

# Herstel Vogelkers-Essenbos in Het Lankheet

*Voortgangsrapport 2005 – 2006:  
Beschrijving uitgangssituatie*

P.W.F.M. Hommel  
R.H. Kemmers  
R.W. de Waal



landbouw, natuur en  
voedselkwaliteit

© 2008 Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Rapport DK nr. 2008/087-O  
Ede, 2008

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij de directie Kennis onder vermelding van code 2008/dk087-O en het aantal exemplaren.

Oplage 150 exemplaren

Samenstelling P.W.F.M. Hommel, R.H. Kemmers, R.W. de Waal

Druk Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij

Productie Expertisecentrum LNV  
Bedrijfsvoering/Publicatiezaken  
Bezoekadres : Horapark, Bennekomseweg 41  
Postadres : Postbus 482, 6710 BL Ede  
Telefoon : 0318 822500  
Fax : 0318 822550  
E-mail : DKinfobalie@minlnv.nl

# Voorwoord

Op het landgoed Het Lankheet, gelegen tussen Eibergen (Gld.) en Haaksbergen (Ov.) wordt sinds het voorjaar van 2006 een strook verdroogd, beekbegeleidend bos vernat met voorgezuiverd water. In deze proef worden onder meer de mogelijkheden voor herstel van Vogelkers-Essenbos onderzocht. Het onderzoek vindt plaats in het kader van Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit (OBN) en is gestart in de nazomer van 2005 en zal worden afgerond in 2009.

Het onderzoek werd tot eind maart 2006 begeleid door het Deskundigenteam Natte Schraallanden en nadien door het Deskundigenteam Beekdallandschap. Vanuit dit team zijn de volgende aanbevelingen bij het voorliggende rapport gegeven.

- Gezien de vegetatieontwikkeling lijkt herhaling van de metingen eerst over 5 jaar zinvol, tenzij zich voordien veranderingen in de vegetatie voordoen in de richting van Vogelkers-Essenbos, dan wel geomorfologische processen sneller blijken te gaan dan nu voorzien.
- Naast het huidige referentiegebied dat niet bijzonder goed ontwikkeld is, zou het onderzoek baat kunnen hebben bij een vergelijking met enkele ander bosobjecten die zijn vernat en waar goed verterend strooisel en restanten van de oude vegetatie aanwezig zijn, om de conclusie breder te kunnen trekken.

DE DIRECTEUR DIRECTIE KENNIS  
Dr. J.A. Hoekstra



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Achtergrond	7
1.2	Probleem	7
1.3	Doelstelling	8
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b>	<b>9</b>
2.1	Het studiegebied	9
2.2	Hydrologie	10
2.3	Bodem en humus	11
2.4	Vegetatie	11
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>13</b>
3.1	Hoogteligging	13
3.2	Hydrologie	13
3.3	Bodem en humus	14
3.3.1	Humus	14
3.3.2	Bodemprofielen	15
3.3.3	Zuur- en basentoestand	15
3.3.4	Nutriëntentoestand	16
3.4	Vegetatie	22
<b>4</b>	<b>Conclusies en discussie</b>	<b>25</b>
4.1	Proefopzet	25
4.2	Zuur- en basentoestand	26
4.3	Nutriëntentoestand	27
4.4	Vegetatie	31
	<b>Literatuur</b>	<b>33</b>

<b>Bijlage 1</b>	<b>Hoogteligging van de meetpunten</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Humusprofielen</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Profielbeschrijvingen tot 120 cm - mv</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Resultaten bodemanalyse</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Gemiddelde indicatiewaarden voor vocht, zuurgraad en stikstof</b>	<b>49</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Op het landgoed Het Lankheet, gelegen tussen Eibergen (Ge) en Haaksbergen (Ov) wordt sinds het voorjaar van 2006 een strook verdroogd, beekbegeleidend bos vernat met voorgezuiverd water. De aanvoer van een grote hoeveelheid schoon beekwater wordt mogelijk gemaakt doordat in 2006 op het landgoed een proef werd gestart, gericht op waterzuivering van vervuild beekwater door middel van zuiveringsmoerassen. Met deze grootschalige proef, waarbij onder andere Waterschap en Provincie zijn betrokken, worden zowel WB21-doelstellingen (berging en vergroting van de grondwatervoorraad) als ecologische doelstellingen (mogelijkheden voor herstel van Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos) gediend. Het gezuiverde water wordt hiertoe naar het bos geleid. De inrichting van de proef is dusdanig dat de bevoeiing volledig is te controleren.

Het onderzoek naar de herstelmogelijkheden van beekbegeleidende bostypen in Lankheet is een samenwerkingsproject van Alterra en KIWA. Het Alterra-onderzoek richt zich op het herstel van het Vogelkers-Essenbos (*Pruno-Fraxinetum*), het KIWA-onderzoek op herstel van het elzenbroekbos (*Carici elongatae-Alnetum*). Het onderzoek vindt plaats in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN).

De werkzaamheden ten behoeve van het OBN-onderzoek in Het Lankheet zijn gestart in de nazomer van 2005 en zullen worden afgerond in 2009. Het deelonderzoek naar de herstelmogelijkheden van het elzenbroekbos bouwt voort op eerder onderzoek in Het Lankheet door Aggenbach *et al.* (2005).

## 1.2 Probleem

Het Vogelkers-Essenbos is een bostype dat oorspronkelijk algemeen voorkwam in de beekdalen van pleistoceen Nederland. Het betreft een zeer soorten- en bloemrijk bostype met veel typische bosplanten als Bosanemoon, Slanke sleutelbloem en Eenbes. Op basis van de synoptische tabellen in De Vegetatie van Nederland blijkt dat van alle 20 in Nederland voorkomende bosassociaties dit bostype de grootste botanische diversiteit herbergt (Hommel, 2004). In het Pre-advies 'Natte bossen' wordt in het kader van het programma Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) herstel van dit bostype als prioritair aangegeven (Poels *et al.*, 1998 en 2000). Door verdroging (cq verzuring) van beekdalen en/of eutrofiëring van beekwater zijn goed ontwikkelde voorbeelden van dit bostype in ons land uiterst zeldzaam geworden. Ook hier geldt dat herstel binnen natuurterreinen veelal nauwelijks mogelijk is door middel van intern beheer, aangezien de oorzaken van de achteruitgang doorgaans buiten het beheersgebied gelegen zijn. Experimenten gericht op herstel dan wel ontwikkeling van dit bostype hebben tot nu vrijwel niet plaatsgevonden.

### 1.3 Doelstelling

Dankzij het grootschalig waterzuiveringsproject kan op Lankheet op landschapsschaal worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor herstel van Elzenbroek en Vogelkers-Essenbos d.m.v. inundatie en bevoeiing met schoon, maar basenrijk oppervlaktewater. Hiertoe is door Alterra, in samenwerking met KIWA, een onderzoek gestart, gericht op voor monitoring van de ontwikkeling van vegetatie en abiotiek (zie hierboven). Naast de invloed van inundatie en bevoeiing zal in beide deelonderzoeken ook de invloed van het verwijderen van de strooisellaag en de boomsoort (strooiselkwaliteit) worden onderzocht.

Dit rapport heeft uitsluitend betrekking op:

- herstel van het Vogelkers-Essenbos (dwz het Alterra-deel van het onderzoek);
- het vastleggen van de uitgangssituatie;
- werkzaamheden in 2005 en 2006.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Het studiegebied

Het landgoed Het Lankheet is een bosgebied met enkele landbouw- en heide-enclaves, gelegen tussen Eibergen (Gelderland) en Haaksbergen (Overijssel). De geomorfologie van het gebied is gecompliceerd. Deels bestaat het uit een afwisseling van laaggelegen beekoverstromingsvlakten en dalvormige laagten, deels uit een 'vereffeningsterrasrest' met grondmorene, afgewisseld met dekzandruggen en lage rivierduinen. Het proefveld ligt in een dalvormige laagte bestaande uit beekafzettingen die zijn bedekt met al dan niet verspoeld dekzand.

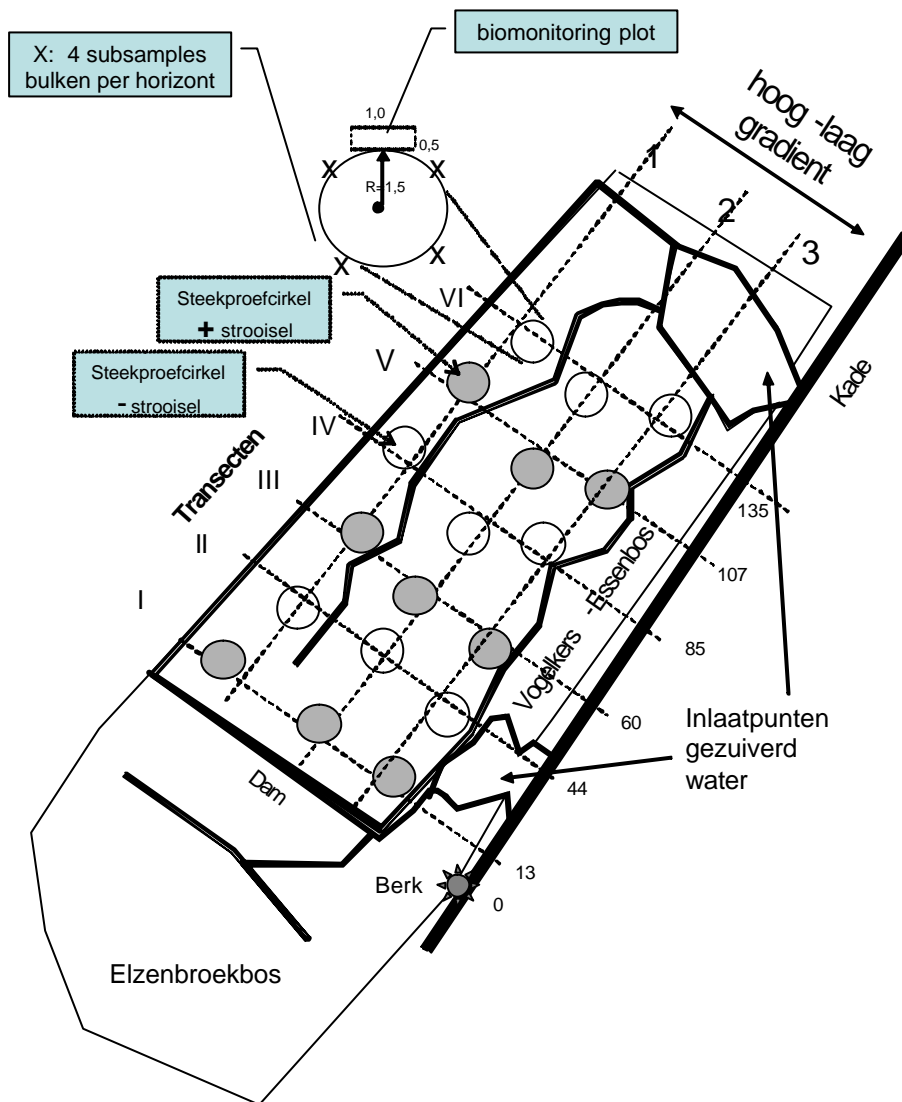
De proefvelden waarin het onderzoek naar herstel mogelijkheden van beekbegeleidende bostypen worden onderzocht bevinden zich in een bosstrook direct grenzend aan de op voormalige maïsakkers aangelegde, zuiveringsmoerassen. Het proefveld waarin herstel van het Vogelkers-Essenbos wordt beoogd is circa 1,5 ha groot.

Het referentiegebied waar geen bevoeiing plaatsvindt, ligt aan de Veenrietweg in het uiterste zuidoosten van Het Lankheet (Krakeelsveld) op ruim een kilometer afstand van proefvelden en zuiveringsmoerassen en is hiervan gescheiden door een relatief hoge dekzandrug. Het referentiegebied is geselecteerd op grond van een min of meer overeenkomstige bodemgesteldheid en hydrologie. Er wordt van uitgegaan dat bij bevoeiing van de proefvelden geen veranderingen van de hydrologie van het referentiegebied zullen optreden. Dit zal worden gecontroleerd aan de hand van een in het kader van dit onderzoek geplaatste peilbuis (zie § 2.3).

De inrichting van het proefveld en het referentiegebied zijn als volgt:

- er werden 24 meetpunten ingericht, verdeeld over 8 parallelle raaien; 6 raaien in het proefveld en 2 in het referentiegebied;
- de proefopzet is systematisch: er wordt zoveel mogelijk uitgegaan van vaste afstanden tussen de raaien en - binnen de raaien - tussen de meetpunten. Voor wat betreft de exacte locatie van raaien en meetpunten wordt echter rekening gehouden met de homogeniteit van de proefvlakken rondom de meetpunten en de afstand tot greppels en bomen;
- de meetpunten zijn gemarkeerd met paaltjes en ingemeten met GPS;
- het bodemkundig en vegetatiekundig onderzoek werd verricht in cirkelvormige proefvlakken met bovengenoemde paaltjes als middelpunt;
- de hoogteligging van de proefvlakken werd bepaald door waterpassing;
- in 50% van de proefvlakken (4 raaien) werd in een cirkel rond bovengenoemde paaltjes de strooisellaag verwijderd (8 à 10 cm; tot de minerale bovengrond; straal tenminste 2,5 meter);
- raaien met en zonder strooiselverwijdering alterneren;
- er werden vier grondwaterstandsbuizen geplaatst (drie in het proefveld; één in het referentiegebied);
- bij elk meetpunt zal een proefvlak voor biomonitoring worden ingericht: bij elk meetpunt (maar buiten het proefvlak voor de monitoring van de vegetatieontwikkeling) worden 20 wortelstokken van Bosanemoon geplant (najaar 2006).

Figuur 2a geeft een schematisch overzicht van het proefveld en de ligging van de meetpunten.



Figuur 2a. Inrichting proefveld herstel Vogelkers-Essenbos in Het Lankheet

## 2.2 Hydrologie

In het voorjaar van 2006 werden vier grondwaterstandsbuizen geplaatst (drie in het proefveld; één in het referentiegebied), gespreid over de verschillende hoogtezones die – blijkens de hoogtemetingen door waterpassing - in het terrein aanwezig zijn.

De eerste meetreeksen afkomstig van de vier grondwaterstandsbuizen zullen worden opgenomen in een volgend voortgangsrapport (eerste monitoringsjaar: 2006).

## 2.3 Bodem en humus

In het najaar van 2005 werd bij alle 24 proefvlakken bodemkundig onderzoek verricht. Dit impliceerde:

- beschrijving humusprofiel (strooisellaag – indien aanwezig - en minerale bovengrond tot 40 cm –mv);
- profielbeschrijving (tot 120 cm –mv);
- bemonstering strooisellaag, 0-5 cm, 5-15 cm en 50-75 cm –mv;
- uitgebreide bodemanalyse.

Per proefvlak werden vier punten bemonsterd: 1,5 tot 2 meter noord, zuid en west en oost van het centraal geplaatste paaltje. Per proefvlak en per bemonsterde laag werden de monsters samengevoegd tot bulkmonsters. Deze bulkmonsters werden geanalyseerd op:

- pH-KCl;
- organische stofgehalte;
- textuur (leemgehalte);
- uitwisselbaar Ca+Mg+K+Na (Bascomb-extractie);
- uitwisselbaar H (Bascomb-extractie);
- CEC (Bascomb-extractie);
- gehalte P-anorganisch (extractie met 5% HCl);
- Fe-, Al- en P-gehalte (oxalaat-extractie);
- gehalte N-totaal en P-totaal (Kjeldahl-destructie)
- gehalte Fe-totaal (extractie met koningswater).

