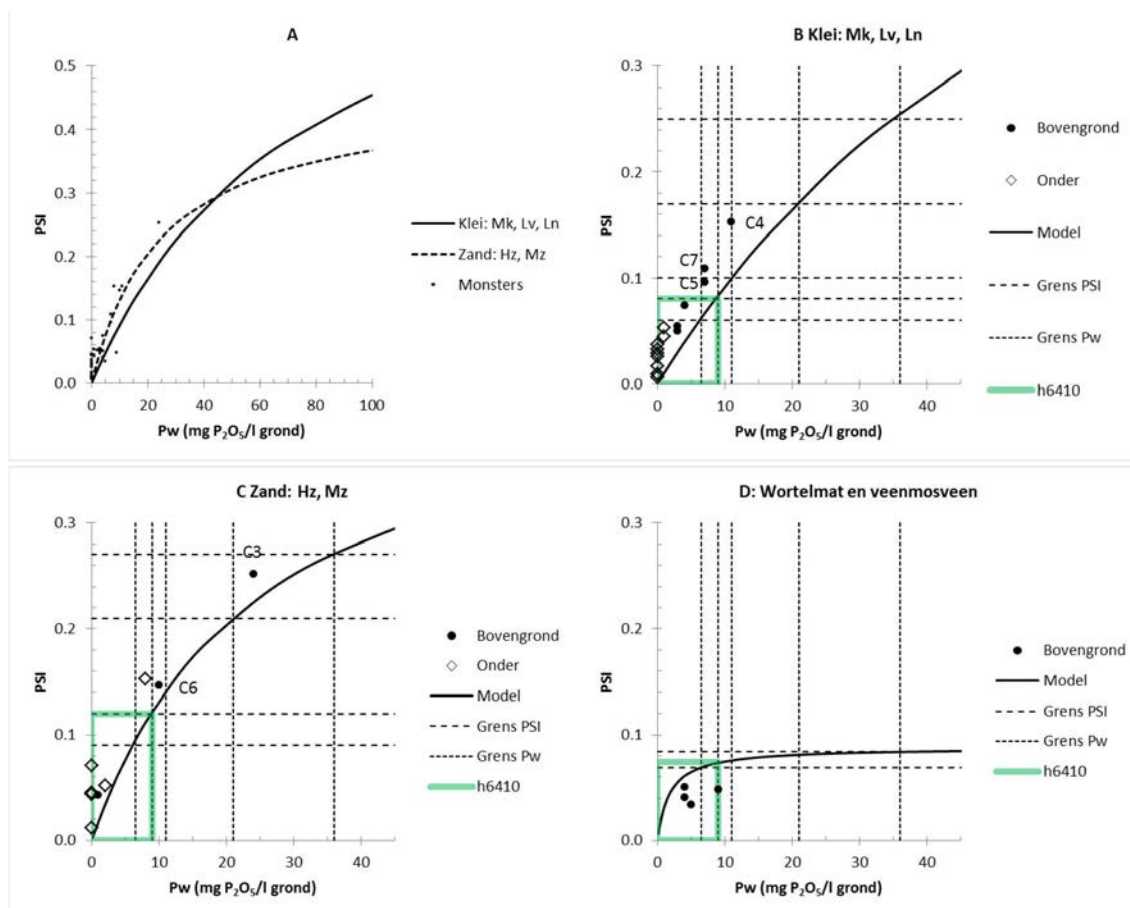


Figuur 3.2 Relatie tussen de actuele fosfaatbeschikbaarheid (Pw) en de potentiële fosfaatbeschikbaarheid (PSI) in een situatie met verschraling. Verschralingsbeheer streeft naar verlagen van zowel Pw als PSI (groene pijl). De blauwe lijntjes illustreren de afname van de actuele beschikbaarheid (Pw) door verschraling, de rode lijntjes geven aan hoe door nalevering (desorptie) het adsorptie-evenwicht hersteld wordt en de potentiële beschikbaarheid (PSI) afneemt.

3.2.1 Vergelijking met referentiewaarden

De analyseresultaten van de bodemonsters zijn opgenomen in Bijlage 2. In Figuur 3.3 zijn de Pw en PSI van de bodemonsters tegen elkaar uitgezet. De zwarte lijn in grafiek A geeft de adsorptie-isotherm die voor kleigronden met 8 tot 22,5% organische stof is afgeleid uit een groot aantal referentiemonsters uit de Alterra-database. Met een streepjeslijn is een dergelijke relatie uitgezet voor kwelgevoede zandgronden. Bij een hoog organische stofgehalte (> 22,5) is het adsorptiemaximum veel lager dan bij een wat lager organische stofgehalte (8 – 22,5%). Dit betekent dat minder fosfaat gebonden kan worden aan ijzer- en aluminiumhydroxiden en dat daardoor de hoeveelheid beschikbaar fosfaat sneller oploopt. Dat is weergegeven in de grafiek D, waar de wortelmatten en veenmosveen zijn uitgezet. In de uitgesplitste grafieken B en C zijn de monsters van bovengrond en laag 2 apart weergegeven en zijn tevens de grenswaarden voor Pw en PSI uit Tabel 3.1 aangegeven, voor Pw en PSI zijn daarbij de (sub)optimale waarden voor Blauwgrasland met een gekleurd kader geaccentueerd.

De bovengronden in de schraalgraslanden, maar ook een aantal in perceel C vallen voor zowel Pw als PSI in het (sub)optimale bereik voor blauwgrasland. Bij C3, C4, C5, C6 en C7 is de PSI te hoog. Vanwege het adsorptie evenwicht mag dan verwacht worden dat ook de Pw te hoog is, maar bij C5 en C7 lijkt dat niet het geval te zijn, waarschijnlijk omdat de Paardenwei niet (meer) bemest wordt en de fosfaatbeschikbaarheid niet erg hoog is. De monsters uit de lagen 2 en 3 voldoen op één na allemaal aan de grenswaarden voor blauwgrasland.



Figuur 3.3 Vergelijking Pw en PSI in de onderzochte percelen met algemene adsorptie-isothermen voor de verschillende fysiotoepen. Voor verklaring van de afkortingen van de fysiotoepen zie § 2.4. Met een groen kader is het (sub)optimale bereik van Pw en PSI voor Blauwgrasland (h6410) aangegeven. In grafiek A is de relatie voor alle bodemonsters gegeven, in B, C en D uitgesplitst naar verschillende grondsoorten en ingezoomd op het bereik van de monsters.

3.2.2 Beoordeling huidige situatie

Voor de beoordeling van de huidige situatie in Figuur 3.1 is de gemiddelde PSI genomen voor de wortelzone (20 cm) en vergeleken met de grenswaarden in Tabel 3.1. Zoals verwacht mag worden is deze in de schraalgraslanden van perceel A en B overal optimaal. Opvallend genoeg geldt dat echter ook voor lagere delen in het noordwesten van perceel C, bij boring C1, C2, C8 en C9. In de rest van perceel C is de fosfaattoestand suboptimaal of ongeschikt.

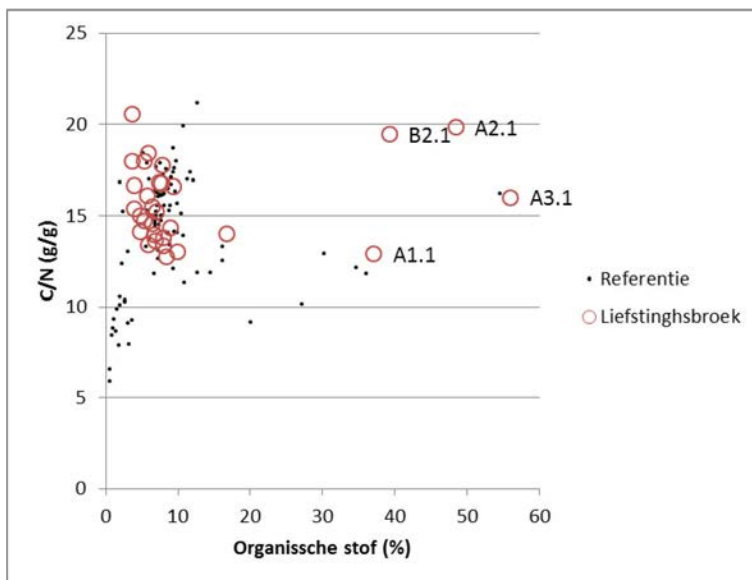
3.2.3 Opties voor verbetering

Om de hoeveelheid beschikbaar fosfaat in de bodem te verlagen zijn er enkele opties:

- Verschrallen door een maaibeheer met één of twee keer per jaar maaien en afvoeren. Hiermee kan ongeveer 10 à 15 kg P/ha/j afgevoerd worden;
- Uitmijnen waarbij vaker gemaaid wordt en de productiviteit op peil gehouden wordt door het toevoegen van stikstof en kalium via bemesting en/of doorzaaien van klaver waarbij ca. 50 kg P/ha/j kan worden afgevoerd;
- Afgraven van een deel van de bemeste bovengrond, eventueel in combinatie met verschrallen of uitmijnen.

