

Schrale hellingen in Zuid-Limburg



# Schrale hellingen in Zuid-Limburg

Een inventarisatie van bodem en vegetatie

N.A.C. Smits

J.H.J. Schaminée

Alterra-rapport 1010

Alterra, Wageningen, 2004

## REFERAAT

Smits, N.A.C. & J.H.J. Schaminée, 2004. *Schrale hellingen in Zuid-Limburg; een inventarisatie van bodem en vegetatie*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1010. 152 blz.; 51 fig.; 23 tab.; 89 ref.

Als opmaat voor het 4-jarige OBN-project naar de oorzaken van achteruitgang en mogelijkheden tot herstel voor de schrale hellingcomplexen in Zuid-Limburg heeft in 2003 een inventarisatie van in het bijzonder het heischrale deel van deze hellingen plaatsgevonden. Hierbij is een aantal aspecten onderzocht. Ten eerste zijn op een vijftal terreinen transecten uitgezet, waarmee de ruimtelijke patronen van de soorten in de gradiënt op de helling zijn bestudeerd, waarbij het heischrale grasland zich doorgaans in een zone boven het kalkgrasland bevindt. Ten tweede zijn op ongeveer 50 plekken in de heischrale vegetatieopnamen gemaakt en bodemparameters onderzocht. Tenslotte is zoveel mogelijk historische informatie over de terreinen verzameld, waaronder veel floristische en vegetatiegegevens. Op basis hiervan zijn voor een aantal terreinen en soorten de veranderingen in de tijd in kaart gebracht. Deze studie vormt het basisdocument voor de OBN-studie, waarbij onder andere (beheers)experimenten zullen worden opgezet en ook de fauna van de hellingschraallandcomplexen zal worden onderzocht.

Trefwoorden: Heischraal grasland, Nardo-Galio, Zuid-Limburg

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €22,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1010. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

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

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

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Doel	11
1.3 Leeswijzer	12
2 Werkwijze	13
2.1 Transecten	13
2.2 Losse opnamen	14
2.3 Historische vegetatiegegevens	16
2.4 Humusprofielen	17
3 De onderzoeksterreinen	19
3.1 Berghofweide	19
3.2 Het Bemelerbergcomplex	23
3.2.1 Winkelberg en Strooberg	23
3.2.2 Hoefijzer	27
3.3 Koeberg (Schiepersberg)	28
3.4 Kannerhei	31
3.5 Vosgrubbe	34
3.6 Gulperberg	36
3.7 Wolfskop (Groeve Blankenberg)	36
3.8 Zure Dries	38
3.9 Gerendal	40
3.10 Kunderberg	41
3.11 België: Thier à la Tombe	44
4 Vegetatietransecten	45
4.1 Transecten per terrein	45
4.1.1 Transect Berghofweide	45
4.1.2 Transect Winkelberg	48
4.1.3 Transect Hoefijzer	52
4.1.4 Transect Koeberg	56
4.1.5 Transect Kannerhei	61
4.2 Ordinatie transecten samen	65
4.3 Positie van enkele karakteristieke heischrale soorten	68
4.3.1 Betonie ( <i>Stachys officinalis</i> )	68
4.3.2 Hondsvioltje ( <i>Viola canina</i> )	70
4.3.3 Tormentil ( <i>Potentilla erecta</i> )	71
4.3.4 Tandjesgras ( <i>Danthonia decumbens</i> )	73

5	Analyse vegetatie en bodem	77
5.1	Analyse floristische samenstelling	77
5.2	Positie heischrale opnamen binnen Zuid-Limburgse schraallanden	79
5.3	Analyse bodemparameters	81
5.3.1	Calcium, magnesium, natrium en kalium	81
5.3.2	Nitraat en ammonium	83
5.4	Analyse soortgegevens en bodemparameters	85
5.5	Analyse data binnen heischraal grasland in Nederland	90
6	Veranderingen in de tijd	95
6.1	Floristische analyse	95
6.2	Vegetatiekundige analyse	98
6.2.1	Bemelerbergcomplex	98
6.2.2	Berghofweide	102
6.2.3	Vergelijking losse opnamen	107
7	Conclusies	115
	Literatuur	119
	<b><i>Bijlagen</i></b>	125
1	Synoptische tabel van de transectopnamen van de Berghofweide	127
2	Synoptische tabel van de transectopnamen van de Winkelberg	129
3	Synoptische tabel van de transectopnamen van het Hoefijzer	131
4	Synoptische tabel van de transectopnamen van de Koeberg	133
5	Synoptische tabel van de transectopnamen van de Kannerhei	137
6	De 47 gemaakte opnamen waarvan ook bodemonsters zijn geanalyseerd	141
7	Overige resultaten van de bodemanalyses	147
8	Herkomst gebruikte opnamen	150

## Woord vooraf

In 2001 kwam het OBN preadvies kalkgraslanden (Bobbink & Willems 2001) tot stand, waarin de belangrijkste hiaten in kennis en onderzoeksvragen betreffende de schrale, Zuid-Limburgse hellingen zijn toegelicht. Naar aanleiding van dit OBN-preadvies en de daaruit voortvloeiende onderzoekvoorstellen heeft het OBN deskundigenteam 'Droge en vochtige schraallanden' geadviseerd een onderzoek uit te voeren naar oorzaken van achteruitgang en mogelijkheden voor herstel van de kenmerkende vegetatie en fauna van hellingschraallanden in Zuid-Limburg. Het voorgestelde vierjarig onderzoek zou bestaan uit een tweetal deelprojecten (te weten een deel over bodem en vegetatie en een deel over fauna) en zou worden gefinancierd met OBN- en DWK-gelden. Het project zou begin 2003 van start gaan, maar door bezuinigingen kwam het OBN-deel van de gevraagde gelden op dat moment niet beschikbaar. Wel kon met de DWK-gelden een voorstudie worden verricht, waarvan hier de resultaten worden getoond. Deze voorstudie dient als opmaat voor het uiteindelijke OBN-project en de rapportage moet gezien worden als de verslaglegging hiervan.