## 2.4 Vegetatie

Bij alle meetpunten waar het strooisel niet verwijderd was, werd in het najaar van 2005 een vegetatieopname gemaakt. Het proefvlak was cirkelvormig met een straal van 1,5 meter rond het paaltje (zie Figuur 2a). Er werd gewerkt met de 14-delige schaal van Doing (Doing Kraft, 1954; zie Westhoff *et al.*, 1995). De opnamen werden ingevoerd en bewerkt met behulp van het programma Turboveg.

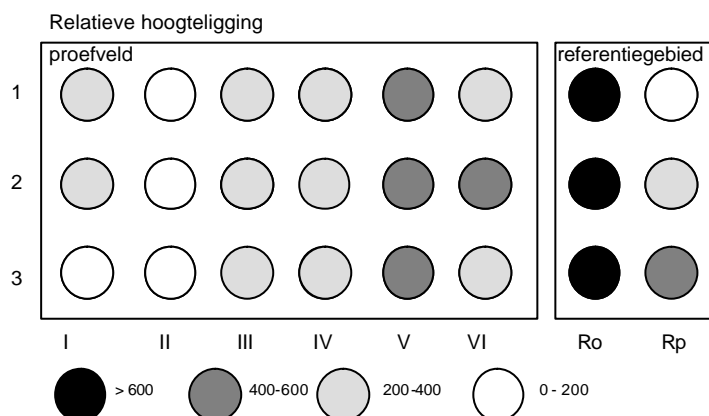
Voor het vastleggen van de uitgangssituatie was een vegetatieopname rond de meetpunten waar het strooisel wel verwijderd was niet zinvol, aangezien met het strooisel ook de gehele kruid- en moslaag was verdwenen.



## 3 Resultaten

### 3.1 Hoogteligging

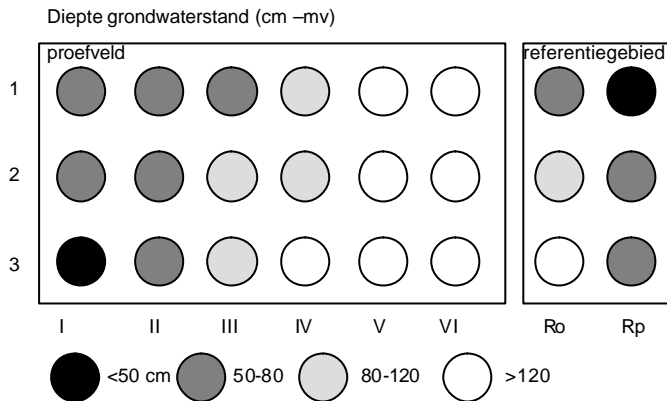
De resultaten van de waterpassing van de proefvlakken en de grondwaterstands-buizen worden gegeven in Bijlage 1. In Figuur 3a wordt de relatieve hoogteligging van de proefvlakken binnen het proefveld en binnen het referentiegebied weergegeven, uitgedrukt in de hoogte (mm) boven het laagst gelegen proefvlak van het gebied. Uit deze figuur valt af te lezen dat de verschillen in hoogteligging binnen het proefveld geringer zijn dan binnen het referentiegebied. Het verschil tussen het hoogst en het laagst gelegen proefvlak bedraagt hier 484 mm tegenover 1748 mm in het referentiegebied. Verder wordt duidelijk dat binnen het proefveld sprake is van een hoogtegradiënt van west naar oost. In het referentiegebied ligt de raai waar het strooisel verwijderd is lager dan die waar geen strooisel is verwijderd. Onderzoekstechnisch is dit suboptimaal. Het was echter niet mogelijk binnen het landgoed een beter (homogener) referentiegebied te vinden.



*Figuur 3a. Relatieve hoogteligging van de proefvlakken (mm boven het laagstgelegen proefvlak van het gebied).*

### 3.2 Hydrologie

De exacte grondwaterfluctuaties worden gemeten in de grondwaterbuizen. Op grond van bodemkenmerken is echter ook een uitspraak te doen over grondwaterfluctuaties in het nabije verleden. De laagste gemiddelde grondwaterstand is alleen in het zuidwesten en in de laagste delen van het referentieveld binnen de meter aan te treffen. De hoogste grondwaterstanden variëren van een halve meter onder maaiveld in het westen tot dieper dan 1 m in het oosten. Schijngrondwaterspiegels, gevormd door stagnerend regenwater, kunnen verspreid over het gehele proefgebied worden aangetroffen. Figuur 3b geeft een beeld van de actuele grondwaterstanden in het proefveld (najaar) en het referentiegebied (winter).



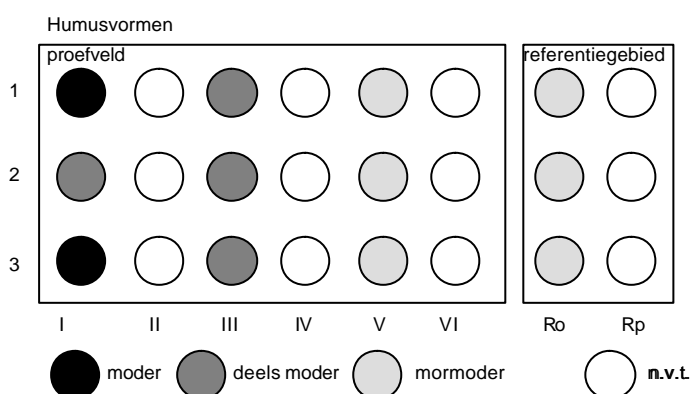
Figuur 3b. Grondwaterstanden in de proefvlakken

### 3.3 Bodem en humus

#### 3.3.1 Humus

De verschillen in humusprofielen zijn op het eerste gezicht niet spectaculair. Overal zijn vrij dikke strooisellagen aan te treffen. Er is echter wel een trend waarneembaar dat op de drogere en meer uitgeloopte bodems een dikker humusprofiel voorkomt. Bovendien hebben bij nadere beschouwing de westelijke profielen een duidelijk moderachtig karakter. Dit duidt op een mildere humusvertering onder invloed van een rijk bodemleven. Dit rijkere bodemleven wordt gestimuleerd door de vochtiger condities, basenaanvoer door grondwater en het voorkomen van bomen met een relatief mild strooiseltype afkomstig van de daar tussen de eiken groeiende elzen en berken. In het zuidwesten worden bos- en humusmoders aangetroffen; in het noordoosten humus- en bosmormoders. De humusprofielen in het referentievak behoren tot de mormoders. Figuur 3c geeft een globaal overzicht van de verspreiding van de humusvormen.

Een gedetailleerd overzicht van de humusprofielen waar geen strooisel is verwijderd, wordt gegeven in Bijlage 2 (vier waarnemingspunten per proefvlak).



Figuur 3c. Humusvormen in de proefvlakken (zonder strooiselverwijdering)

### 3.3.2 Bodemprofielen

Het zuidwestelijk gedeelte van het proefveld is het laagst (zie § 3.1) en bestaat uit een complex van fijnzandige dekzand bodems met een 20 tot 35 cm dikke humushoudende bovengrond die op veel plekken verstoord lijkt. Binnen de halve meter zijn hydromorfe kenmerken aanwezig. Het leemgehalte ligt tussen de 10 en 15% (leemarm tot matig leemarm). In het grootste deel van het proefveld komen lemige en/of humushoudende lagen voor die gedeeltelijk een stagnerend karakter hebben. Deze lagen duiden op een natter sedimentair verleden (beekmilieu). Het oorspronkelijk maaiveld is later bedekt geraakt met verstoven, verspoeld (van de nabijgelegen hoge es) of mogelijk zelfs opgebracht zand. De uitloging van de bovengrond van de vochtige bodems in het zuidwesten is beperkt en er is geen sprake van podzolvorming. Slechts hier en daar is een beginnende micropodzolering waar te nemen. De bodems zijn deels tot de beekerdgronden, deels tot de gooreerdgronden (op de relatief drogere plekken) te rekenen. Naar het noordoosten is de afstand tot het grondwater groter, zijn de bovengronden duidelijk uitgelooft en is hier en daar sprake van een humus-B die kenmerkend is voor een veldpodzolgrond. Het referentievlak vertoont de meeste overeenkomst met het noordoostelijke gedeelte van het proefvlak, met uitzondering van de twee laagste proefvlakken (Rp.1 en Rp.2) die een moerig karakter hebben (moereerdgronden). Veel profielen in het proefveld en het referentiegebied zijn gedeeltelijk verstoord en/of vergraven.

Een gedetailleerd overzicht van de bodemprofielen van de proefvlakken (tot een diepte van 1.20 meter) wordt gegeven in Bijlage 3.

### 3.3.3 Zuur- en basentoestand

Een compleet overzicht van alle resultaten van de bodemanalyse wordt gegeven in Bijlage 4. Wij beperken ons hier tot een bespreking van enkele hoofdlijnen per bemonsterde laag. De nadruk ligt hierbij op een bespreking van de basenhuishouding. In een volgende paragraaf (§ 3.2.4) komt de nutriëntenhuishouding (incl. de ijzer-totaal-gehalten) aan bod.

#### De uitwendige humuslaag (strooisel)

De belangrijkste verschillen in bodemchemie tussen de strooisellagen hebben betrekking op de basenhuishouding. De H/Ca-verhouding (Figuur 3e) en de calciumverzadiging (Figuur 3f) zijn hoger in de westelijke raaien (vooral in I en in minder mate in III). De calciumverzadiging varieert van 20 - 50% in het zuidwesten tot lager dan 20% in de rest van het gebied. De H/Ca- verhouding is vooral in het eerste traject zeer laag in vergelijking tot de rest van het gebied (0 tot 2,5). Dit komt goed overeen met de verspreiding van de moder-humusvormen (Figuur 3c). De verschillen in pH zijn veel minder spectaculair met waarden variërend van 2,7 tot 3. (Figuur 3d).

#### *De laag 0-5 cm -mv (bovenste deel van de minerale bovengrond)*

In de bovenste 5 centimeter van de minerale bovengrond zien wij duidelijke verschillen tussen de eerste drie raaien van het proefvlak en de overige raaien (m.i.v. het referentiegebied). Deze verschillen hebben vooral betrekking op de Ca-verzadiging (meer dan 10% in het westen) en de H/Ca-verhouding (in het westen tussen de 2,5 en 10).

#### *De laag 5-25 cm -mv ( de wortelzone in de minerale bovengrond)*

In de wortelzone van de kruidlaag zijn de onderlinge verschillen wat betreft de basenhuishouding het geringst. In het zuidwest deel van proefveld is de Ca-verzadiging iets hoger dan elders (Figuur 3f) en de H/Ca-verhouding iets lager (Figuur 3e) .

#### *De laag 50-75 cm (ondergrond)*

In de ondergrond zijn zeer duidelijke verschillen in Ca-verzadiging en H/Ca-verhouding aanwezig tussen het westen en oosten van het proefveld. Het zuidwestelijk deel is de ondergrond (50-75 cm -mv) duidelijker basischer dan in het noordoosten (Figuur 3e en 3f). Ook de pH laat duidelijke verschillen zien en is (pleksgewijs) hoger in het westelijk deel van het proefveld ( Figuur 3d).

### 3.3.4 Nutriëntentoestand

#### **De uitwendige humuslaag (strooisel)**

De spreiding van het ijzer-totaal-gehalte geeft een vrij duidelijk beeld te zien. In het zuidwesten van het proefveld, vooral in de eerste raai zijn de waarden gemiddeld hoger (meer dan 300 mg/100g) dan in het noordoosten en in het referentiegebied (Figuur 3g). Wat betreft de gehalten van de macronutriënten N en P komen geen duidelijke verschillen naar voren. De C/N-ratio's verschillen nauwelijks (15 tot 20) en de verschillen in C/P wijzen evenmin duidelijk op een trend (600 tot 900). Dit komt overigens wel overeen met eerdere ervaringen dat calciumverzadiging en H/Ca-getallen subtielere graadmeters voor verschillen zijn in humusvormen dan C/P, C/N en pH.

#### *De laag 0-5 cm -mv (bovenste deel van de minerale bovengrond)*

De C/N-verhouding is lager in de eerste 3 raaien; vooral in raai 3 (Figuur 3h); De C/P-verhouding lijkt het laagst in raai VI (Figuur 3i). De pH vertoont weinig verschillen binnen het proefveld en het referentiegebied (Figuur 3d). Het ijzer-totaal-gehalte is in het zuidwesten het hoogst, al komt ook in een raai V een proefvlak met een hoog ijzergehalte voor.

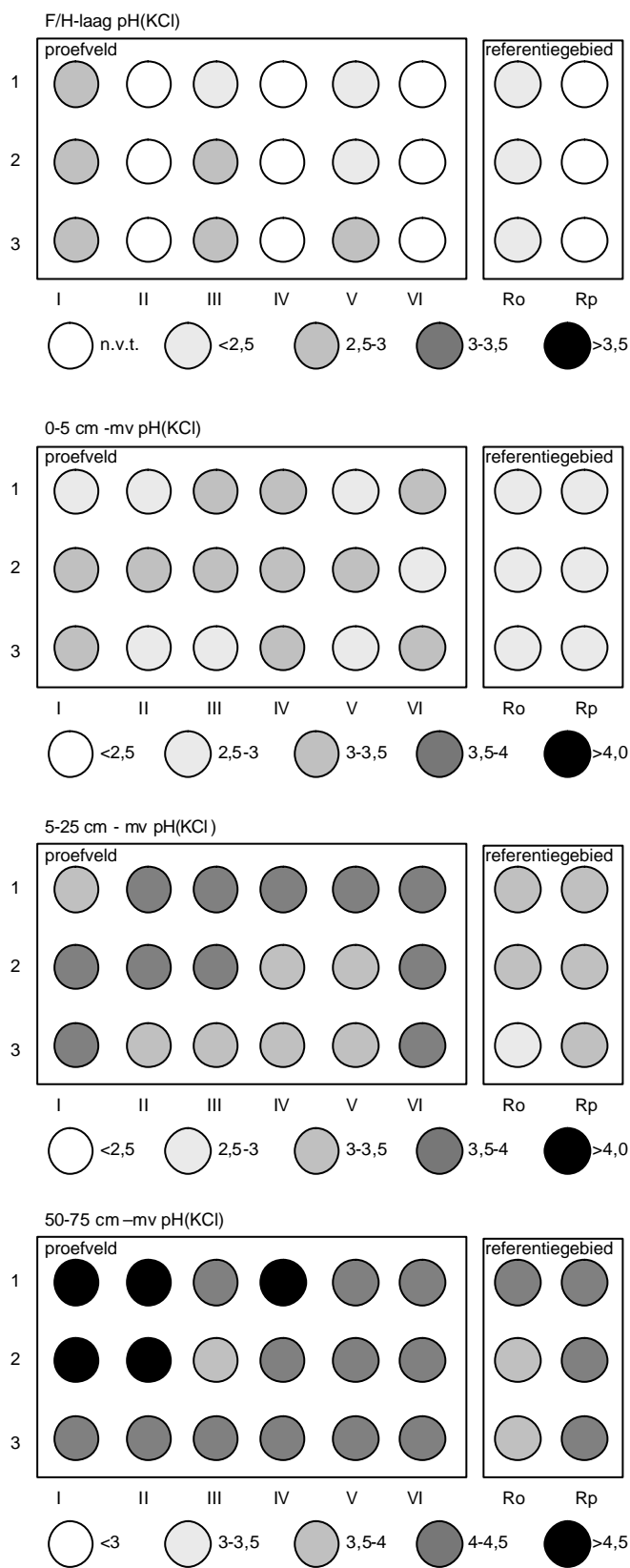
#### *De laag 5-25 cm -mv ( de wortelzone in de minerale bovengrond)*

Voor de macronutriënten geldt dat - gezien de verschillen in C/N en C/P-verhoudingen - de beschikbaarheid van N en P relatief hoog is in de raaien III (N) en VI (P) van het proefveld (Figuur 3h en 3i). Voor wat betreft het ijzer-totaal-gehalte is er binnen het proefveld wel sprake van verschillen maar niet van een duidelijke gradiënt (Figuur 3g). De verschillen tussen proefveld (relatief hoog) en referentiegebied (relatief laag) zijn wel duidelijk.