Om een afweging te kunnen maken is het effect van verschrallen en afgraven van 10, 20 of 30 cm op de gemiddelde PSI in een wortelzone van 20 cm berekend. Het effect van deze maatregelen is, samen met effect dat zij zouden hebben op bodemtype, vochttoestand en zuurgraad vergeleken om tot een optimale inrichting te komen (zie hoofdstuk 4).

3.3 Stikstof



Figuur 3.4 Vergelijking van de C/N verhouding in de bodemonsters van Liefstingsbroek met referentiemonsters uit blauwgrasland op minerale bodem.

De stikstofbeschikbaarheid voor de vegetatie hangt ondermeer af van de C/N verhouding van de organische stof in de bodem. Vers organisch materiaal (bladeren/wortels) heeft een hoge C/N verhouding, naar mate de afbraak van organische stof verder gaat neemt de C/N verhouding af. Organische stof met een C/N verhouding lager dan 21 wordt als N-eutroof beschouwd. In Figuur 3.4 is de C/N verhouding van de bodemonsters uit Liefstingsbroek vergeleken met referentiemonsters van blauwgraslanden op minerale bodems uit de Alterra-database (Van Delft 2013). De monsters uit Liefstingsbroek passen goed binnen de referentieset. Alle bodemonsters, zowel uit de referenties als uit Liefstingsbroek hebben een C/N verhouding lager dan 21. In de referentiemonsters lijkt voor monsters met organische stof < 15% (mineraal materiaal) een relatie te bestaan tussen organische stofgehalte en C/N. Bij afname van het organische stofgehalte neemt de C/N verhouding ook af, door een groter aandeel stabiele, veraarde humus. Monsters met een hoger organische stofgehalte betreffen horizonten waarin humus is geaccumuleerd boven in het profiel, zoals wortelmatten of veenmos laagjes. Voor de set uit Liefstingsbroek is dat het geval bij A1.1, A2.1, A3.1 en B2.1.

Uit onderzoek naar de nutriëntenbeschikbaarheid in korte vegetaties is gebleken dat bij goed functionerende blauwgraslanden veel stikstof geïmmobiliseerd is in biomassa van bodemleven (regenwormen en bacteriën) (Kemmers en Van Delft, 2007, Kemmers *et al.* 2010, 2012). Bij verzuurde blauwgraslanden treden verschuivingen op waardoor de stikstofbeschikbaarheid toeneemt en deze graslanden een hogere productiviteit hebben dan vergelijkbare niet verzuurde graslanden. De gesignaleerde verzuring als gevolg van het wegvallen van kwelinvloed en de toename van neerslaglenzen kan een dergelijke verschuiving tot gevolg hebben.

4 Inrichtingsadvies

Het inrichtingsadvies voor de graslanden in Liefstingsbroek is gebaseerd op ecopedologische geschiktheid voor blauwgrasland (§ 3.1) en de fosfaattoestand van de bodem in perceel C (§ 3.2). Hierbij is een optimalisatieberekening uitgevoerd met als uitgangspunt dat met de minst ingrijpende maatregelen een maximaal resultaat geboekt moet worden. Uitgaande van de huidige situatie is, in de volgorde: verschrallen, 10 cm afgraven, 20 cm afgraven en 30 cm afgraven bepaald of hiermee de realisatiekans voor blauwgrasland voldoende verbetert. Maatregelen als lokaal plaggen en het terugzetten van bos zijn beoordeeld op basis van expertkennis. Naast aanbevelingen over de inrichting worden ook adviezen gegeven over het beheer.

4.1 Inrichting

De kaart 'Inrichtingsadvies' (zie Bijlage 1) geeft het inrichtingsadvies weer op basis van de ecopedologische geschiktheid van de fysiotopen en de fosfaattoestand. In perceel C (De Paardenwei) worden daarbij afgraafdieptes weergegeven tot 10 à 20 cm. Dat moet gelezen worden als de diepte tot waarop afgegraven kan worden zonder het goed functioneren van de bodem als groeiplaats voor blauwgrasland in gevaar te brengen. Het gaat er dan met name om dat de laag die aan maaiveld komt geschikt is voor het vestigen van een vegetatie en dat de buffercapaciteit voor zuur, vocht en fosfaat behouden blijft. Ook is er voor de laagste delen op gelet dat te diep afgraven zou kunnen leiden tot te natte omstandigheden waardoor de voor blauwgrasland kenmerkende periodieke aeratie van de bodem niet meer voldoende kan plaatsvinden.

In dit rapport is de nadruk gelegd op de bodemkundige en (kwantitatief) hydrologische omstandigheden in het Liefstingsbroek en de nutriëntenbeschikbaarheid. De voorgestelde maatregelen zijn daar op gericht. Er zijn sterke aanwijzingen dat in het gebied ook neerslagwater wordt vastgehouden waardoor neerslaglenzen ontstaan en oppervlakkige verzuring optreedt. In de blauwgraslanden heeft dat ook een verschuiving van het bodemleven tot gevolg waardoor de stikstofbeschikbaarheid kan toenemen. In hoeverre het gebied als geheel nog onder invloed staat van kwel is ook niet goed bekend. Om hier meer inzicht in te krijgen en extra maatregelen uit te kunnen voeren om de waterhuishouding te 'fine tunen' wordt aanbevolen een ecohydrologisch onderzoek uit te voeren.

4.1.1 Perceel A

De bodemopbouw, grondwaterstandsverloop en pH-profielen komen overeen met referenties voor de matig gebufferde varianten van blauwgrasland, waarbij in het hoogste deel (bij A3) een iets drogere en zuurdere variant als overgang naar heischraal grasland voorkomt. Er vindt hier weinig accumulatie van organische stof (en stikstof) plaats. Grootschalig plaggen wordt hier niet geadviseerd, doormiddel van kleinschalig en ondiep plaggen (ca. 5 - 6 m²) kan onderzocht worden of uitbreiding van de blauwgraslandsoorten bevorderd kan worden. In het noordelijk deel bij A1 kan gedacht worden aan het verwijderen van de wortelmat (3 - 5 cm), langs de zuidwestrand bij A2 zou experimenteel de veenmoslaag verwijderd worden (5 - 10 cm). Mogelijk kan dat bereikt worden door het uitharken van het veenmos. In beide gevallen is het van belang te voorkomen dat hierbij een 'bak' ontstaat waarin neerslagwater kan accumuleren. Gezien de geringe zuurbuffer (lage calciumverzadiging) kan het nuttig zijn na het plaggen eenmalig een bekalking uit te voeren. Door monitoring van de vegetatie en de humusprofielontwikkeling zal vastgesteld moeten worden of dit plaggen effect heeft.

Door groei van de bomen aan de bosrand lijkt de beschaduwing en bladval in het schraalgrasland te zijn toegenomen. Verwijderen van een enkele rij bomen langs de rand van het grasland kan dit effect verminderen. Met name op de overgang naar de kleigronden langs de noordostrand kan hier een (beperkte) uitbreiding van het areaal blauwgrasland bereikt worden. Hiervoor is het wel noodzakelijk

dat deze zone meegenomen wordt in het maaibeheer om opslag van bramen te voorkomen. Op korte termijn zal door vertering van organisch materiaal in deze zone een wat ruiger grasland kunnen ontstaan, door het maaibeheer zal dit op den duur minder productief worden.

Bij alle maatregelen (plaggen en bomen verwijderen) is de kwetsbaarheid van de (natte) bodem een belangrijk aandachtspunt. In verband met het verwijderen van bomen dient rekening gehouden worden met de status van het gebied als bosreservaat. In verband met de kwetsbaarheid en de status als bosreservaat valt te overwegen het hout in het bos achter te laten en niet af te voeren.

4.1.2 Perceel B

Alleen in de laagte bij B2 lijken de omstandigheden voor matig gebufferd blauwgrasland gunstig. De andere delen van het perceel zijn hiervoor te zuur. Door de beperkte omvang van het perceel zijn de randeffecten erg groot. Het is dan ook de vraag of aanvullende maatregelen hier effectief zijn. Daarnaast is het perceel in gebruik als doorgang voor het beheer van perceel A, waardoor extra verstoring optreedt.

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat in het Liefstingsbroek sprake is van stagnatie van neerslagwater en daardoor de vorming van neerslaglenzen. Dat geldt zeker in perceel B, maar ook in perceel A en C. De huidige studie is niet gericht op het ecohydrologisch functioneren van het gebied. Daarom kunnen hier ook geen aanbevelingen gedaan worden om de vorming van neerslaglenzen te voorkomen en de invloed van kwel te verbeteren. Een aanvullende ecohydrologische studie zou het inzicht hierin kunnen verbeteren.

4.1.3 Perceel C (De Paardenwei)

De inrichtingsmaatregelen in perceel C zijn voorgesteld per fysiotop en afhankelijk van de ligging in het grasland of in het omliggende bos. Voor het bos worden namelijk geen inrichtingsmaatregelen voorgesteld, met uitzondering van het verwijderen van wilgenstruweel op de overgang naar het broekbos aan de noordwestkant. Op de kaart met inrichtingsmaatregelen is de begrenzing van de fysiotopen aangegeven.

H_z Zandige welving

Deze gronden zijn in de huidige situatie te droog voor blauwgrasland en spelen een rol in de lokale hydrologie omdat zij in de lagere delen lokale kwel kunnen versterken. Tevens is het van belang de morfologie van het gebied te behouden. Daarom wordt diep afgraven van deze hogere delen niet geadviseerd. Door ca. 10 cm af te graven kan de realisatiekans voor blauwgrasland vergroot worden, zonder de morfologie te sterk aan te tasten.

M_z Lage zandige welving of flank

Binnen de Paardenwei zijn deze gronden aan de droge kant voor blauwgrasland. Hier kan een deel van de zandlaag die op het kleidek is aangebracht (maximaal 20 cm) verwijderd worden. Hiermee wordt een nattere standplaats gerealiseerd en een deel van de bodemfosfaat afgevoerd.

M_k Lage kleiige welving of flank

De bovengrond bestaat hier uit enkele dm's zandige zavel op een kleilaag. Door een deel (10- 20 cm) hiervan af te graven blijft de bodemopbouw behouden en wordt tevens een nattere standplaats gecreëerd die beter past bij blauwgrasland.

L_v Vochtige dalvormige laagte

De humushoudende bovengrond is hier 5 – 20 cm dik, hieronder komt een zwak humushoudende en ijzerrijke laag voor, waarin ook ijzerconcreties worden aangetroffen. Afgraven tot ca. 10 cm kan een gunstige uitgangssituatie voor blauwgrasland opleveren.

L_n Natte laagte

Dit deel is reeds nat genoeg voor blauwgrasland, afgraven zou hier tot een te natte standplaats leiden omdat dan de GLG te dicht bij maaiveld komt. Bovendien geeft de fosfaattoestand daar geen

aanleiding toe. Voor het deel buiten de huidige Paardenwei wordt geadviseerd het wilgenstruweel terug te zetten en de zeggevegetatie in maaibeheer te nemen.

4.2 Beheer

Naast eventuele inrichtingsmaatregelen is ook het beheer van de graslanden van grote invloed op de realisatiekansen voor blauwgraslanden. In de bestaande schraalgraslanden (perceel A en B) is voortzetting van het huidige hooilandbeheer vanzelfsprekend. Waar uitbreiding heeft plaatsgevonden door het terugzetten van de bosrand zal mogelijk tijdelijk wat extra gemaaid moeten worden om opslag van bramen tegen te gaan.

De huidige begrazing van de Paardenwei (perceel C) past niet bij het beoogde schraalgrasland met elementen van blauwgrasland aangezien dit een hooilandtype betreft. Ook draagt begrazing niet bij aan verschraving van de nu nog te voedselrijke bodem. Instellen van een maaibeheer, na eventuele inrichting ligt dan ook voor de hand. De huidige vegetatie geeft aan dat de bodem weliswaar niet zeer voedselrijk is, maar nog wel te rijk voor het doel. Daarom wordt voorgesteld om, zeker in de delen die niet afgegraven worden, een omvormingsbeheer met in eerste instantie jaarlijks twee keer maaien in te stellen. In de af te graven delen zal de productiviteit mogelijk te laag zijn om twee keer te maaien. Wanneer dit praktisch haalbaar is, zal differentiatie in maaifrequentie en –datum ingesteld kunnen worden. Praktische adviezen over een dergelijk omvormingsbeheer en de beoordeling van de vegetatie in verschillende fasen worden gegeven in de Veldgids 'Ontwikkelen van kruidenrijk grasland' (Schipper et al. 2012).

4.3 Effect op nutriënten

4.3.1 Fosfaat



Figuur 4.1 Beoordeling van de geschiktheid voor blauwgrasland na uitvoering van de maatregelen.

Het effect van de maatregelen wordt geïllustreerd door vergelijking van Figuur 3.1 en Figuur 4.1. Door het uitvoeren van de maatregelen kan de geschiktheid voor blauwgrasland in de Paardenwei (perceel C) zeer sterk verbeterd worden.

4.3.2 Stikstof

De stikstofvoorraden verschillen sterk tussen de schraalgraslanden en de Paardenweide. Vooral de ontwikkeling van schrale humusprofielen (met een Mm, Mf of AMh-laag zorgt voor de vastlegging van een relatief grote stikstofvoorraad. Deze voorraad is echter niet zonder meer beschikbaar voor de vegetatie omdat deze gebonden is in de organische stof. De mineralisatiesnelheid van deze N-voorraad is hoogst waarschijnlijk laag gezien de haperende omzetting en mineralisatie van organische stof. De N-voorraad bevindt zich vooral in de eerste 10 cm van het humusprofiel (Tabel 4.1). Mineralisatie van deze N-voorraad zal bevorderd worden door eutrofiering, verdroging en roering van de bovengrond. Voordeel van deze voorraad in deze vorm is dat deze vrij gemakkelijk door ondiep plaggen is te verwijderen. Over de snelheid waarmee deze voorraad groeit is moeilijk een uitspraak te doen. Het overgrote deel van deze voorraad bestaat uit niet of slecht verteerde plantenresten.

Tabel 4.1

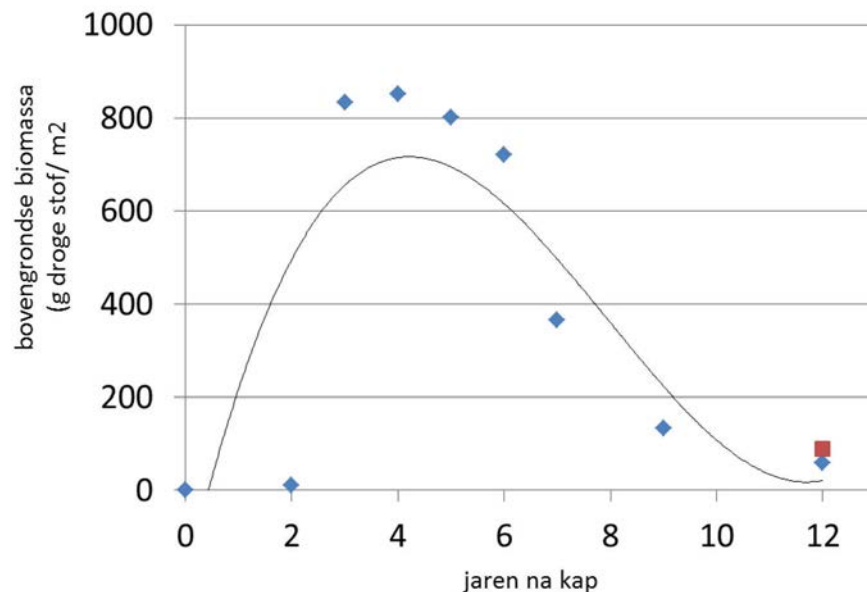
Te verwijderen stikstofvoorraden in mol/m² per plagdiepte.