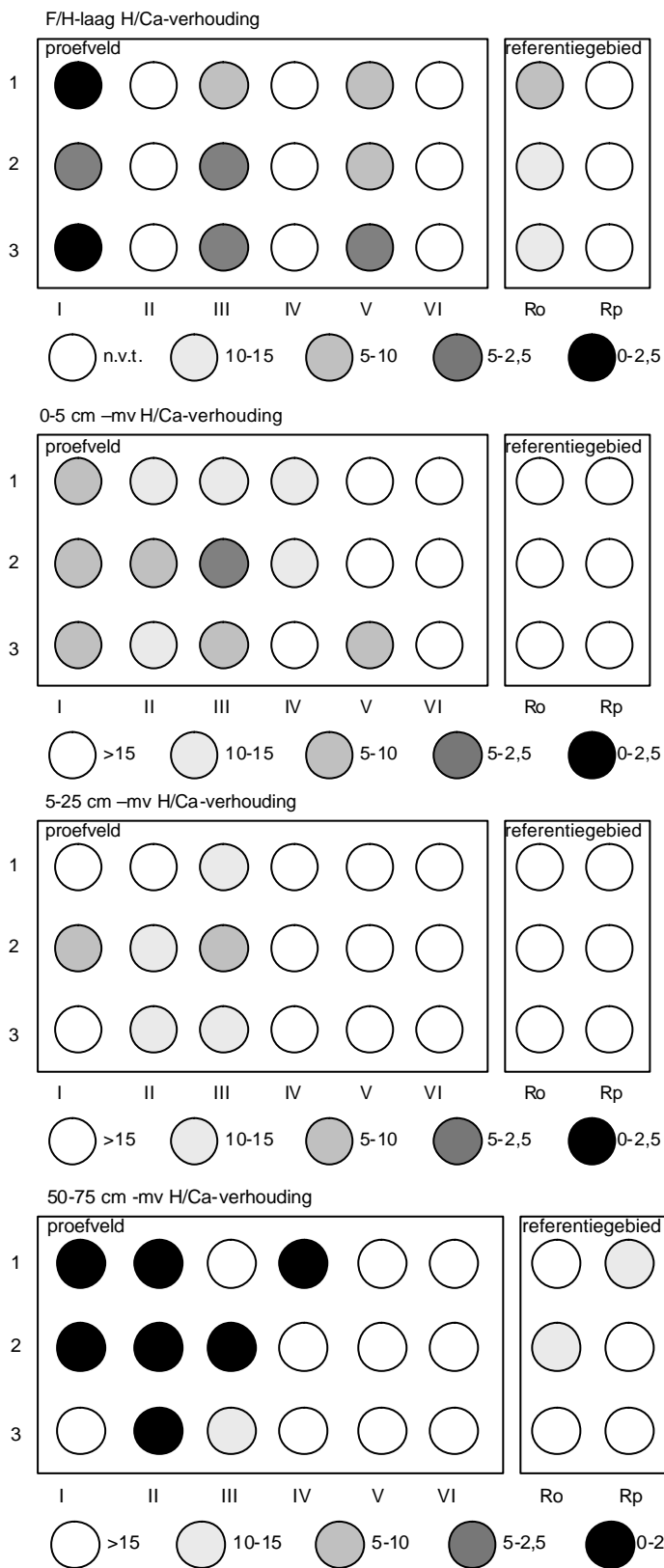
#### *De laag 50-75 cm (ondergrond)*

De C/P en de C/N-ratio's zijn voor deze laag niet bepaald. Het organisch stofgehalte in de ondergrond is namelijk zeer laag (zie Bijlage 4). Hierdoor kunnen relatief grote onnauwkeurigheden optreden bij berekening van deze ratio's. Het verschil in ijzer-totaal-gehalte is alleen plaatselijk (in raai III) hoger dan elders (Figuur 3g).

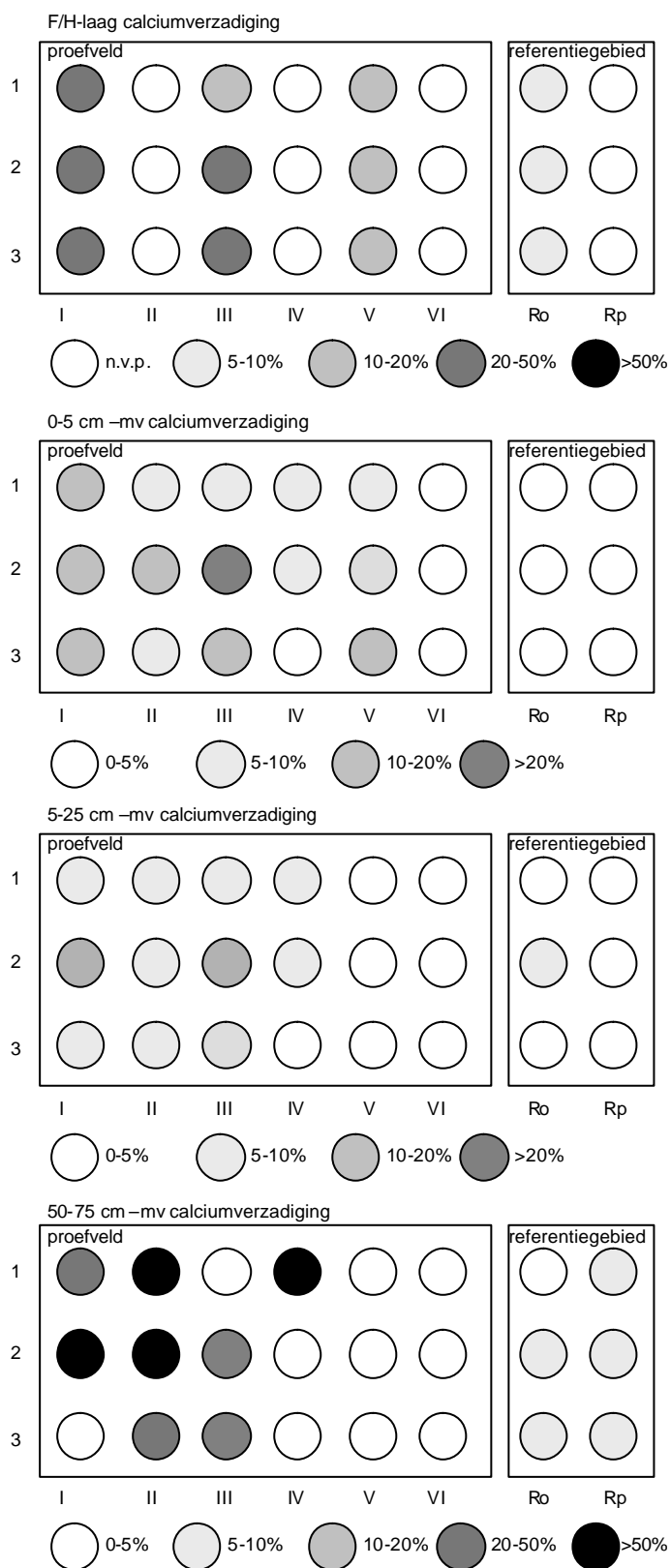




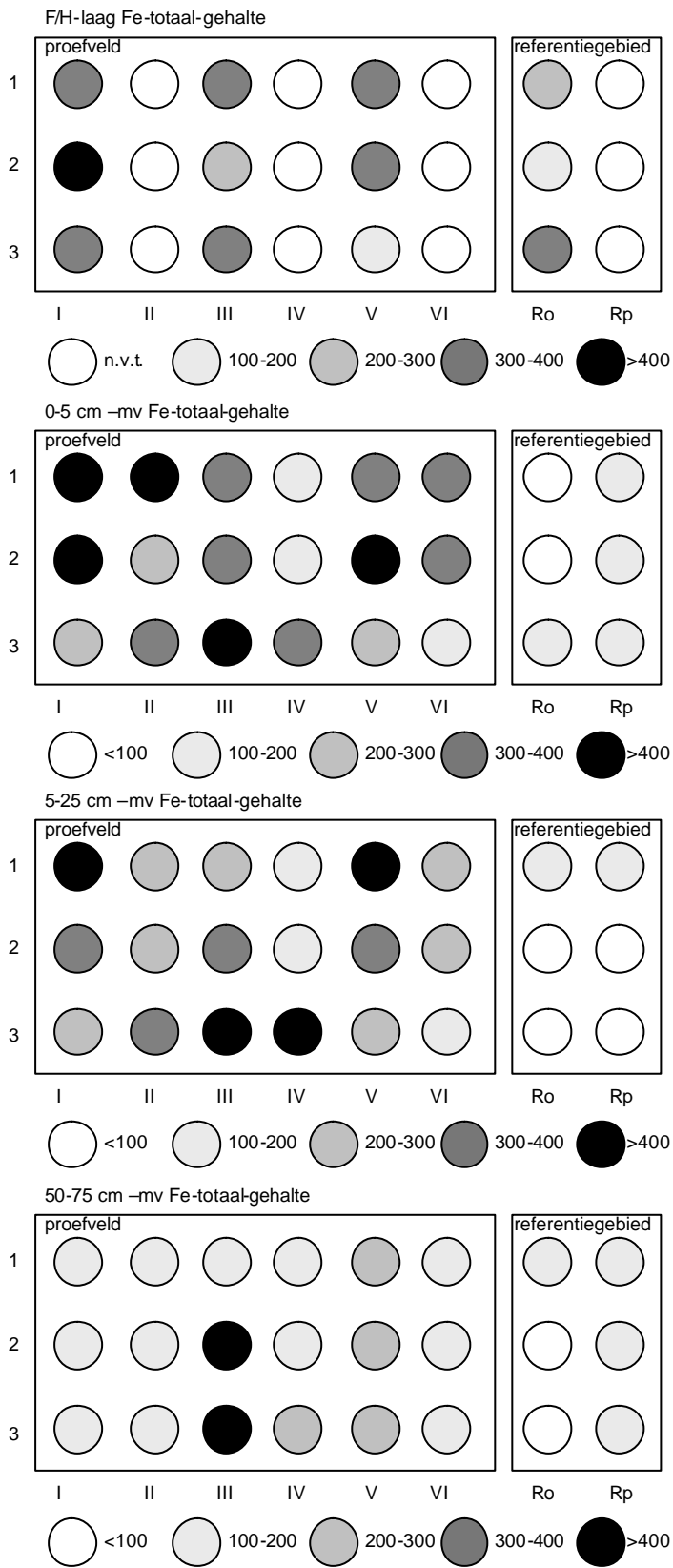
Figuur 3d. pH-KCl-waarden in de proefvlakken (vier dieptes)



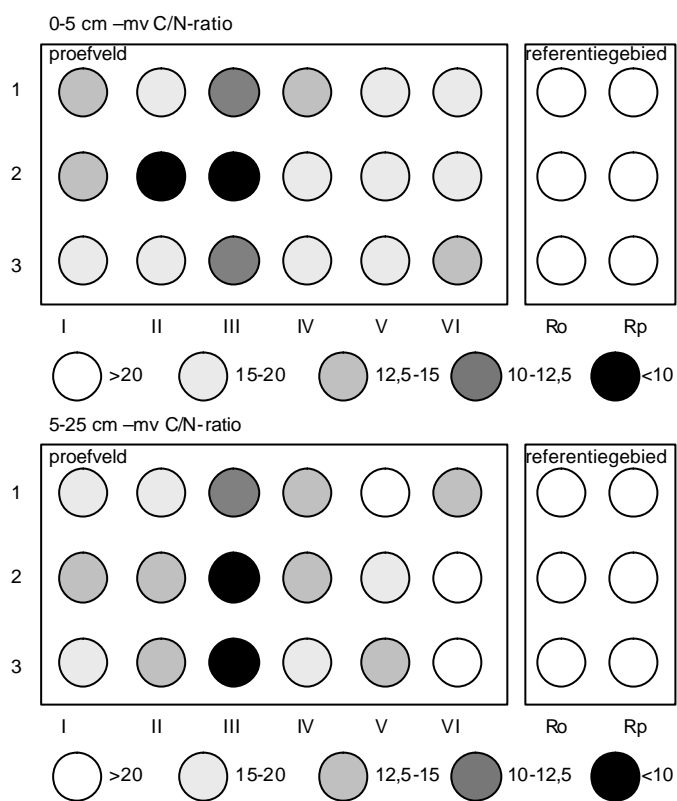
Figuur 3e. H/Ca-verhouding in de proefvlakken (vier dieptes)



Figuur 3f. Ca-verzadiging in de proefvlakken (gecorrigeerd; vier dieptes)

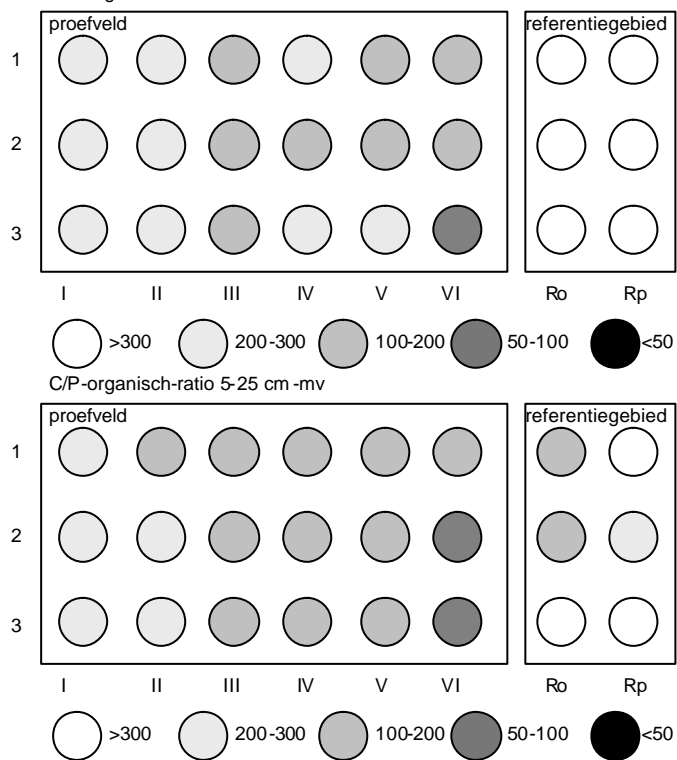


*Figuur 3g. Fe-totaal-gehalte in de proefvlakken (vier dieptes)*



Figuur 3i. C/P-ratio in de proefvlakken (twee dieptes)

C/P-organisch-ratio 0-5 cm -mv



Figuur 3h. C/N-ratio in de proefvlakken (twee dieptes)

### 3.4 Vegetatie

De vegetatieopnamen van de proefvlakken waar geen strooisel (en ondergroei) werd verwijderd worden weergegeven in Tabel 3a.

Tabel 3a Vegetatietabel (Doing-schaal).