Locatie	Plagdiepten (cm –mv)				
	0-5	0-10	0-15	0-20	0-30
A1	10.4	10.8	11.3	11.8	11.9
A2	6.2	9.0	9.6	10.2	10.3
A3	12.5	13.0	13.6	14.0	14.1
B1	0.5	1.0	1.6	1.8	1.9
B2	6.0	7.8	8.4	8.6	8.7
C1	1.9	3.9	4.6	5.4	5.5
C2	0.4	0.7	1.1	1.5	1.6
C3	1.1	2.1	1.5	1.6	1.7
C4	0.5	1.0	1.2	1.6	1.7
C5	0.8	1.6	2.3	2.7	3.1
C6	1.1	2.1	2.4	2.8	3.4
C7	0.5	1.0	1.5	2.0	2.7
C8	0.6	1.2	2.1	2.9	3.4
C9	0.7	1.3	2.0	2.3	2.9

De atmosferische depositie draagt ongeveer 1400 mol/ha/j, ofwel 0,14 mol/m²/j (al zal deze langs de bosranden hoger zijn). Dat is dus aanzienlijk minder dan de voorraad in de bodem. Inwaai van strooisel vanuit het bos is een andere bron. Literatuur over de strooiselproductie van een eikenbos geeft aan dat er ongeveer 2-4 ton strooisel per ha, per jaar geproduceerd wordt. Dit komt neer op om en nabij de 2,8 mol N per m² per jaar. Waarschijnlijk zal slechts een deel van dit strooisel, vooral aan de randen van de percelen, invloed hebben op de N-voorraad. Voor de randen zou men de extra N-last kunnen inschatten in de orde van grootte van de achtergrond waarde van de atmosferische depositie. Verdeeld over het gehele grasland zal dit veel geringer zijn (het geringst in de Paardenwei en het hoogst in graslandje B).

In de bosrand zal de stikstofvoorraad in de strooisellaag en bovengrond waarschijnlijk hoger zijn dan in de eutrofe graslanden. Gezien de toch vrij goede vertering onder bos, zeker aan de randen, zal de bijdrage van de ectorganische strooisellaag gering zijn in vergelijking met een armer bos (*hier variërend naar schatting van 1 mol/m² tot 6,5). Soms ontbreekt de strooisellaag aan de randen zelfs. Bij eventuele verwijdering van een rij bomen moet men rekening houden met verhoogde mineralisatie van de aanwezige humus in de minerale bovengrond en de uitwendige humuslaag (de N-voorraad wordt ingeschat op die van grasland A of iets lager). Ook hier geldt dat een deel van de stikstof is geïmmobiliseerd in de in vrij grote dichtheid voorkomende bodemorganismen en de stabiele moderdeeltjes (Kemmers *et al.* 2012). Heftige roering van de boshumusprofielen, maar ook de verandering van het microklimaat door verwijdering van bomen zorgt echter zoals gezegd voor verhoogde mineralisatie. Deze is echter tijdelijk van aard (Figuur 4.2 geeft een indruk van dit proces).

Strooiselverwijdering zal gezien de beperkte dikten van de strooisellagen slechts in beperkte mate deze mineralisatie voorkomen. Waarschijnlijk zal strooiselverwijdering in combinatie met ondiep plaggen na de kap de mineralisatie verminderen. Op de gemiddeld N-voorraad van de graslanden zal het kappen weinig invloed hebben.



Figuur 4.2 Ontwikkeling van de biomassa van korte vegetatie na kap van een sparrenopstand op arme lemige bodem in Tsjechië. De mineralisatie van N heeft een vergelijkbaar verloop (naar Klimo et al. 2006).

In de Paardenweide is situatie meer eutroof. Weliswaar is de N-voorraad hier duidelijk geringer dan in Schraalgraslanden maar is de aanwezige N veel meer beschikbaar voor de vegetatie. Dit komt door de snelle mineralisatie van de organische stof in dit weiland. Dit is duidelijk waarneembaar aan het voorkomen van wat rijkere multhumusvormen. Plaggen zal voor wat betreft vermindering de N-voorraad hier minder effectief zijn dan in de schraallanden (dit geldt overigens niet voor P).