Raai Opname	I	III	V	Ro*	
	123	123	123	123	
<b>Boomlaag</b>					
Alnus glutinosa	31.	876	...	...	Zwarte els
Betula pubescens	33.	12.	224	1p6	Zachte berk
Sorbus aucuparia	p..	...	...	...	Wilde lijsterbes
Rhamnus frangula	..4	...	...	...	Sporkehout
Quercus robur	...	..2	787	79.	Zomereik
<b>Struiklaag:</b>					
Rhamnus frangula	122	p42	pp2	2.4	Sporkehout
Alnus glutinosa	1p.	..1	...	...	Zwarte els
Corylus avellana	p..	...	...	...	Hazelaar
Lonicera periclymenum	p..	...	...	...	Wilde kamperfoelie
Salix cinerea	...	..2.	...	...	Grauwe wilg
Sorbus aucuparia	...	...	2..	...	Wilde lijsterbes
<b>Kruidlaag:</b>					
Molinia caerulea	3r3	224	3p2	433	Pijpestrootje
Dryopteris carthusiana	r.r	pr	..p	..p	Smalle stekelvaren
Rubus fruticosus ag.	p.1	p11	...	p..	Gewone braam
Hedera helix	pr.	ap.	.r.	...	Klimop
Prunus serotina (juv.)	r..	pp.	rpp	...	Am. vogelkers (juv.)
Pinus sylvestris (juv.)	rr.	r..	...	...	Grove den (juv.)
Ilex aquifolium (juv.)	p..	.r.	...	...	Hulst (juv.)
Deschampsia flexuosa	p..	...	..p	...	Bochtige smele
Pteridium aquilinum	p..	...	...	...	Adelaarsvaren
Sorbus aucuparia (juv.)	.rr	ppr	r.p	...	Wilde lijsterbes (juv.)
Rhamnus frangula (juv.)	.r.	p..	pp.	ppp	Sporkehout (juv.)
Picea abies (juv.)	.r.	...	...	...	Fijnspar (juv.)
Vaccinium myrtillus	..p	...	pa.	...	Blauwe bosbes
Quercus robur (juv.)	..r	..p	..p	.rr	Zomereik (juv.)
Fagus sylvatica (juv.)	...	r..	.r.	...	Beuk (juv.)
<b>Moslaag:</b>					
Brachythecium rutabulum	a..	ppp	app	..a	Gewoon dikkopmos
Hypnum jutlandicum	pa.	p..	.aa	pap	Heideklauwtjesmos
Eurhynchium praelongum	1.a	m23	a..	...	Fijn snavelmos
Mnium hornum	aaa	..p	...	..p	Gewoon sterremos
Polytrichum formosum	pap	.p.	.p.	...	Fraai haarmos
Dicranum scoparium	pp.	.p.	...	...	Gewoon gaffeltandmos
Aulacomnium androgynum	.p.	...	p..	.pa	Gewoon knopjesmos
Pseudoscleropodium purum	...	apa	1..	...	Groot laddermos
Lophocolea heterophylla	...	...	ppm	.pp	Gedrongen kantmos
Lophocolea bidentata	...	...	p..	...	Gewoon kantmos
Dicranella heteromalla	...	...	.p.	p..	Gewoon plusjesmos
Campylopus pyriformis	...	...	...	..p	Gewoon kronkelsteeltje
Orthodontium lineare	...	...	...	..p	Geelsteeltje
Pohlia nutans	...	...	...	..p	Gewoon peermos

\* strooisel niet verwijderd.

Uit Tabel 3a blijkt duidelijk dat in de huidige toestand de vegetatie vrijwel geen soorten herbergt die herinneren aan een verleden van Vogelkers-Essenbos of Elzenbroekbos, bostypen die hier gezien de groeiplaatskenmerken voor de verdroging zeker wel aanwezig moeten zijn geweest. Alleen in de boomlaag (Zwarte els) en de struiklaag (Hazelaar; Grauwe wilg) zijn nog hier en daar nog relicten te vinden, het meest op de voorgrond tredend in raai III, in mindere mate ook in raai I. In de kruid- en moslaag ontbreken dergelijke relicten geheel. Wel is het opvallend dat de mossoort die nog het meest indicatief is voor een relatief rijk bosmilieu (Groot laddermos) eveneens zijn zwaartepunt heeft in raai III.

De meeste opnamen in het proefveld en alle drie de opnamen in het referentiegebied kunnen daarentegen op dit moment het best geclassificeerd worden als een 'arm' en vochtig *Quercion*-bos. Als wij het eenmalig voorkomen negeren van Adelaarsvaren (een soort van het Wintereiken-Beukenbos, die zich vanuit de bosrand plaatselijk enigszins uitbreidt), is binnen het *Quercion* het Vochtig Eiken-Berkenbos (*Betulo-Quercetum molinietosum*) het meest voor de hand liggend bostype. Kenmerkend hiervoor is de in proefveld en referentiegebied veel voorkomende combinatie van Zomereik en Zachte berk in de boomlaag, Sporkehout in de struiklaag, Pijpestrootje in de kruidlaag en een breed scala aan soorten van arm en zuur milieu in de moslaag (Hommel *et al.*, 1999). Goed ontwikkeld is dit type echter (nog) niet. Eenduidig voor de arme bossen differentiërende soorten als Blauwe bosbes, Bochtige smele en Pluisjesmos zijn nog maar spaarzaam aanwezig.

Een nadere ecologische interpretatie van de opnamen kan worden verkregen door de gemiddelde 'Ellenberg-getallen' voor vocht, zuurgraad en stikstof te berekenen (met behulp van het programma Turboveg). De resultaten worden gegeven in Bijlage 5. Het belang van deze indicatiewaarden voor dit onderzoek is dat zij de mogelijkheid bieden toekomstige veranderingen in de soortensamenstelling ecologisch te duiden. Daarnaast is echter ook de ruimtelijke spreiding over de verschillende proefvlakken interessant. Deze wordt weergegeven in Figuur 3j.

#### **Indicatie voor vocht**

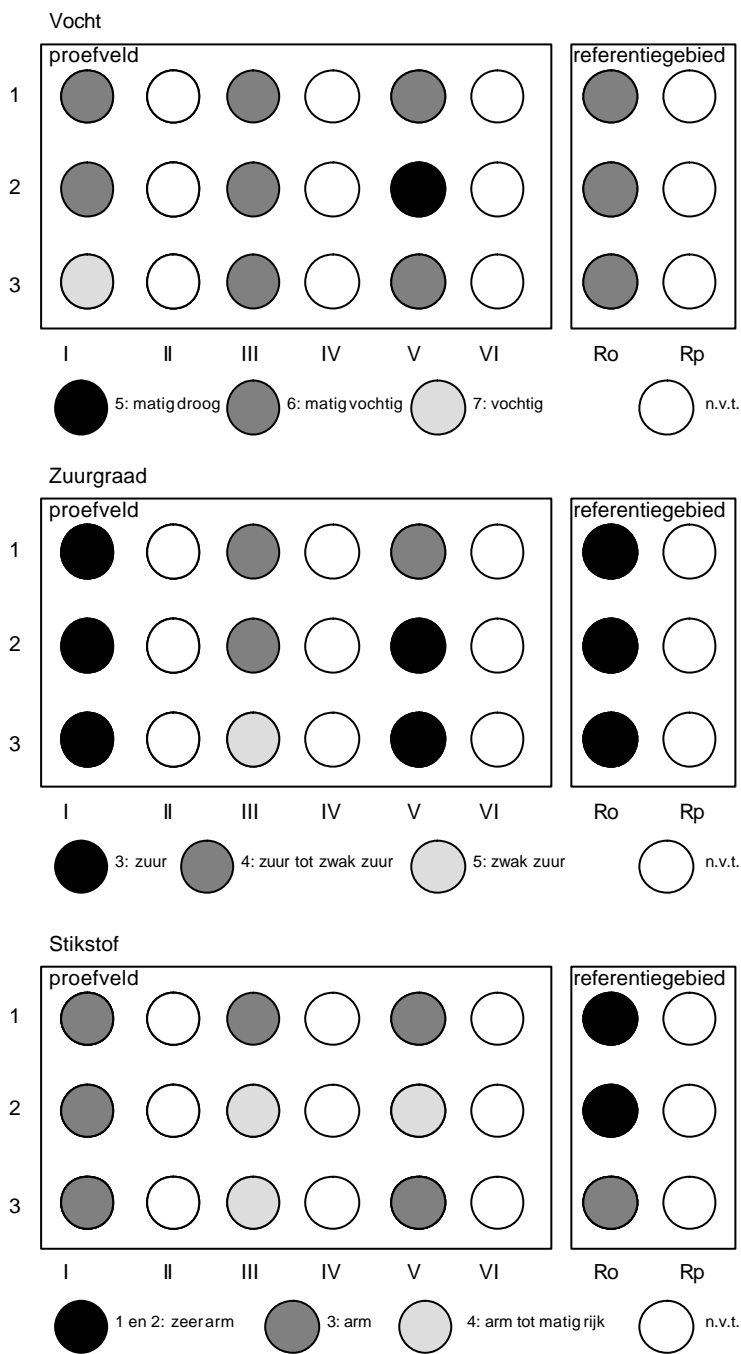
Binnen het proefveld vertoont de gemiddelde indicatie van de proefvlakken voor vocht een duidelijk verband met de hoogteligging (Figuur 3a) en de gemeten grondwaterstanden (Figuur 3b): er is een globale gradiënt van west (relatief vochtig) naar oost (relatief droog) en proefvlak I.3 komt steeds als het meest vochtige naar voren. In de proefvlakken van het - voor wat betreft hoogteligging en vochttoestand heterogene - raai Ro in het referentiegebied blijkt er geen relatie tussen vochttoestand en vochtindicatie waarneembaar. De reden is eenvoudig af te lezen uit Tabel 3a: de opnamen zijn simpelweg te soortenarm om ecologische nuances te kunnen indiceren.

#### *Indicatie voor zuurgraad*

Over het algemeen worden de proefvlakken op grond van hun gemiddelde indicatiewaarde als zuur beoordeeld, hetgeen overeenkomt met de classificatie als *Quercion*-bos. Dit geldt zowel voor grote delen van het proefveld, als voor het gehele referentiegebied. De belangrijkste uitzondering is raai III (vochtig, met 'rijk' elzenstrooisel). De analyseresultaten met betrekking tot de zuur- en basentoestand wijzen ten dele in dezelfde richting, al wijzen de meeste analyseresultaten raai I aan als het minst verzuurde raai; dit komt niet in de gemiddelde indicatiewaarde tot uitdrukking. Overigens zijn soorten uit boom- en struiklaag niet meegenomen in de berekening van de indicatiewaarden. Er kan dus alleen sprake zijn van indirecte effecten van de boom- en struiksoorten, met name via het bladstrooisel.

#### **Indicatie voor stikstof**

Ook hier lopen de resultaten in grote lijnen parallel met de uitkomsten van de bodembemonstering. Het referentiegebied is armer dan het proefveld en binnen het proefveld is vooral raai III relatief rijk. Een verband met de aanwezigheid in de boomlaag van Zwarte els (een soort waarbij bacterieknolletjes op de wortels voor stikstofbinding kunnen zorgen) ligt hier voor de hand (Koningsberger & Reinders, 1947).



Figuur 3j. Gemiddelde indicatiewaarde van de soorten in de ondergroei.



## 4 Conclusies en discussie

### 4.1 Proefopzet

#### Het proefveld

Bij de verdeling van de meetpunten over het proefveld is getracht een goede afspiegeling van de verschillende hoogtezones te verkrijgen. Dit lijkt goed te zijn gelukt. Binnen het proefveld zijn drie grondwaterstandsbuizen geplaatst waarbij rekening is gehouden met de verschillende hoogtezones. Bij waterpassing van de meetpunten in de winter 2005-2006 werd tevens aandacht besteed aan waterpeilen in greppels, afvoerlose laagten en plas-dras-situaties binnen het proefveld. Geconcludeerd werd dat –ondanks het plaatselijk aanwezig zijn van stagnerende laagjes in de profielen – er nauwelijks verschillen in waterpeil aanwezig waren. In de praktijk lijkt stagnatie hier dus geen grote rol te spelen en lijkt extrapolatie van de peilbuisgegevens naar de meetpunten verantwoord.

De hoogteverschillen binnen het proefveld correleren in het algemeen goed met de verschillen in grondwaterstand en bodemchemische parameters. Grofweg kan worden gesteld dat de potenties voor herstel van het Vogelkers-Essenbos binnen het proefveld variëren van hoog in het zuidwesten naar (relatief) laag in het noordoosten. In hoeverre er - onder invloed van bevoeiing met voorgezuiverd water - ook werkelijk herstel zal optreden en, zo ja, waar precies, is nog onduidelijk. De proefopzet lijkt echter - gezien de spreiding in relevante abiotische factoren binnen het proefveld - goed geschikt om op deze vraag een antwoord te gaan geven.

#### Het referentiegebied

De belangrijkste functie van het referentiegebied is duidelijk te maken welke veranderingen / fluctuaties in de onderzochte abiotische factoren en in de vegetatie optreden bij een autonome ontwikkeling, dat wil zeggen zonder bevoeiing met voorgezuiverd water. Hoewel het referentiegebied in abiotisch opzicht niet volledig overeenkomt met proefveld (de bodem is iets armer en zuurder), is het voor dit doel zeker wel geschikt, te meer daar binnen het referentiegebied aanzienlijke verschillen in relatieve hoogteligging en grondwaterstand optreden. Een nadeel van deze heterogeniteit is echter wel dat binnen het referentiegebied de raaien met en zonder strooisel verwijdering niet goed vergelijkbaar zijn.

#### De boomsoort

Kenmerkend voor een goed ontwikkeld Vogelkers-Essenbos is een boomlaag waarin naast de naamgevende soorten ook Zwarte els prominent aanwezig is. Zomereik komt wel in dit bostype voor, maar treedt niet op de voorgrond. In de struiklaag is vaak juist wel veel Hazelaar aanwezig (Stortelder *et al.*, 1999). Dit betekent dat het door boom- en struiklaag geproduceerde bladstrooisel relatief rijk en goed afbreekbaar is. Dit heeft grote gevolgen voor de ontwikkeling van de bosbodem en met name voor de basenhuishouding (Hommel *et al.*, 2002). De boomsoortsamenstelling van zowel het proefveld als het referentiegebied komt in de huidige situatie nauwelijks tot niet overeen met de gewenste toestand. Alleen in raai III van het proefveld is Zwarte els dominant. Hazelaar ontbreekt echter bijna volledig en vrijwel overal is Zomereik de belangrijkste strooiselproducent, op enkele plekken – buiten de proefvlakken – zelfs samen met Grove den. Dit betekent dat in het grootste deel van het proefveld de

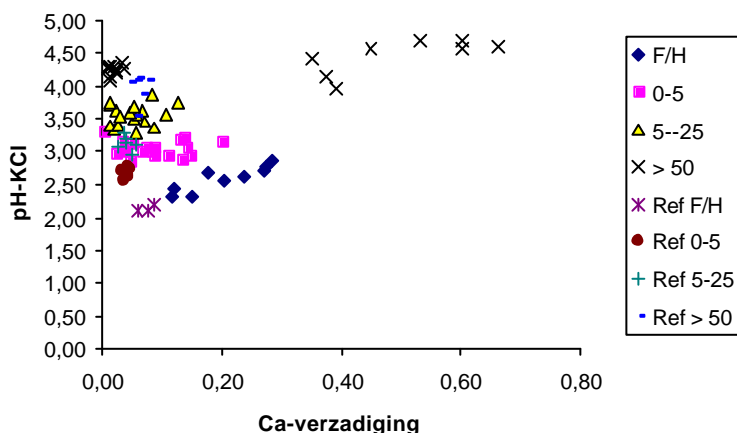
strooiselkwaliteit niet optimaal is voor een snelle ontwikkeling van een rijkere bosbodem. Er is echter besloten om in het proefveld niet in te grijpen in de boomsoortsamenstelling, omdat dit een jarenlange verstoring van het bosmilieu met zich mee zou brengen die naar verwachting de effecten van de bevloeiing zouden doorkruisen. Bovendien betekent het naast elkaar aanwezig zijn van proefvlakken met els en met eik dat de invloed van de strooiselkwaliteit op het herstel van het bosmilieu wel in het onderzoek kan worden meegenomen.