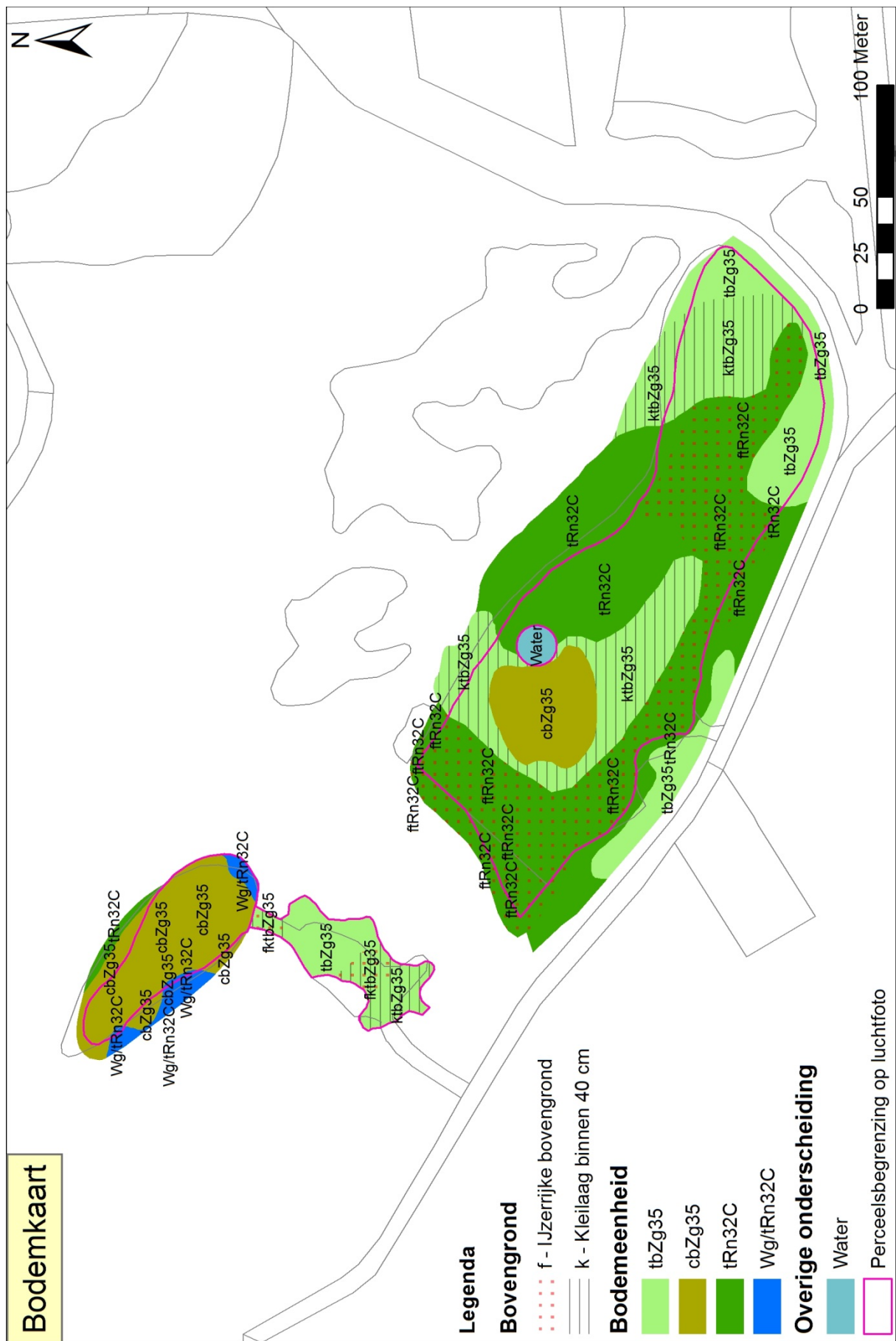
Literatuur

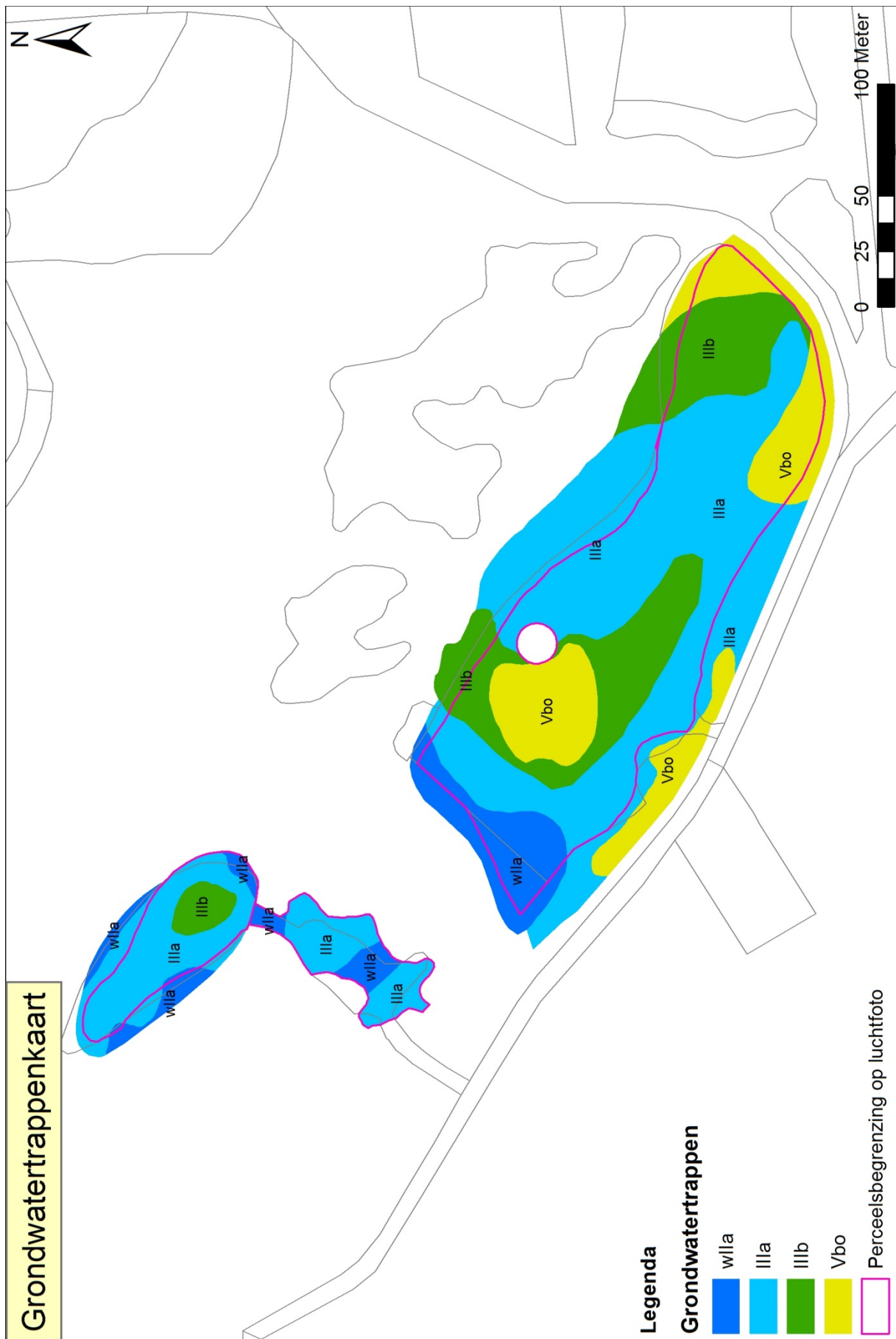
- ARCADIS , 2014. INVENTARISATIE MAATREGELEN LIEFSTINGHSBROEK; RWE, ARCADIS .
077696896:0.6 - Concept.
- Bakker, H. d. & J. Schelling, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, Pudoc.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R. W. de Waal, 2000 t/m 2005. Selectie van referentiepunten t.b.v. het Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 1999 t/m 2004. Wageningen, Alterra.
- Cate, J. A. M. t., A. F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995a. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19A.
- Cate, J. A. M. t., A. F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995b. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel B: Grondwater. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19B.
- Delft, B. v., R. d. Waal, R. Kemmers, P. Mekking & J. Sevink, 2006. Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.
- Delft, B. v., F. Brouwer, M. v. d. Werff & R. Kemmers, 2010. Natuurpotentie Willinks Weust; Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek. Wageningen, WUR-Alterra.
- Delft, S. P. J. v., 2012. Potentie voor nat schraalland in graslanden nabij Muggenbeet en bij Duinigermeer; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-Rapport 2400.
- Delft, S. P. J. v., 2013. Meta-data beschrijving HumBase. Wageningen, Alterra. Nota
- Delft, S. P. J. v. & R. Kemmers, 2013. Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen; Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2415.
- Delft, S. P. J. v., G. J. Maas & F. Brouwer, 2014. Fosfaatonderzoek Noorderpark; Bodemonderzoek t.b.v. realisatie soortenrijke schraallanden. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2493.
- Kemmers, R. H. & S. P. J. v. Delft, 2007. Stikstof-, fosfor- en kaliumbeschikbaarheid en kritische depositiewaarden voor stikstof in korte vegetaties. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1598.
- Kemmers, R., J. Bloem & J. Faber, 2010. Biodembiota en stikstofdromen in schraalgraslanden; Effecten op de vegetatie. Wageningen, Alterra-Wageningen-UR. Alterra-rapport 1979.
- Kemmers, R. H., S. P. J. v. Delft, M. C. v. Riel, P. W. F. M. Hommel, A. J. M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar & H. Smeenge, 2011. Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport 2140.
- Kemmers, R. H., J. Bloem & J. H. Faber (2012). 'Nitrogen Retention by Soil Biota; A Key Role in the Rehabilitation of Natural Grasslands?' Restoration Ecology DOI: 10.1111/j.1526-100X.2012.00914.x.
- Klimo, E. & J. Kulhavý (2006). 'Norway spruce monocultures and their transformation to close-to-nature forests from the point of view of soil changes in the Czech republic.' Ekológia 25(1): 27-43.
- Maas, G. J., S. P. J. v. Delft & B. Makaske, in voorbereiding. De Landschappelijke Bodemkaart van Nederland. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport
- Mekking, P., 2003. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; Deel 8 Bosreservaat Liefstinghsbroek. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 60.8.
- Runhaar, H. en S. Hennekens, 2006. 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 2.2; Gebruikershandleiding. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte en S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute. KWR 09.018. Schippers, W., I. Bax & M. Gardenier, 2012. Ontwikkelen van kruidenrijk grasland; Veldgids. Ede, Aardewerkadvies/bureau groenschrift.

-
- Waal, R. W. d. & P. W. F. M. Hommel, 2010. Humus- en vegetatiereeksen als hulpmiddel voor het natuurbeheer; Enkele voorbeelden op basis van de SBB-referentiepunten. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 2049.
- Waal, R.W. de , P.C. Jansen, S.P.J. van Delft en P. Bolhuis. 2011a. Herstelplan Tondense heide. Alterra rapport 2011/ Natuurmonumenten Z.O. Veluwe. Wageningen/Rheden
- Waal, R.W. de, F. Brouwer, S. P. J. v. Delft, P. W. F. M. Hommel & P. C. Jansen, 2011b. Bodemkundig vooronderzoek Mantingerbos en -weide. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 2265.
- Waal, R. W. d. & P. W. F. M. Hommel, 2013. Provinciaal meetnet verdroging Overijssel; Beschrijving en beoordeling van 56 meetpunten. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 2457.