## 4.2 Zuur- en basentoestand

De zuur- en basentoestand wordt weergegeven door de pH, de calciumverhouding en de H/Ca-verhouding. Hierbij komen verschillen naar voren zowel tussen het proefveld en het referentiegebied, als binnen het proefveld tussen het lagere en vochtiger zuidwestelijke deel en het drogere noordoostelijke deel. In beide gevallen valt op dat de H/Ca-verhouding en de calciumverzadiging door alle horizonten heen betere graadmeter lijken te zijn dan de pH..

Voor alle horizonten geldt dat de pH en de Ca-verzadiging in het referentiegebied lager zijn dan in het proefveld (Figuur 4a). Een deel van de monsterpunten in het proefveld heeft in de laag >50 cm een veel hogere Ca-verzadiging dan de rest. De betere basenhuishouding lijkt hier gecorreleerd aan hogere grondwaterstanden en daarmee aan de basenaanvoer via het grondwater. Deze verschillen worden ondersteund door verschillen in bodem en humusontwikkeling. De verschillen in humusontwikkeling worden echter getemperd door het feit dat op de meeste plekken het zure eikenstrooisel overal dominant is.

De Ca-verzadiging van de F/H-laag in het proefveld overstijgt plaatselijk de kritische grens van 0,25. De onderliggende laag van 0-5 cm – mv heeft echter een lagere Ca-verzadiging. Dit suggereert dat via het strooisel nog wat aanlevering van basen plaatsvindt ('calcium-pomp') .



Figuur 4a. Verband tussen pH-KCl en Ca-verzadiging in het proefveld en het referentiegebied.

Een betere basenhuishouding lijkt gecorreleerd te zijn aan hogere grondwaterstanden en daarmee aan de basenaanvoer via het grondwater. Deze verschillen in zuur- en basentoestand zijn gecorreleerd met verschillen in bodem- en humusontwikkeling. De verschillen in humusontwikkeling worden echter getemperd door het feit dat het zure eikenstrooisel op de meeste plaatsen dominant is.

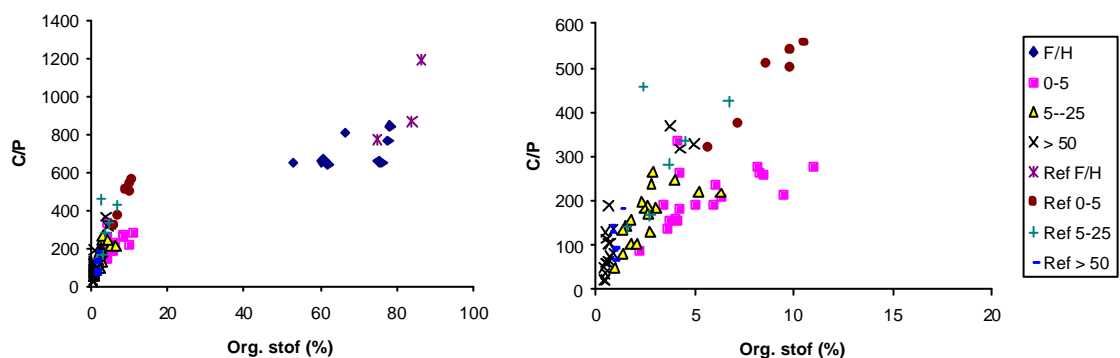
De verschillen in Fe-totaalgehalten vertonen eenzelfde patroon. In de bovengrond (tot 50 cm) duidt het hogere Fe-gehalte in het lagere vochtiger deel op regelmatig optredende redox-omstandigheden waarin bij lage grondwaterstanden ijzer geoxideerd wordt en neerslaat. Dat die verschillen in de ondergrond niet zijn waargenomen is goed verklaarbaar. Het meeste ijzer in de laag 50-75cm in het westelijke gedeelte staat relatief lang bloot aan reductieve omstandigheden waardoor veel ijzer in oplossing gaat. Het geringe verschil in ijzergehalten is hier dus juist veelzeggend. Voor het vochtiger deel van het referentiegebied gaat deze redenering niet op.

Ondanks twee proefvlakken met vrij hoge GHG's is het referentievak in zijn algemeenheid minder basisch en zuurder dan het proefveld. Waarschijnlijk is dit te wijten aan een andere waterkwaliteit. De verschillen in bodem en humusvormen wijzen erop dat het grondwater in het referentievak veel meer door regenwater beïnvloed wordt dan dat in het zuidwesten van het onderzoeksvlak. Het referentiegebied lijkt wat dit betreft niet optimaal gekozen. Het referentiegebied lijkt in de uitgangssituatie wel in enige mate representatief voor het droge deel van het onderzoeksvlak.

### 4.3 Nutriëntentoestand

#### C/N- en C/P-verhouding

De nutriëntentoestand kan worden uitgedrukt in de relatie tussen de C/N- en de C/P-verhouding van de organische stof. De C/N- en C/P-verhouding zijn indicatief voor de mate waarin strooisel is gehumificeerd. Naarmate de verhouding lager is, heeft er meer humificatie plaatsgevonden. Onverteerd strooisel heeft een hoge C/N- en C/P-verhouding. Tijdens het humificatieproces wordt het bij decompositie vrijkomende N en P door micro-organismen opgenomen en ingebouwd in lichaamseiwitten. Het bij decompositie gevormde CO<sub>2</sub> ontwijkt zodat de C/N- en C/P- verhouding daalt. Figuur 4b laat zien dat bij toenemende decompositie het organische stofgehalte daalt, terwijl de C/P (en eigenlijk ook de C/N) daalt.



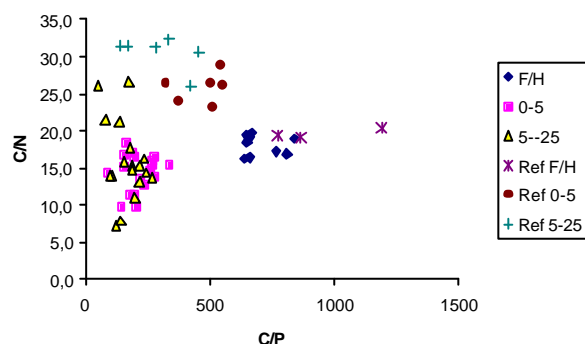
Figuur 4b. Verband tussen de C/P-verhouding en het organische stofgehalte in het proefveld en het referentiegebied (rechter figuur is ingezoomd)

Deze N- en P-opname vindt plaats omdat micro-organismen bij aanbod van strooisel zeer actief worden en zich daardoor vermeerderen. Er is dan een grote N- en P-vraag. Door deze microbiologische activiteit is er sprake van N- en P-immobilisatie. N- en P komen niet beschikbaar voor de vegetatie. Deze microbiologische activiteit gaat door tot het strooisel/voedselaanbod is verwerkt. Vanaf dat moment is er te weinig voedsel voor de microben, waardoor een deel van de populatie afsterft. Deze necromassa vormt de basis van wat ook wel stabiele organische stof (complexe verbindingen, die moeilijk afbreken) wordt genoemd. Deze stabiele organische stof (humus) mineraliseert langzaam, maar zorgt wel voor een continue levering van N en P, die

door de vegetatie kunnen worden opgenomen. P kan daarbij aan de bodem (Fe-oxiden) worden gefixeerd, waardoor P alsnog moeilijk beschikbaar blijft voor de vegetatie.

Door atmosferische N-depositie beschikken micro-organismen over een extra stikstofbron, die zij zullen gebruiken ook als er geen stikstof meer uit het ruwe strooisel is te halen. Dit geldt niet voor P. De C/N verhouding is daardoor een minder goede indicatie voor de mate van humificatie dan de C/P verhouding.

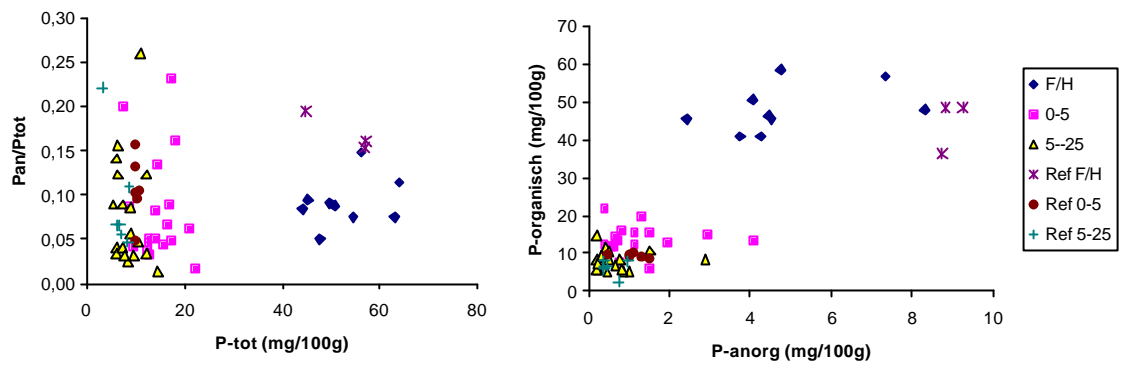
Zowel in het proefveld als in het referentiegebied neemt de C/P-verhouding van de F/H-laag via de laag van 0-5 cm –mv naar de laag van 5-25 cm –mv af (Figuur 4c). De laag >50 cm is hier buiten beschouwing gelaten (zie § 3.3.4). Een verandering van de C/N- ratio met toenemende diepte is in het proefveld nauwelijks waarneembaar. In het referentiegebied is echter een toename van de C/N-verhouding met de diepte waar te nemen. De dieptegradiënt van de C/P-verhouding indiceert dat de F/H vooral uit onverteerd strooisel bestaat met weinig biologische activiteit en dat de minerale horizonten uit goed gehumificeerde organische stof bestaat. Interessant is dat de C/P-verhouding in de F/H en 0-5 horizont van het proefveld lager is dan in de overeenkomstige horizonten van de referentie. Dit suggereert dat de biologische activiteit (omzetting van organische stof) in het proefveld groter is dan in het referentiegebied. Dit kan mogelijk ook verklaren waarom de C/N-verhouding in de 0-5 horizont van het referentiegebied hoger is dan de in de F/H-laag: in het referentie is alleen in de F/H-horizont sprake van enige humificatie (invloed van atmosferische depositie?). De hogere humificatiegraad in het proefveld in vergelijking met het referentiegebied hangt mogelijk samen met de iets gunstiger Ca-verzadiging en pH (zie § 4.2). Het referentiegebied lijkt sterker verzuurd dan het proefveld. In het referentiegebied lijkt de nutriëntenkringloop te stagneren, terwijl in het proefveld de biologische activiteit nog een klein beetje actief is. Het is hier nog niet te laat, maar dan moet wel snel met herstel worden begonnen: de potentie is er nog aanwezig.



Figuur 4c. Verband tussen de C/P- en de C/N-verhouding in het proefveld en het referentie- gebied.

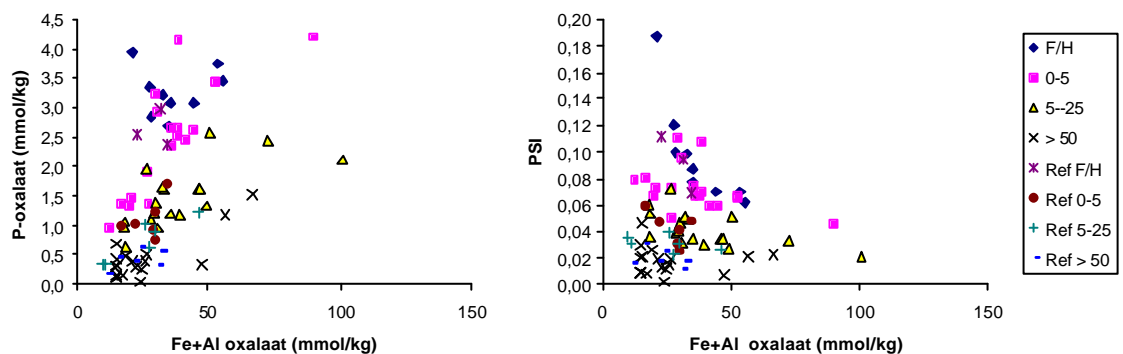
### Anorganisch fosfaat

Bij decompositie van organische stof komt o.a. fosfaat beschikbaar. Voor een deel wordt dat weer geïmmobiliseerd door micro-organismen. Het deel dat niet wordt geïmmobiliseerd kan door de vegetatie worden opgenomen of als anorganisch P worden gefixeerd aan Fe- en Al-oxiden. Tijdens de decompositie neemt daardoor het gehalte P-totaal af. De F/H-horizonten hebben hogere waarden voor P-totaal dan de minerale horizonten (Fig. 4d). Tevens blijkt dat verreweg het grootste gedeelte van fosfaat voorkomt in de vorm van organisch P.



*Figuur 4d. Links: Verband tussen de fractie anorganisch fosfaat en de totale hoeveelheid fosfaat; rechts: verband tussen de hoeveelheid organisch gebonden fosfaat en anorganisch fosfaat.*

De mate waarin P-anorganisch kan worden gefixeerd is afhankelijk van de P-adsorptiecapaciteit, die wordt bepaald door het gehalte ijzer- en Al-oxiden (Fig. 4e). Naarmate de adsorptiecapaciteit groter is kan meer fosfaat worden gefixeerd. Uit figuur 4e kan worden afgeleid dat over het algemeen de gehalten P-oxalaat laag zijn (P-oxalaat < 5) en dat slechts een gering deel van de adsorptiecapaciteit is benut. De mate waarin de adsorptiecapaciteit is benut, wordt de fosfaatverzadigingsindex (PSI) genoemd. Uit Figuur 4e blijkt dat de PSI maximaal 12% is (op één uitzondering na). Bij een waarde PSI = 45% wordt gesproken van fosfaatverzadiging. In systemen met een ernstige P-eutrofiëring is de PSI hoog. Uit Figuur 4e kan worden geconcludeerd dat P in het proefveld slechts in beperkte mate beschikbaar is voor de vegetatie en naar verwachting geen aanleiding kan zijn voor een vermestend effect.