Bijlage 1 Kaarten











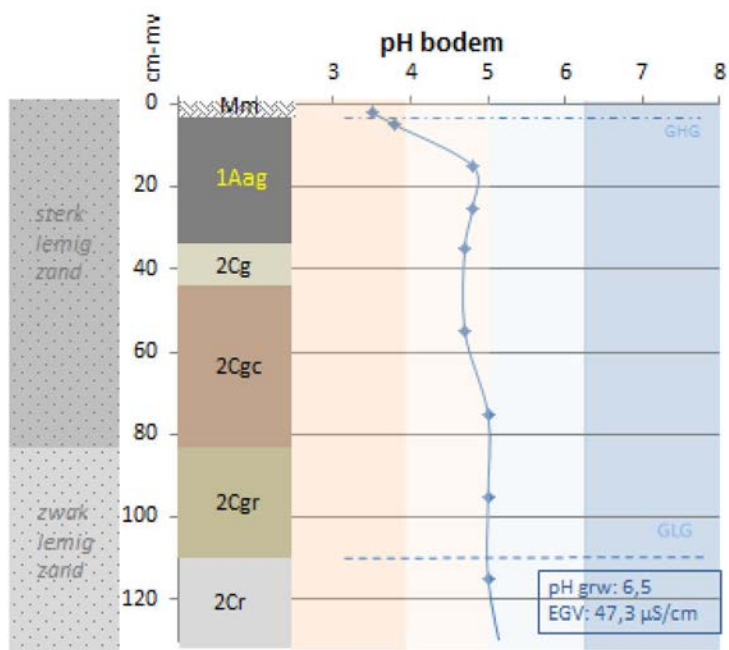


Bijlage 2 Analyseresultaten

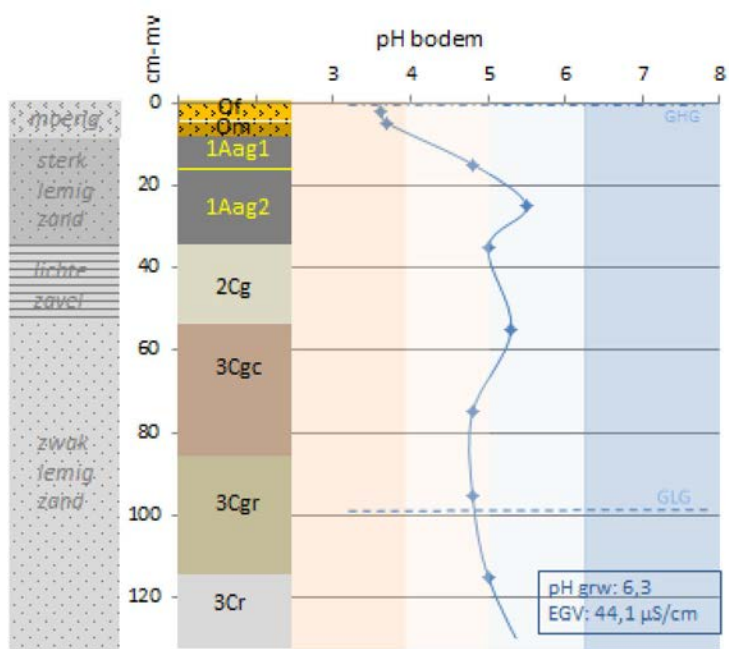
Monster	Begin	Eind	Nt	Pt	Al	Fe	P	organische %	pH	P	PSI	Ca	CEC	Mg	Ca-bezetting %
			g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%		mg P2O5/l grond	Fractie	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg	cmol(+)/kg	%
A1.1	0	3	14.4	916	1203	6366	238	37.1	3.6	9	0.048				
A1.2	3	20	2.2	201	1488	2666	142	7.4	4.01	0	0.045	1	16	0	6.3
A2.1	0	7	12.2	740	1005	4334	179	48.4	3.48	4	0.050				
A2.2	7	20	2.3	909	1248	3690	152	7	4.06	0	0.044	1	15	0	6.7
A3.1	0	4	17.5	996	829	6877	193	56	3.44	4	0.040				
A3.2	4	19	2.3	226	1258	2228	139	7.7	3.84	2	0.052	0	16	0	0.0
B1.1	0	15	2.2	217	1172	2782	124	6.4	3.87	1	0.043	0	15	0	0.0
B2.1	0	6	10.1	612	901	7714	178	39.3	3.88	5	0.033				
B2.2	6	17	2.1	178	935	3537	99	6.5	4.08	0	0.033	2	14	0	14.3
C1.1	0	11	6	507	1065	5574	216	16.8	3.86	3	0.050	6	30	1	20.0
C1.2	11	20	2.2	219	815	10153	37	7.8	3.86	-1	0.006				
C2.1	4	21	2.2	365	1010	6822	221	5.9	4.37	1	0.045	4	16	0	25.0
C3.1	0	9	2.9	914	1288	4019	936	8	4.16	24	0.252	3	19	0	15.8
C3.2	9	20	1.6	549	1401	4393	617	4.8	4.01	8	0.153				
C3.3	20	35	1.2	278	1412	4364	286	4	4.07	0	0.071				
C4.1	0	17	2.4	551	1119	3903	526	6.7	4.53	11	0.152	4	16	0	25.0
C4.2	17	30	1.7	253	1169	4403	201	4.8	4.36	1	0.053				
C4.3	30	45	0.9	87	709	4452	29	3.7	4.07	0	0.009				
C5.1	0	15	3.3	852	1095	10136	660	8.4	4.56	7	0.096				
C5.2	15	35	1.8	280	891	9196	157	5.8	4.42	0	0.026				
C6.1	0	10	3	659	1295	5074	632	8	4.18	10	0.147	3	19	0	15.8
C6.2	10	30	1.8	301	1391	6495	236	5.3	4.18	0	0.045				
C6.3	30	45	1	127	1039	5217	49	3.6	3.9	0	0.012				
C7.1	0	22	3.1	1075	1107	14569	1016	8.9	4.11	7	0.109				
C7.2	22	40	1.6	550	697	8133	151	5.9	4.27	0	0.028				
C8.1	0	10	3.8	550	955	6002	327	9.9	4.26	4	0.074				
C8.2	10	19	2.5	344	1116	8397	218	6.8	4.18	0	0.037				
C8.3	19	40	1.5	289	615	8789	49	5.4	4.22	-1	0.009				
C9.1	0	15	2.8	511	787	10697	373	9.3	4.1	3	0.055				
C9.2	15	30	1.3	180	509	7792	79	4	4.05	0	0.016				