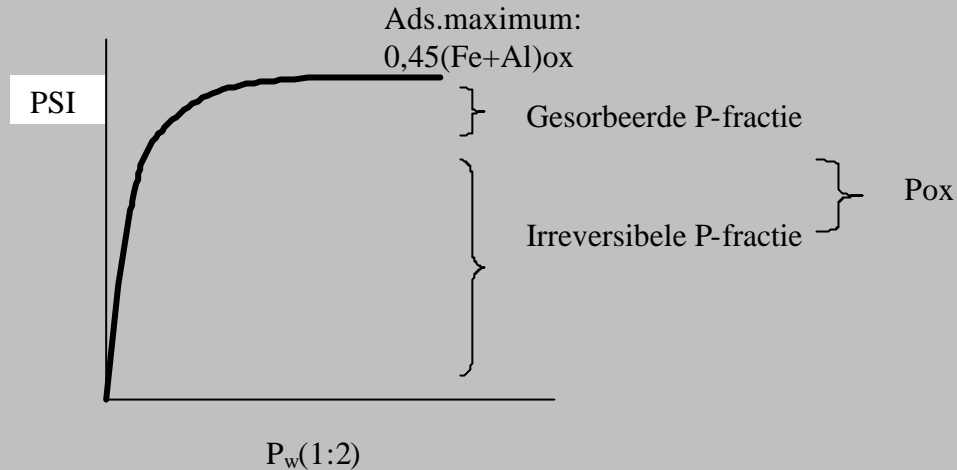


*Figuur 4e. Links: verband tussen de hoeveelheid geadsorbeerd fosfaat (P-oxalaat) en de fosfaatadsorptiecapaciteit (Fe+Al-oxalaat); rechts: verband tussen de fosfaatverzadigingsindex (PSI) en de fosfaatadsorptiecapaciteit (Fe+Al-oxalaat).*

Een mogelijk probleem is dat het gefixeerde fosfaat door vernatting vrij zal komen omdat de ijzeroxiden door reductieprocessen zullen oplossen. De fosfaatadsorptiecapaciteit daalt en de PSI stijgt daardoor. Door een stijging van de PSI neemt de fosfaatbeschikbaarheid toe. Dit heeft te maken met de verschuiving van het evenwicht tussen gefixeerd en in het bodemvocht opgelost fosfaat. Dit vraagt een korte toelichting (zie kader).

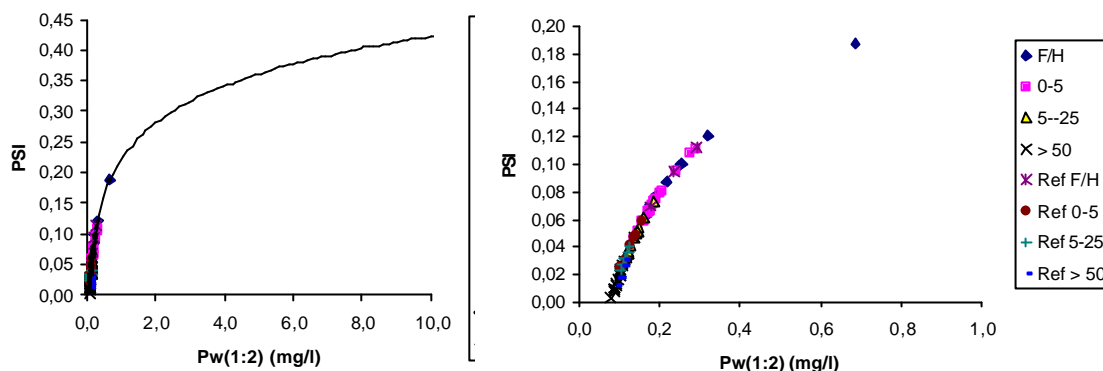
Kader: het evenwicht tussen gefixeerd en in het bodemvocht opgelost fosfaat

De evenwichtsreactie tussen geadsorbeerd (PSI) en opgelost fosfaat,  $P_w(1:2)$ , kan worden beschreven met een Langmuir-(adsorptie)-isotherm (zie onderstaande figuur).



Het verband tussen geadsorbeerd en opgelost fosfaat verloopt niet lineair. Bij verschraling vanuit een min of meer fosfaatverzadigde bodem (het horizontale deel van de isotherm) neemt de concentratie ( $P_w$ ) sterk af, terwijl de vaste fase ( $P_{ads}$ ) nauwelijks afneemt. Dit deel van de isotherm wijst op vrijwel verzadigde omstandigheden, waarbij fosfaat vooral vanuit de gesorbeteerde (i.e. reversibel gebonden) fase in oplossing komt en makkelijk beschikbaar is. In het verticale deel van de curve is de fosfaatconcentratie veel sterker gebufferd en verandert de concentratie nog maar langzaam: in dit deel van de curve is een langzame diffusiereactie verantwoordelijk voor het slechts moeizaam in oplossing komen van de gefixeerde (quasi-irreversibele) fosfaatfractie (Koopmans et al., 2004). In dit deel van de curve is de fosfaatbeschikbaarheid gering. Uit deze benadering blijkt dat niet de absolute hoeveelheid P maar de relatieve hoeveelheid (in verhouding tot Fe en Al-oxiden) maatgevend is voor de P-beschikbaarheid.

Op basis van een andere dataset uit Lankheet is een via een regressievergelijking ( $r^2=0,79$ ) de  $P_w(1:2)$  afgeleid uit de gemeten PSI (Figuur 4f). Uit figuur 4f kan worden afgeleid dat vernatting waarschijnlijk niet tot een sterke mobilisatie van fosfaat zal leiden, omdat anorganisch P voorkomt in de vorm van moeilijk oplosbaar (irreversibel gefixeerd) fosfaat.



Figuur 4f. Verband tussen de fosfaatverzadigingsindex (PSI) en het in bodemvocht oplosbaar fosfaat (beschikbaar fosfaat)(Rechter figuur is ingezoomd)

## 4.4 Vegetatie

Op dit moment zijn in het proefveld nauwelijks soorten aanwezig die kenmerkend zijn voor het Vogelkers-Essenbos. In één raai wordt de boomlaag gedomineerd door Zwarte els en op een enkele plek is Hazelaar in de struiklaag aanwezig, maar in de kruid- en moslaag ontbreken kenmerkende soorten voor dit bosstype volledig. Het onderzoek van Aggenbach (2005) heeft aangetoond dat verschillende van deze soorten wel op het landgoed aanwezig zijn, zij het niet in grote dichtheid. Het lijkt echter niet realistisch te verwachten dat zich gedurende de looptijd van de proef op grote schaal vestiging van deze soorten binnen het proefvlak zal voor doen. Hiervoor zijn drie redenen aan te geven:

- de - naar bosecologische maatstaven gemeten - korte duur van de proef (5 jaar);
- de suboptimale boomsoortsamenstelling in het grootste deel van het proefveld (zie § 4.1);
- het feit dat de meeste kenmerkende soorten in de ondergroei van het Vogelkers-Essenbos behoren tot de groep van de 'oud-bossoorten', die bekend staan om hun geringe vermogen om snel nieuwe standplaatsen te veroveren (Hermy, 1985; Stortelder *et al.*, 1999).

Het succes van de proef zal dan ook vooral beoordeeld moeten worden aan de hand van de veranderingen in het humusprofiel, de bodemchemie en de gemiddelde indicatiewaarde van de ondergroei voor vocht, zuurgraad en stikstof (zie § 3.4). Om daarnaast toch ook meer directe aanwijzingen te krijgen met betrekking tot de geschiktheid van de veranderende bosbodem voor de meer kritische plantensoorten zullen in het najaar van 2006 bij elk meetpunt 20 wortelstokken van Bosanemoon worden geplant (buiten het proefvlak voor vegetatiekundig onderzoek). De aantallen en vitaliteit van de anemonenplanten zullen vervolgens jaarlijks worden gemonitord.





# Literatuur

Aggenbach, C.J.S., E. Brinckmann, A. Doomen & C. Maas, 2005. Herstel van bevoeiing op landgoed Het Lankheet. Monitoringsresultaten oktober 2002 – april 2004. Rapport KWR 03.077. KIWA, Nieuwegein. 91 pp.

Doing Kraft, H., 1954. L' analyse des carrés permanents. Acta Botanica Neerlandica 3: p. 421-424.

Hermly, M., 1985. Ecologie en fytosociologie van oude en jonge bossen in Binnen-Vlaanderen. Dissertatie RU Gent; 755 pp.

Hommel, P.W.F.M., 2004. Diversiteit en botanische waarde van het Nederlandse bos in vergelijking met de ons omringende landen. Stratiotes 28/29: 63-80.

Hommel, P.W.F.M., K.W. van Dort & J.H.J. Schaminée, 1999. Quercetea robori-petraeae. Klasse der eiken- en beukenbossen op voedselarme grond. In: A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel. De vegetatie van Nederland. Deel 5: Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen; p. 255-286. Opulus Press; Uppsala / Leiden.

Hommel, P.W.F.M., Th. Spek & R.W. de Waal, 2002. Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei op verzuringgevoelige bodem; een verkennend literatuur- en veldonderzoek. Rapport 509. Alterra, Wageningen. 112 pp.

Koningsberger, V.J. & E. Reinders, 1947. Leerboek der algemene plantkunde. Deel II: fysiologie en erfelijkheid. Scheltema en Holtema, Amsterdam. 684 pp.

Poels, R.L.H., P. Schmidt. J. van den Burg, R.H. Kemmers & H.A. Verhoef, 1998. Verdroging, verzuring en eutrofiëring van natte bossen in Nederland: effecten en herstelmaatregelen. Hinkeloord Report 23. Vakgroep Bosbouw, LU Wageningen. 166 pp.

Poels, R.L.H., P. Schmidt. J. van den Burg, R.H. Kemmers & H.A. Verhoef, 2000. Pre-advies natte bossen. OBN-rapport. IKC, Wageningen. 186 pp.

Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & M. Hermly, 1999. Querco-Fagetea. Klasse der eiken- en beukenbossen op voedselrijke grond. In: A.H.F. Stortelder, J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel. De vegetatie van Nederland. Deel 5: Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen; p. 255-331. Opulus Press; Uppsala / Leiden.

Westhoff, V., J.H.J. Schaminée & A.H.F. Stortelder, 1995. De analyse van het vegetatie-onderzoek. In: J.H.J. Schaminée, A.H.F. Stortelder & V. Westhoff. De vegetatie van Nederland. Deel 1: Inleiding tot de plantensociologie: grondslagen, methoden en toepassingen; p. 63-80. Opulus Press; Uppsala / Leiden.



## Bijlage 1 Hoogteligging van de meetpunten

Gebied:	Meetpunt:	Hoogteligging (mm + NAP)	
Proefveld:	I.1	24410	
	I.2	24423	
	I.3	24297	
	II.1	24278	
	II.2	24136	
	II.3	24209	
	III.1	24424	
	III.2	24341	
	III.3	24403	
	IV.1	24376	
	IV.2	24387	
	IV.3	24534	
	V.1	24620	
	V.2	24561	
	V.3	24562	
	VI.1	24436	
	VI.2	24613	
	VI.3	24473	
	bovenkant buis 1	24852	
	mv buis 1	24410	
	bovenkant buis 2	25235	
	mv buis 2	24482	
	bovenkant buis 3	25317	
	mv buis 3	24522	
	Referentiegebied:	Ro.1	27794
		Ro.2	28092
		Ro.3	28444
Rp.1		26696	
Rp.2		26978	
Rp.3		27274	
bovenkant buis mv buis		26876 26591	



## Bijlage 2 Humusprofielen

proefvlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm	proef- vlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm
I.1	N	Fz	-1	ectomull	I.1	O	L	-2.5	vaagmoder
		Ah/H	0				Fz	-2	
		Ah	3				Aoh	0	
		AC	9				AC	7	
		C	20				C1	15	
							Ahb	20	
							C	32	
I.1	Z	L	-6	bosmoder	I.1	W	L	-9.5	humus- moder
		F1	-5.5				Fz	-7.5	
		Hz	-4				Hz	-1.5	
		Hh	-1.5				AC1	0	
		Ah	0				AC2	7.5	
		AC	8.5						
		C	32						
I.2	N	L	-10	humusmor -	I.2	O	L	-5.5	bosmoder
		F2a	-8.5	moder			Fz	-4.5	
		H2r	-6				Hhi	-2.5	
		Hh	-3				AC	0	
		Ah	0						
		AC	1.5						
I.2	Z	L	-7.5	humus- moder	I.2	W	L	-11	humus- moder
		Fa	-6.5				Fa	-9.5	
		F1z	-5.5				Fz	-8.5	
		F2z	-3				Hz	-5	
		Hh	-1.5				Hh	-1.5	
		Ah	0				Ah	0	
		C	20				C	24	
I.3	N	L	-6	bosmoder	I.3	O	L	-6.5	humusmode r
		Fz	-5.5				F1	-6	
		F2z	-4.5				Fz	-5	
		Hh	-0.5				Hz	-2	
		Ae	0				Hh	-1	
		AC	3				Ah	0	
							C	13	
I.3	Z	L	-3	vaagmor- moder	I.3	W	L	-3	Vaag- mormoder
		Fa2	-2.5				Fa	-2	

proef vlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm	proef- vlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm
		Ahe	0				Ahe	0	
		AC	9				C	10	
III.1	N	L	-7	bosmoder	III.1	O	L	-9.5	humusmor- moder
		Fz	-5.5				Fa	-8	
		Hr	-4				Hr	-4.5	
		Ahe	0				Hh	-1.5	
		Ah	1.5				Ahe	0	
		AC	10.5				AC	11	
		C	14				C	13	
III.1	Z	L	-9	humusmor -	III.1	W	L	-8	humusmor- moder
		Fa1	-8	moder			Fa	-7	
		Fa2w	-4.5				Fa2w	-6	
		Hh	-1				Hr	-3	
		Ahe	0				Ahe(AE)	0	
		AC	9						
III.2	N	L	-6.5	humus- moder	III.2	O	L	-8.7	humusmor- moder
		Fz	-4.5				Fa	-6.7	
		Hrz	-4				Hr	-4.7	
		Hh	-0.5				Hh	-2.2	
		Ahe(Ahp)	0				Ahe	0	
		C	11				C	6	
III.2	Z	L	-7.5	bosmor- moder	III.2	W	L	-7	bosmoder
		Fa	-6				Fz	-6	
		Hr	-4.5				Hr	-4.5	
		Ahep	0				Aht	0	
		C	9.5				Ah(Ac)	1.5	
							C	6.5	
III.3	N	L	-7	humusmor -	III.3	O	L	-5	bosmor- moder
		Fa1	-6.5	moder			F	-3.5	
		Fa2	-5.5				Hh	-1.5	
		Hr	-1.5				Ah	0	
		Ah	0				AC	9	
		AC	7						
		C	11						
III.3	Z	Fz1	-6.5	humus- moder	III.3	W	L	-7.5	lignomor- moder
		Fz2	-5.5				Faw	-6.5	
		Hh	-1.5				Hwr	-4	
		Ahe	0				Hhi	-2	
		C	13				Ahe	0	
							C1	5	
V.1	N	L	-5	bosmor- moder	V.1	O	L	-7	humusmor- moder
		Fa	-4				Fa	-6	
		Fa2	-2				Hr	-4	
		Hr	-0.5				Hh	-0.5	
		Ahe	0				AE	0	
		E(CE)	9				Ahe	2	
							C	7.5	
V.1	Z	L	-5.5	bosmor-	V.1	W	L	-3.5	vaag- mormoder