Bijlage 3 Schematische profielen

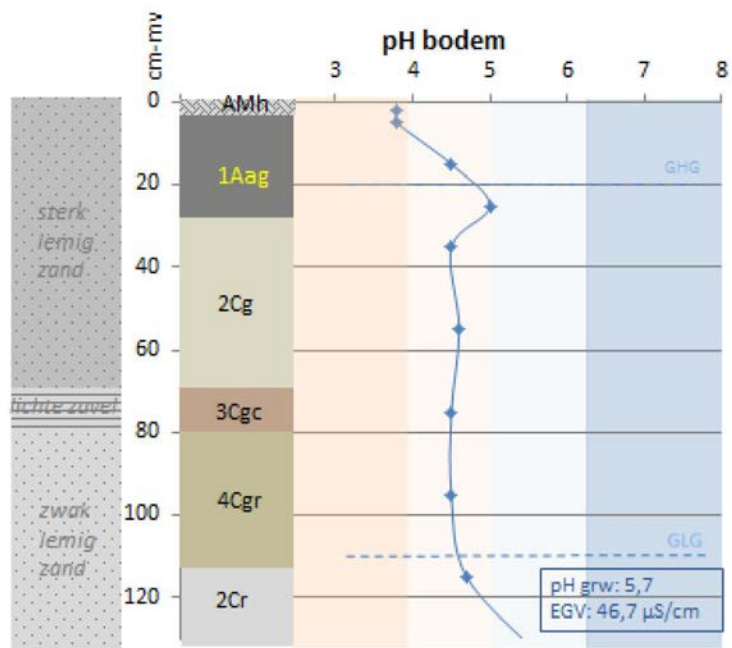
A1



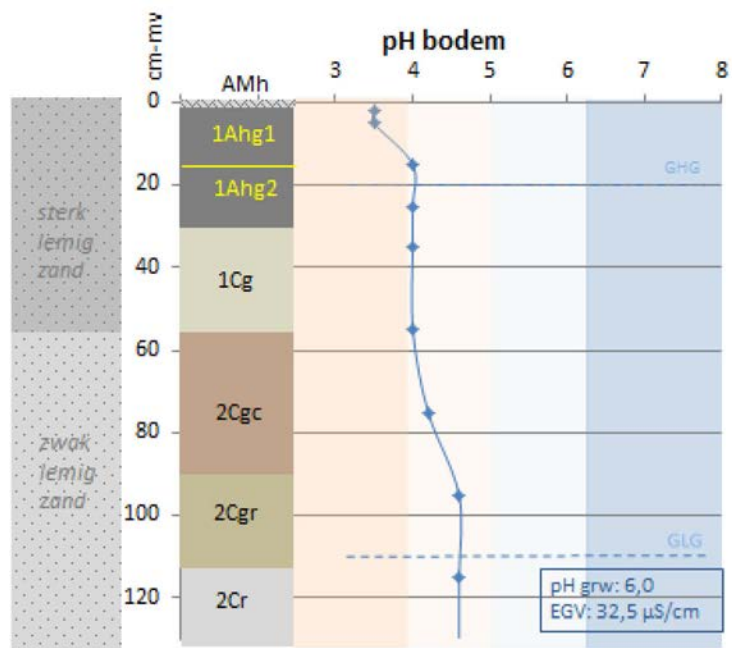
A2



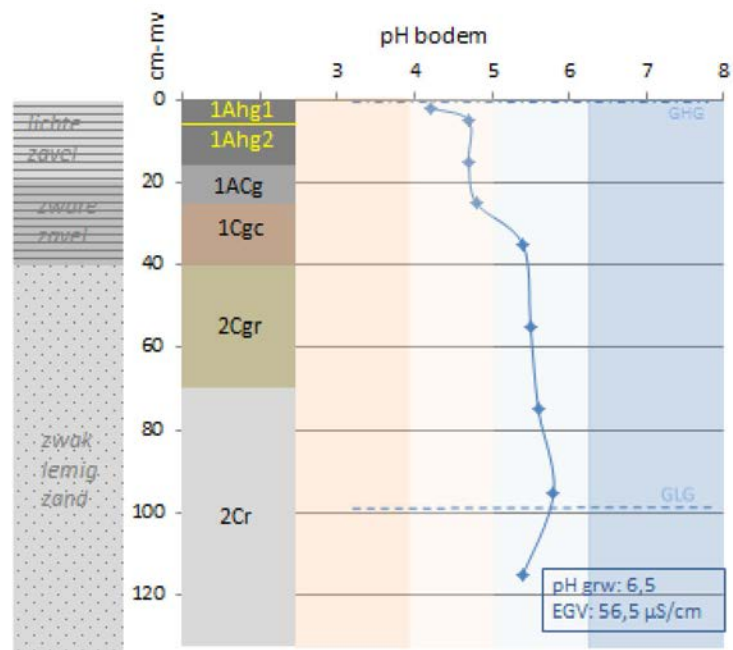
A3



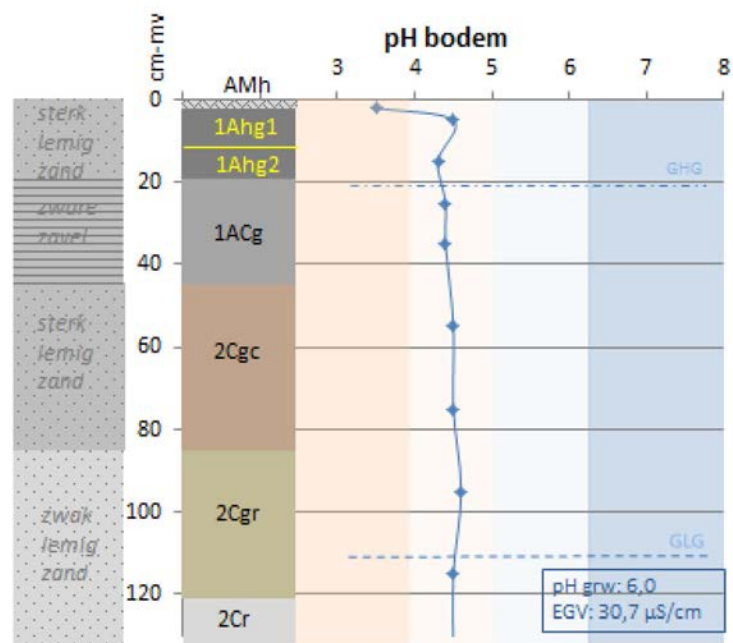
B1



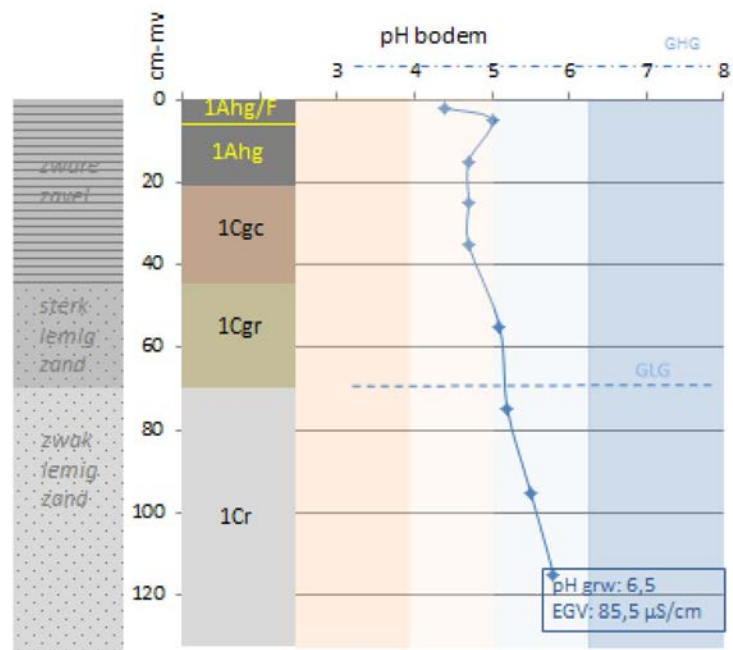
B2



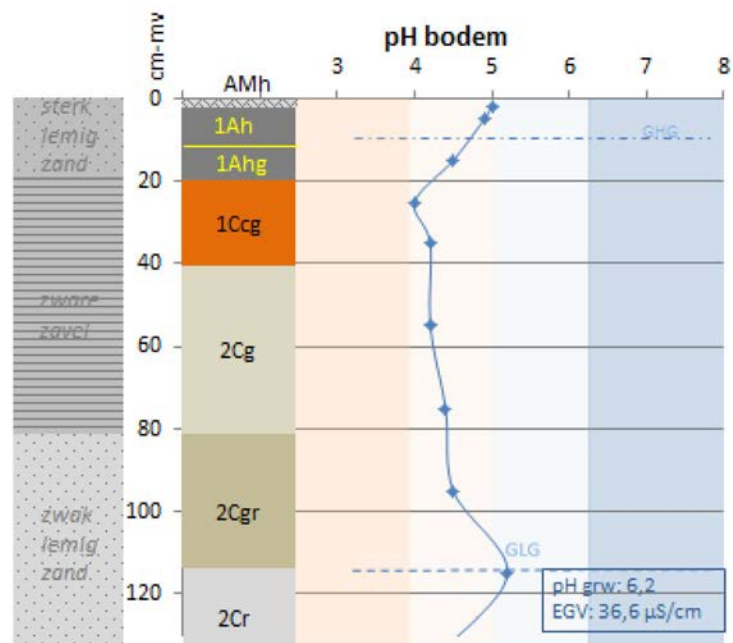
B3



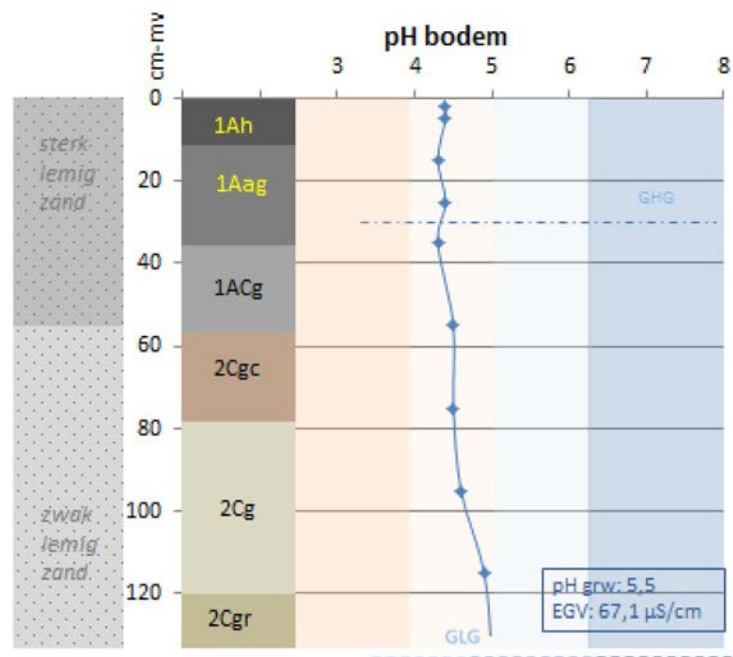
C1



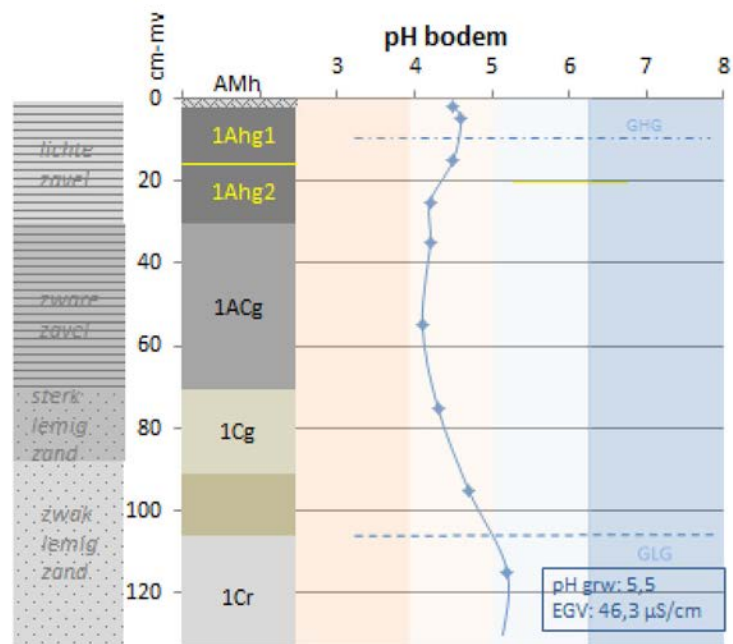
C2