proef vlak	wp	horizont	begin-diepte	humus-vorm	proef-vlak	wp	horizont	begin-diepte	humus-vorm
		Fa	-4.5	moder			Fa	-2.5	
		Hr	-1				Ahe	0	
		AE	0				ACp	8	
		C	5.5						
V.2	N	L	-6.5	humusmor -	V.2	O	Fa2	-3.3	vaag-mormoder
		Fa	-5.5	moder			ACe	0	
		Hr	-3.3				C	14.2	
		AE	0						
		C	2.5						
V.2	Z	L	-3.5	bosmor-moder	V.2	W	Fa2	-6.5	humusmor-moder
		Fa	-2.5				Hr	-4	
		Hr	-1.7				Ahe	0	
		AE	0				AC	1.5	
		AC	1.5						
		C	7						
V.3	N	L	-6.5	humusmor -	V.3	O	L	-5.2	humusmor-moder
		Fa1	-5	moder			Fa	-4.7	
		Fa2	-3.5				Hr	-4.2	
		Hr	-2.5				AE	0	
		Ahe	0				AC	7.7	
		ACe	1.7						
		C	8.7						
V.3	Z	L	-7.4	humusmor -	V.3	W	L	-7.5	humusmor-moder
		Fa	-6.4	moder			Fa1	-5.5	
		Hr	-4.6				Fa2	-3.1	
		AE	0				Hr	-2.1	
		C/Ap	8.6				AE	0	
							ACp	3.5	
Ro.1	N	F1	7.9	humusmor -	Ro.1	O	F1	7.2	verstoorde
		Hr	3.4	moder			A/Fi	5.4	humusmor-moder
		Hh	1.8				Hri	2.4	
		AE	0				Ahe	0	
		Acp	4				Acp	8	
Ro.1	Z	F1	8.2	humusmor -	Ro.1	W	F1	6.1	ruwmor-moder
		F2	7.4	moder			F2	4.3	
		Hr	3.8				Hh	0.4	
		Hh	1.8				Ah(hAh)	0	
		AE	0				Acp	5	
		Ahp	0.7				Bh/Ahb	9	
		ACp2	18				2ACp	18	
		C							
Ro.2	N	F1	11.2	humusmor -	Ro.2	O	F1	6.7	vaag-mormoder
		F2	9.3	moder			F2	2.6	
		Hr	5.9				HAh	0	

proef vlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm	proef- vlak	wp	horizont	begin- diepte	humus- vorm
		zandlens	3.6				Ape	1.9	
		Hh	1.7				Ace	11	
		AE	0						
		ACpe	2.5						
Ro.2	Z	F1	8.8	humusmor -	Ro.2	W	F1	8.9	humusmor-
		F2	6	moder			F2	5.4	moder
		Hr	1.8				HAh	0	
		HAh	0				AE	4	
		AE	3.8				Acp	8	
		ACpe	21						
Ro.3	N	F1	7.5	vaagmor-	Ro.3	O	F2	6.9	humusmor-
		F2	4.3	moder			Hr	4.4	moder
		Hh	0.6				Hh	0.7	
		HAh	0				Ah	0	
		AE	3.4				ACpe	8	
Ro.3	Z	F1	7.6	ruwmor-	Ro.3	W	F1	6.2	bosmormo-
		F2	3.9	moder			F2	3.8	der
		Hr	1.7				HAh	0	
		Hh	0.2				Ah	5.2	
		AE	0				ACe	8.6	
		Ap (HAh)	1.2						
		AE2	13						
		ACp	20						

Wp: waarnemingspunt (vier per proefvlak: N = noord; Z = zuid; O = oost; W = west).



## Bijlage 3 Profielbeschrijvingen tot 120 cm - mv

Proefvlak	Horizont	Begin- diepte	Kleur	Humus- gehalte	Leem- gehalte	Ph- veld	Leem- bandje	Humus- bandje	Overig
I1	Fz	-5	5YR3/3	85		2.8			
	Hz	-3.5	10YR2/2	70		3			
	Ahe	0	10YR2/1	4.5	16	3.2			
	Ahb	13	2,5YR3/1	11	20	4			
	BC	24	2,5YR4/2	1	11	4.8			
	Cg	49	10YR4/3		8	5			
	Cr	90	10YR5/3		8	5.5			
I2	Fz	10.6	5YR3/3	90		2.8			
	Hr	-9.8	10YR2/2	75		3			
	Hh	-8.8	10YR2/1	55		3			
	Ahe	0	10YR3/1	8	14	3.7			
	2Ahb	11	10YR2/1	12	22	3.7			
	2AC	21	10YR5/3	3	14	4			
	2BC	40	2,5YR4/2	1	10	4			
	2C	50	10YR4/4		8	5			
	2Cg	65	10YR4/3		8	5.5			
	2Cr	90	10YR5/3		8	6			
I3	Fz	-4.5	5YR3/3	85					
	Hz	-2	10YR2/1	70					
	Ah	0	10YR2/2	6	12				
	C1	10.5	10YR4/4		11				
	Cg	45	10YR4/3		10				
	Cr	121	10YR5/3		10				
II1 geplagd	ACp	0	10YR3/2	4	10	3			
	2Ahb	26	10YR 2/1	8	35	4.5			
	3Cg	38	10YR3/3		14	4.8			
	3Cgr	80	10YR4/3		14	5.2	+	+	
II2 geplagd	ACp	0	10YR3/2	6	12	3.8			
	Cp	12	10YR5/3	3	12				
	2Ahb	24	10YR 2/1	7	12-70	5	+	+	
	3ACp	40	5YR5/4	1					
	3ACpg	60	5YR5/3	1	8	5.5			
II3 geplagd	ACp	0	10YR4/4	9	8	3.5			
	2Aahg	18	10YR5/4	6	21	4			
	2C	32	5YR5/3		9	5.5			
	2Cg	60	5YR5/2		8	5.5			

Proefvlak	Horizont	Begin- diepte	Kleur	Humus- gehalte	Leem- gehalte	Ph- veld	Leem- bandje	Humus bandje	Overig
III1	F	-7.5	7,5YR4/4	90		2.8			ijzerrijk
	Hr	-5	5YR3/3	75		2.8			
	Hh	-3	5YR2/1	55		3			
	Ahe	0	10YR5/4	2.5		3.5			
	ACpf	6.5	5YR5/4	4	12	4			
	2Ahb	39	2,5Y4/3	5	17	4.5		+	
	3Cgr	55	2,5Y3/2		40-15	5.2	+		
	4Cr	72	7,5YR6/3		8	6.2			
III2	Fa1	-5	7,5YR4/4	85		3			hoog hout- gehalte
	Fa2w	-3.2	7,5YR4/4	80					
	Ahe	0	10YR5/4	4	12	3.2			
	BCp	12	2,5YR4/4	2	10	4			
	Cgr	21	10YR6/3		9	4			
	2Ahb	43	2,5YR5/4	5	30	4.2			
	3Cg	62	5YR5/3		10	4			
	3Cr	95	5YR5/2		10	5			
III3	Fa1	-8.5	7,5YR4/4	80		3			
	Fa2	-6.5	7,5YR4/4	80					
	Hh	-2	5YR2/1	60					
	Ahp	0	10YR3/4	8	10	4			
	ACgr	6.5	5YR5/2	3	8	4			
	2Ahb	11	5YR5/1	16	18	4	+	+	
	C1	23	5YR5/3		11	4			
	Cgr	70	5YR5/2		11	4			
IV1 geplagd	ACp	0	10YR5/1	5	11	3.8			
	EC	8	10YR5/3	0.5	9				
	2C	12	10YR5/6	8	18	4.5			
	3C1	18	7,5YR4/2		11		+	+	
	3C2	45	2,5YR5/4		9	5			
	3Cg	70	7,5YR4/4		9				
IV2 geplagd	ACp	0	10YR5/1	3.5	10				
	C1	14	10YR6/4						
	C2	34	10YR5/6		14				
	Cgr	80	5YR5/2		15				
IV3 geplagd	AC	0	10YR 3/1	4	10				
	C	7	10YR'5/3		10				
	2ACb	60	10YR5/2	3	14			+	
	3C	66	10YR3/3		9		+		
V1	F	-4	7,5YR4/4	65					sterk verrommeld
	Hr	-3.1	5YR2/1	45					
	ACp	0	10YR 3/1	4	10				
	C	25	10YR'5/3		10				
	2C	80	10YR3/3		9				
V2	F1a	-4.5	7,5YR4/4	70					
	F2a	-3.5	7,5YR4/4	60					
	Ahe	0	10YR3/1	3	11				
	BC	7.5	10YR5/4		11				
	C	15	10YR6/4		11				
	2Ahb	19	10YR5/2	2.5	11				
	2C	30	10YR4/3		9				
	3C	60	10YR4/3	1	14			+	

Proefvlak	Horizont	Begin- diepte	Kleur	Humus- gehalte	Leem- gehalte	Ph- veld	Leem- bandje	Humus bandje	Overig
V3	Fz	-7.1	5YR3/3	80		3			
	Hr	-5.2	10YR2/1	65		3			
	Hh	-0.8	10YR1.7/1	50					
	Ahe	0	10YR3/1	4	10	3.5			
	BCh	8.8	10YR5/4	1	11				
	C	16	10YR6/4		14	4.1			
	2AC	55	10YR3/3	1.5	16	4.8			
	2C	75	10YR4/3		30	4.8			
V1 geplagd	Ap	0	10YR4/1	4		3.5			vergraven podzol
	C	85	10YR6/4			4			
	Cg	111	10YR5/3			5			
V2 geplagd	AC	0	10YR 7/8	3	10	4			
	C	13	10YR7/4		10	4			
	2C	76	10YR4/3		15	4		+	
V3 geplagd	AC	0	10YR 7/8	3	10	3.5			
	AE	8	10YR7/3	1.5	9	4			
	C	21	10YR7/4		9	4			
	2C	68	10YR 4/3		12	4		+	
Ro1	F1	8.6	10YR5/6	90		3.3			
	F2	7.8	10YR5/4	75		3.5			
	Hr	4	7,5YR3/4	70		3.5			
	Hh	2.1	10YR1.7/1	55		3.5			
	AE	0	10YR5/3	2	12	3.7			
	Ahp	0.4	10YR4/3	4	12	3.8			
	ACp2	16	10YR4/2	1	12	3.8			
	C	35	10YR6/3		11	4			
	Cg	55	10YR5/3		9	4			
	Cgr	85	10YR5/3		9	4.5			
Ro2	F1	9.2	10YR5/6	90		2.8			
	F2	6.2	10YR5/4	85		2.8			
	Hr	2	7,5YR3/4	80		3			
	HAh	0	10YR3/2	9	14	3.2			
	AE	5.4	10YR5/2	1.5	12	3.2			
	ACpe	22	10YR5/3	2	10	4			
	ACp1	32	10YR5/4	1	9	4			
	ACpg	45	10YR5/4	1	9	4.5			
	Cgr	85	10YR6/3		9				
	Ro3	F1	7.4	10YR5/6	90				
F2		3.7	10YR5/4	80					
Hr		1.4	7,5YR3/4	80					
Hh		0.6	10YR1.7/1	65					
AE		0	10YR5/3	2	14				
Ap (HAh)		0.9	10YR4/1	7	12				
AE2		12	10YR5/3	<1	11				
ACp		23	10YR5/4	1.5	10				
AC		80	10YR5/4	1.5	10				
Rp1 geplagd		Od	0	10YR1.7/1	16	14	3.5		
	ACg	11.5	10YR3/2		13	4.2			
	Cg1	22	10YR5/3			4.2			
	Cg2	45	10YR4/3			4.2			
	Cgr	65	10YR6/3			4.5			

Proefvlak	Horizont	Begin- diepte	Kleur	Humus- gehalte	Leem- gehalte	Ph- veld	Leem- bandje	Humus- bandje	Overig
Rp2 geplagd	HAh	0	10YR4/1	7		3			
	AE	2.1	10YR5/3	3	16	3.5			
	ACp1	3.5	10YR5/4	4	14	3.5			
	ACp2	8	10YR5/4	4	12	3.8			
	C	28	10YR6/3		10	4			
	Cg	55	10YR5/3		10	4.5			
Rp3 geplagd	Ah	0	10YR5/3	7	14	3.5			
	ACpe	7	10YR6/2	1.5	14	4			
	Cp	25	10YR6/3		12	4.2			
	Cg	50	10YR5/3		11	4.5			
	Cgr	70	10YR7/3		11	4.5			

## Bijlage 4 Resultaten bodemanalyse

Voor codering meetpunten in proefveld, zie Figuur 2a. Codering meetpunten in referentiegebied:

Ro: strooisellaag niet verwijderd; Rp: strooisellaag wel verwijderd.

Meetpunt (nr.)	Diepte (cm - mv)	OS (%)	pH- KCl	leem- fractie (%)	Bascomb					
					CEC (cmol+/kg)	Uitwisselbaar				
						Ca	Mg	K	Na	H
I.1	F/H	75.10	2.78		35.60	49.176	4.146	3.097	0.579	120.71
I.1	0-5	10.95	2.89	10.9	17.68	5.216	0.429	0.249	0.033	33.15
I.1	5-25	5.17	3.49	11.7	19.86	1.114	0.075	0.079	0.030	19.93
I.1	50-75	0.66	4.56	1.6	6.90	1.925	0.028	0.026	0.022	2.28
I.2	F/H	60.38	2.57		35.64	31.133	2.121	1.252	0.120	116.74
I.2	0-5	9.43	3.20	13.1	23.92	5.426	0.293	0.109	0.030	33.17
I.2	5-25	6.29	3.76	10.9	21.35	3.574	0.099	0.062	0.016	24.31
I.2	50-75	0.70	4.69	2.7	7.17	2.485	0.046	0.043	0.015	1.53
I.3	F/H	75.80	2.85		48.64	53.953	3.557	2.426	0.134	127.58
I.3	0-5	8.17	3.07	6.9	22.13	3.834	0.275	0.137	0.019	22.28
I.3	5-25	2.80	3.57	6.1	14.37	0.733	0.043	0.028	0.008	11.33
I.3	50-75	0.62	4.35	2.3	6.90	0.118	0.005	0.022	0.008	3.33
II.1	0-5	8.23	2.99	7.7	17.68	1.957	0.202	0.156	0.023	26.07
II.1	5-25	3.02	3.61	7.1	14.49	0.603	0.047	0.036	0.008	12.01
II.1	50-75	3.76	4.69	15.4	16.59	11.294	0.182	0.002	0.087	9.60
II.2	0-5	6.33	3.20	8.3	21.18	3.225	0.160	0.129	0.018	20.89
II.2	5-25	2.88	3.88	7.9	15.76	1.078	0.029	0.021	0.014	11.24
II.2	50-75	0.71	4.57	2.8	7.17	2.237	0.030	0.017	0.011	1.07
II.3	0-5	8.49	2.94	10.5	19.59	2.373	0.164	0.124	0.031	23.75
II.3	5-25	4.00	3.44	8.8	16.11	1.178	0.039	0.039	0.018	14.83
II.3	50-75	0.44	4.41	2.4	7.45	1.030	0.018	0.025	0.024	1.83
III.1	F/H	77.84	2.32		42.57	24.717	2.049	1.297	0.092	133.31
III.1	0-5	4.27	3.00	6.2	14.16	1.304	0.120	0.079	0.013	13.86
III.1	5-25	2.30	3.63	6.9	11.17	0.462	0.006	0.009	0.013	6.17
III.1	50-75	0.46	4.24	2.7	6.68	0.046	0.035	0.017	0.009	1.83
III.2	F/H	77.52	2.72		43.36	51.276	3.296	1.346	0.120	131.26
III.2	0-5	3.58	3.16	7.5	12.42	2.988	0.233	0.090	0.022	11.33
III.2	5-25	1.51	3.58	5.8	8.25	0.810	0.076	0.020	0.013	6.61
III.2	50-75	4.26	3.95	20.9	18.53	8.413	0.255	0.071	0.043	12.77
III.3	F/H	66.45	2.63		41.64	36.235	2.222	1.203	0.072	112.88
III.3	0-5	5.90	2.96	7.5	19.29	3.551	0.217	0.113	0.015	19.79
III.3	5-25	2.75	3.36	5.1	12.19	1.089	0.070	0.049	0.013	11.18
III.3	50-75	4.99	4.13	15.9	20.36	9.180	0.204	0.063	0.028	14.98
IV.1	0-5	5.97	3.05	8.1	17.75	1.809	0.094	0.078	0.018	18.26
IV.1	5-25	2.68	3.70	6.5	11.21	0.456	0.007	0.027	0.015	8.28
IV.1	50-70	0.91	4.56	3.9	7.25	4.247	0.079	0.039	0.102	2.59