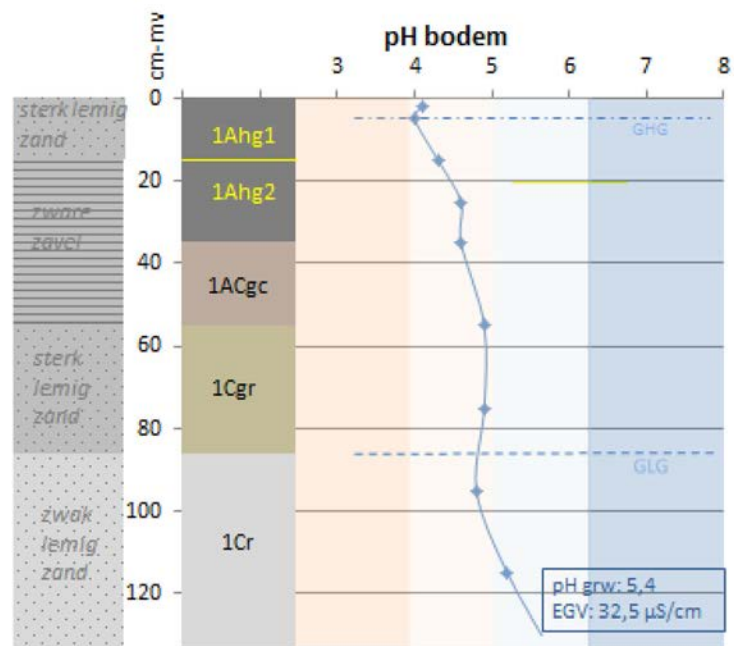
C3



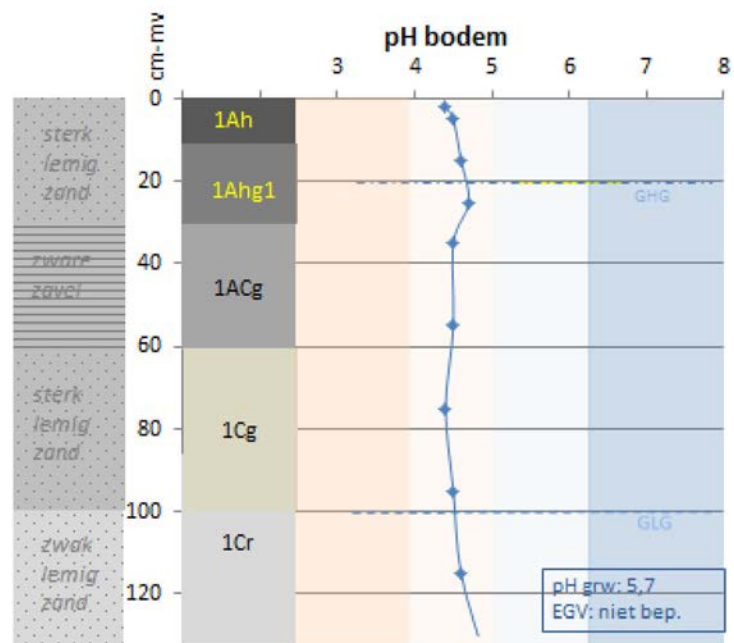
C4



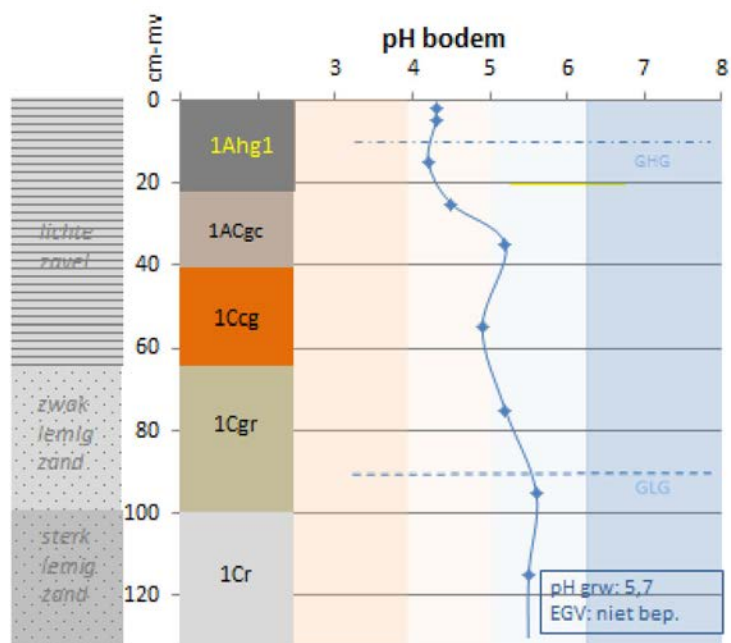
C5



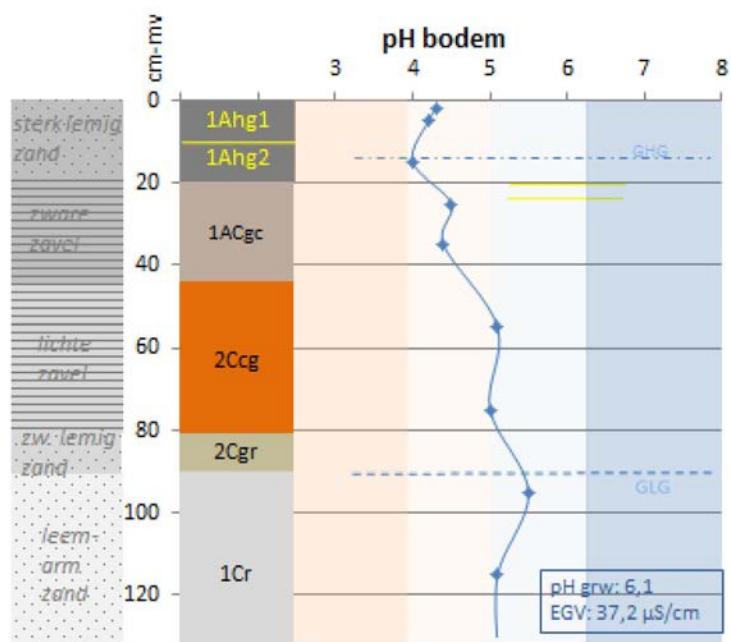
C6

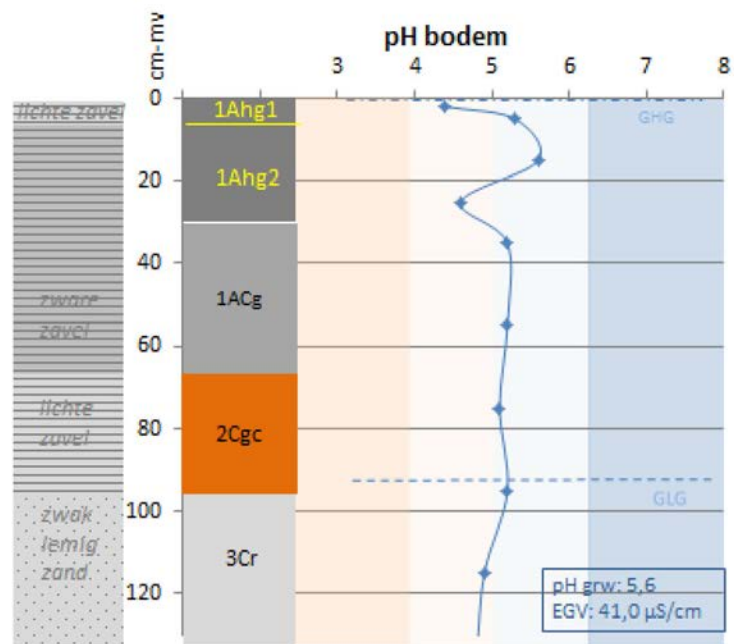


C7



C8





Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2580
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2580
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.