Meetpunt (nr.)	Diepte (cm - mv)	OS (%)	pH- KCl	leem- fractie (%)	Bascomb					
					CEC	Uitwisselbaar				
						Ca	Mg	K	Na	H
(cmol+/kg)										
IV.2	0-5	3.71	3.05	6.9	11.63	0.908	0.088	0.072	0.028	11.06
IV.2	5-25	1.78	3.28	9.6	8.63	0.397	0.027	0.044	0.025	6.60
IV.2	50-75	0.53	4.15	2.9	5.36	0.028	0.002	0.078	0.017	1.95
IV.3	0-5	4.22	3.02	7.2	12.92	0.512	0.049	0.054	0.024	11.91
IV.3	5-25	2.46	3.34	7.7	9.43	0.181	0.010	0.031	0.017	8.29
IV.3	50-75	0.67	4.28	5.3	5.67	0.056	0.002	0.010	0.011	2.97
V.1	F/H	60.00	2.32		37.84	15.710	1.886	1.405	0.205	114.23
V.1	0-5	5.07	2.87	8.1	14.83	0.793	0.086	0.090	0.036	14.69
V.1	5-25	2.60	3.38	7.9	8.74	0.104	0.006	0.040	0.026	7.93
V.1	50-75	0.50	4.21	4.3	4.89	0.042	0.014	0.040	0.030	1.81
V.2	F/H	52.88	2.43		27.95	12.824	1.679	1.146	0.162	90.56
V.2	0-5	3.45	3.13	6.1	10.19	0.554	0.085	0.075	0.019	9.68
V.2	5-25	1.32	3.72	5.5	6.80	0.069	0.006	0.016	0.013	4.78
V.2	50-75	0.56	4.25	3.4	6.18	0.029	0.009	0.018	0.015	2.66
V.3	F/H	61.65	2.68		41.29	24.647	3.271	1.982	0.318	108.75
V.3	0-5	4.11	2.95	6.9	12.92	1.295	0.172	0.103	0.041	9.87
V.3	5-25	1.80	3.39	6.6	7.89	0.159	0.011	0.020	0.019	5.46
V.3	50-75	0.87	4.07	9.5	6.00	0.057	0.005	0.019	0.025	3.86
VI.1	0-5	4.00	3.16	7.4	11.94	0.411	0.034	0.066	0.023	11.04
VI.1	5-25	2.11	3.62	8.7	10.63	0.198	0.002	0.034	0.022	8.45
VI.1	50-70	0.51	4.25	3.3	5.31	0.078	0.003	0.022	0.042	1.96
VI.2	0-5	4.14	2.96	6.7	11.88	0.349	0.032	0.046	0.031	12.71
VI.2	5-25	1.37	3.54	5.7	7.45	0.161	0.004	0.015	0.023	5.13
VI.2	50-70	0.39	4.30	3.4	5.16	0.020	0.004	0.042	0.023	2.12
VI.3	0-5	2.15	3.31	5.9	8.87	0.051	0.003	0.027	0.024	6.45
VI.3	5-25	0.95	3.74	3.9	6.35	0.043	0.002	0.022	0.029	3.08
VI.3	50-70	0.45	4.29	3.3	4.66	0.033	0.002	0.025	0.035	2.49
Ro 1	F/H	74.49	2.19		38.00	15.270	5.512	1.303	0.497	149.38
Ro 1	0-5	5.68	2.73	9.3	15.59	1.051	0.258	0.077	0.076	21.79
Ro 1	5-25	2.73	3.28	8.5	12.27	0.645	0.142	0.031	0.072	16.96
Ro 1	50-75	0.90	4.06	3.7	6.42	0.440	0.086	0.013	0.066	8.88
Ro 2	F/H	83.73	2.12		39.54	14.353	4.486	1.475	0.430	163.07
Ro 2	0-5	7.17	2.64	10.0	19.36	1.143	0.252	0.083	0.086	25.82
Ro 2	5-25	1.62	3.10	5.4	9.28	0.698	0.141	0.024	0.075	11.35
Ro 2	50-75	0.70	3.87	3.0	5.66	0.543	0.110	0.037	0.064	7.57
Ro 3	F/H	86.40	2.10		60.81	12.151	5.667	1.236	0.439	180.15
Ro 3	0-5	9.80	2.57	14.8	25.15	1.315	0.356	0.120	0.088	34.30
Ro 3	5-25	2.38	2.95	6.2	10.49	0.675	0.142	0.031	0.065	12.66
Ro 3	50-75	1.22	3.56	4.8	8.65	0.621	0.099	0.024	0.067	10.41
Rp 1	0-5	9.86	2.77	12.7	24.91	1.436	0.283	0.065	0.083	32.18
Rp 1	5-25	4.49	3.19	11.5	15.26	0.772	0.133	0.028	0.091	18.21
Rp 1	50-75	0.72	4.06	3.5	6.44	0.641	0.090	0.020	0.059	7.58
Rp 2	0-5	10.49	2.62	16.9	22.31	1.488	0.310	0.094	0.081	32.80
Rp 2	5-25	3.66	3.12	8.1	15.62	0.862	0.136	0.038	0.061	20.47
Rp 2	50-75	0.91	4.08	5.4	8.48	0.572	0.057	0.012	0.053	9.49
Rp 3	0-5	8.61	2.71	12.8	23.77	1.058	0.198	0.047	0.071	31.43
Rp 3	5-25	6.68	3.07	14.3	22.68	0.771	0.105	0.036	0.059	30.18
Rp 3	50-75	0.77	4.11	6.1	6.76	0.580	0.010	0.025	0.071	9.17

Meetpunt nr.	Diepte (cm - mv)	Oxalaat extraheerbaar			Anorg.	Totaal			Organisch P
		Fe	Al	P	P	P	N	Fe	
		(mmol/kg)			(mg/100g)				
I.1	F/H	12.52	15.32	3.35	7.36	64.16	2280.3	303.86	56.80
I.1	0-5	25.88	26.32	3.46	1.30	20.91	390.7	476.61	19.61
I.1	5-25	24.35	48.12	2.44	0.41	12.17	166.7	403.11	11.76
I.1	50-75	4.16	20.37	0.28	0.48	5.62	17.8	162.87	5.14
I.2	F/H	25.01	28.68	3.74	2.42	47.96	1521.3	451.06	45.54
I.2	0-5	40.09	49.90	4.20	0.41	22.33	350.2	533.79	21.92
I.2	5-25	22.85	77.97	2.11	0.20	14.70	239.0	310.43	14.50
I.2	50-75	3.58	18.91	0.29	0.10	4.79	88.5	156.27	4.70
I.3	F/H	19.75	24.44	3.08	4.78	63.26	2047.1	369.87	58.47
I.3	0-5	17.21	20.40	2.51	0.68	15.45	246.6	277.44	14.77
I.3	5-25	11.35	27.87	1.17	0.25	6.09	85.9	237.11	5.84
I.3	50-75	3.77	20.20	0.05	0.25	1.91	14.6	144.45	1.66
II.1	0-5	29.00	23.12	3.42	1.13	16.60	268.1	403.54	15.47
II.1	5-25	19.91	26.27	1.62	0.20	8.35	98.2	298.51	8.15
II.1	50-75	4.84	42.40	0.35	0.15	5.25	144.7	188.19	5.10
II.2	0-5	13.83	27.54	2.47	1.48	16.75	326.2	271.83	15.26
II.2	5-25	11.21	38.14	1.33	1.00	6.41	104.3	286.69	5.42
II.2	50-75	3.83	13.28	0.15	0.55	3.99	24.0	192.96	3.44
II.3	0-5	17.68	20.89	2.69	0.82	17.06	292.9	366.26	16.24
II.3	5-25	19.68	27.13	1.64	0.76	8.94	138.9	396.26	8.18
II.3	50-75	7.66	18.71	0.51	1.42	5.70	24.1	191.29	4.28
III.1	F/H	22.97	32.52	3.45	4.46	50.91	2053.9	356.58	46.45
III.1	0-5	24.95	10.28	2.64	0.46	12.23	187.6	331.95	11.77
III.1	5-25	13.73	14.63	1.12	0.20	6.04	104.0	269.16	5.83
III.1	50-75	4.47	10.33	0.15	0.30	2.10	24.1	175.18	1.80
III.2	F/H	16.05	19.28	3.07	4.08	54.69	2232.6	298.18	50.61
III.2	0-5	19.11	10.08	3.24	1.96	14.71	184.5	357.56	12.74
III.2	5-25	20.22	9.69	1.40	0.87	6.13	95.0	344.08	5.26
III.2	50-75	21.94	34.48	1.19	3.17	9.86	161.6	478.40	6.69
III.3	F/H	18.91	15.87	2.68	4.26	45.27	1969.0	349.62	41.01
III.3	0-5	26.18	12.17	4.14	2.94	18.11	257.9	426.15	15.17
III.3	5-25	35.89	14.69	2.56	1.52	12.34	187.3	465.60	10.81
III.3	50-75	14.33	52.00	1.54	1.83	9.42	168.7	427.19	7.59
IV.1	0-5	24.70	19.54	2.63	1.13	13.80	234.4	340.84	12.67
IV.1	5-25	13.56	21.61	1.20	0.31	7.39	90.6	202.04	7.08
IV.1	50-70	4.22	10.87	0.33	0.97	4.30	43.8	170.07	3.32
IV.2	0-5	12.31	7.53	1.33	0.64	12.62	122.7	355.94	11.98
IV.2	5-25	9.72	8.05	1.07	0.51	8.99	63.4	232.98	8.48
IV.2	50-75	3.94	10.80	0.15	1.27	5.69	1.5	182.69	4.42
IV.3	0-5	13.20	7.24	1.48	0.76	8.70	132.3	302.51	7.94
IV.3	5-25	25.09	8.16	1.61	0.66	7.43	69.7	492.30	6.77
IV.3	50-75	5.73	20.13	0.39	0.87	4.07	6.3	257.80	3.20

Meetpunt nr.	Diepte (cm - mv)	Oxalaat extraheerbaar			Anorg.	Totaal			Organisch
		Fe	Al	P	P	P	N	Fe	P
		(mmol/kg)			(mg/100g)				
V.1	F/H	14.73	17.63	3.22	4.53	50.00	1566.0	323.27	45.47
V.1	0-5	17.53	8.60	1.90	0.71	14.03	152.2	377.06	13.32
V.1	5-25	19.56	10.09	1.20	0.25	7.76	48.9	401.23	7.51
V.1	50-75	3.67	10.96	0.29	0.51	4.74	3.3	206.52	4.23
V.2	F/H	13.27	15.09	2.84	3.74	44.44	1371.5	319.16	40.70
V.2	0-5	18.94	8.24	1.38	0.40	9.53	101.2	405.93	9.13
V.2	5-25	19.97	10.78	0.97	0.48	5.36	31.1	362.47	4.88
V.2	50-75	4.45	14.44	0.49	1.53	3.99	2.1	243.70	2.46
V.3	F/H	9.36	11.65	3.93	8.32	56.44	1885.1	193.95	48.12
V.3	0-5	6.51	5.69	0.97	1.52	7.61	132.6	225.56	6.09
V.3	5-25	11.26	6.99	0.97	0.80	6.50	56.7	256.97	5.70
V.3	50-75	4.32	16.90	0.39	1.06	6.32	7.2	219.95	5.25
VI.1	0-5	23.32	12.31	2.36	0.41	12.82	108.5	312.14	12.41
VI.1	5-25	12.20	19.97	1.66	0.50	10.79	75.2	223.99	10.29
VI.1	50-70	3.03	11.79	0.44	1.17	12.50	4.1	135.39	11.33
VI.2	0-5	22.66	8.20	2.94	4.08	17.55	123.1	380.96	13.48
VI.2	5-25	18.78	7.81	1.94	2.89	11.11	31.7	242.11	8.22
VI.2	50-70	5.38	9.81	0.70	1.86	10.40	0.0	191.37	8.54
VI.3	0-5	10.83	6.04	1.36	0.59	12.71	75.1	217.76	12.12
VI.3	5-25	12.99	5.47	0.65	0.31	9.68	18.3	171.47	9.38
VI.3	50-70	4.68	10.13	0.14	0.15	6.33	1.4	116.77	6.18
Ro 1	F/H	12.43	19.18	2.97	9.25	57.48	1917.3	244.34	48.22
Ro 1	0-5	4.35	12.43	0.98	1.34	10.17	107.0	71.95	8.83
Ro 1	5-25	1.59	27.69	0.91	0.40	8.51	43.4	61.74	8.11
Ro 1	50-75	0.56	30.33	0.35	0.69	7.36	1.0	123.38	6.68
Ro 2	F/H	8.48	14.15	2.54	8.81	57.14	2173.6	149.66	48.33
Ro 2	0-5	7.11	14.82	1.02	0.49	10.02	149.7	73.84	9.54
Ro 2	5-25	1.10	8.71	0.35	0.40	6.17	25.7	43.64	5.77
Ro 2	50-75	0.66	11.00	0.20	0.51	2.97	1.4	53.05	2.46
Ro 3	F/H	14.15	20.33	2.39	8.76	45.05	2112.0	311.89	36.29
Ro 3	0-5	12.76	17.52	0.74	1.03	10.11	170.0	155.73	9.08
Ro 3	5-25	4.05	7.04	0.34	0.74	3.35	38.9	50.71	2.61
Ro 3	50-75	2.13	19.43	0.39	0.70	4.02	14.2	91.71	3.32
Rp 1	0-5	12.50	22.57	1.68	1.13	10.97	186.7	192.91	9.84
Rp 1	5-25	1.60	24.49	1.03	0.40	7.09	69.3	110.02	6.70
Rp 1	50-75	2.05	13.79	0.49	1.73	4.42	2.7	180.96	2.70
Rp 2	0-5	9.35	20.77	1.23	1.00	10.43	201.3	140.46	9.43
Rp 2	5-25	3.57	23.98	0.63	0.45	6.96	58.3	84.31	6.50
Rp 2	50-75	1.65	30.39	0.58	1.20	6.15	4.7	194.15	4.94
Rp 3	0-5	8.80	20.55	0.92	1.54	9.94	185.4	115.78	8.41
Rp 3	5-25	7.58	38.43	1.23	0.97	8.84	128.2	99.79	7.87
Rp 3	50-75	3.02	20.86	0.63	1.27	5.59	6.7	143.84	4.33



## Bijlage 5 Gemiddelde indicatiewaarden voor vocht, zuurgraad en stikstof

Proefvlak	Vocht	Zuurgraad	Stikstof
I.1	5.71	3.45	3.35
I.2	5.50	2.86	2.83
I.3	6.63	3.33	2.50
III.1	5.85	4.14	3.40
III.2	5.80	4.20	3.93
III.3	6.29	4.56	3.73
V.1	6.00	4.00	3.43
V.2	5.30	2.50	3.57
V.3	5.67	3.00	2.80
Ro.1	6.33	2.67	1.38
Ro.2	6.22	2.75	1.88
Ro.3	5.79	2.56	2.77

Alleen voor proefvlakken waar geen strooiselverwijdering heeft plaatsgevonden.  
Codes volgens het botanisch basisregister (enigszins aangepast):

### Vocht

- 5: vrij droog
- 6: vrij vochtig
- 7: vochtig

### Zuurgraad

- 3: zuur
- 4: zuur tot zwak zuur
- 5: zwak zuur

### Stikstof

- 1: zeer stikstofarm
- 2: zeer stikstofarm tot stikstofarm
- 3: stikstof arm
- 4: stikstofarm tot matig stikstofrijk.