In deel van het OBN-project dat met de inzet van de DWK-middelen is uitgevoerd, heeft betrekking op het onderdeel vegetatie en bodem. Naast een analyse van de vegetatie aan de hand van transecten, die de gradiënt van heischraal grasland (doorgaans bovenaan de helling) naar kalkgrasland (lager op de helling) weerspiegelen, zijn ook vegetatie- en bodemgegevens van een 50-tal afzonderlijke plekken geanalyseerd. Tenslotte zijn er bijna 1.000 historische vegetatieopnamen gedigitaliseerd. Aan de hand van deze dataset zijn voor een aantal locaties de floristische veranderingen in de tijd in beeld gebracht.

In het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel wordt een integratie tussen flora, bodem en fauna beoogd, aangezien uit het inmiddels afgeronde project 'Inhaalslag OBN-Fauna' onomstotelijk naar voren is gekomen dat herstelmaatregelen die uitsluitend gericht zijn op bodem en vegetatie tot zogenaamde 'faunaongelukken' kunnen leiden. Deze integratie zal nu in de geplande uitvoering van de OBN-studie de komende jaren volop aan bod komen. Deze benadering zal hopelijk de noodzakelijke informatie opleveren voor een succesvol herstel van de karakteristieke floristische en faunistische soortenrijkdom van de hellingschraallandcomplexen.

In de voorliggende rapportage zijn van de geselecteerde terreinen in Zuid-Limburg met schrale hellingen uitgebreide beschrijvingen opgenomen (Hoofdstuk 2). De terreinbeschrijvingen zijn grotendeels overgenomen uit het manuscript 'Schrale hellinggraslanden in Zuid-Limburg' (Hennekens & Schaminée 1982).

### ***Dankwoord***

Voor het huidige onderzoeksproject hebben we de medewerking gehad van vele personen, die we hierbij allen hartelijk danken voor hun bijdrage aan het onderzoek. Dit zijn Roland Bobbink en Jo Willems (begeleiding vanuit de Universiteit Utrecht en beschikbaarstelling laboratorium voor analyse bodemmonsters), Loek Kuiters en Henk Siepel (faciliteren van het project binnen Alterra), Ed Hazebroek, Rense Haveman en Rein de Waal (veldwerk), Klaas van Dort (determinatie mossen), Sandra Robat, Paul van de Ven en Gerrit Rouwenhorst (Universiteit Utrecht, analyses bodemmonsters), Wim Ozinga en Rense Haveman (hulp bij computertechnieken), Maaïke de Graaf (beschikbaarstelling bodemdata van heischrale bodems), Freek van Westreenen, Bart van Tooren, Rienk-Jan Bijlsma, Kees Hendriks, Dick Bal, Louis Fliervoet en Henk Siebel (leescommissie), Freek van Westreenen (fotomateriaal) en Stephan Hennekens (toestemming gebruik teksten manuscript). Vanuit Alterra heeft de kwaliteitscontrole plaatsgevonden door Loek Kuiters, waarvoor dank. Tenslotte willen we nog de terreinbeherende organisaties Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten en Stichting het Limburgs Landschap bedanken voor de toestemming om op hun terreinen onderzoek te mogen verrichten.



## Samenvatting

Vooruitlopend op het 4-jarige OBN-onderzoek naar de oorzaken van achteruitgang en mogelijkheden voor herstel van kenmerkende vegetatie en fauna van hellingschraallanden is in 2003 onderzoek gedaan aan een specifiek deel van de hellingschraallanden, namelijk de heischrale graslanden die voorkomen op de hogere delen van de helling, vaak op plekken waar terrasgrinden en zanden het onderliggende kalkgesteente bedekken.

In het onderzoek zijn in totaal 11 gebieden betrokken waar heischraal grasland voorkomt, of tenminste voorkwam. Naast een uitgebreide beschrijving van deze gebieden is een aantal onderzoeksaspecten nader bekeken. Naast de ruimtelijke patronen van de soorten die op de schrale hellingen voorkomen, is de heischrale component van de helling specifiek onderzocht door middel van vegetatieopnamen en bodemanalyses. Aan de hand van historische gegevens is tenslotte een beeld geschetst van de veranderingen die binnen het heischrale grasland hebben plaatsgevonden. Hiervoor zijn zowel floristische als vegetatiegegevens verzameld.

De ruimtelijke patronen van de soorten die voorkomen in de gradiënt van heischraal grasland (bovenaan) naar kalkgrasland (lager op de helling) zijn in kaart gebracht in een vijftal terreinen, waar transecten zijn neergelegd. De geselecteerde terreinen zijn de Berghofweide, de Winkelberg en het Hoefijzer (beide onderdeel van het Bemelerbergcomplex), de Koeberg (Schiepersberg) en de Kannerhei (Sint Pietersberg). In deze transecten (vier meter breed en 10 tot 20 meter lang) is de vegetatie per vierkante meter beschreven aan de hand van vegetatieopnamen. In elk terrein blijkt zowel het heischraal grasland als het kalkgrasland als eigen type goed te onderscheiden. Opmerkelijk is dat de terreinen onderling sterk verschillen, terwijl de systemen (heischraal grasland dan wel kalkgrasland) binnen de terreinen grote overeenkomst vertonen. Met name de Berghofweide en de Koeberg onderscheiden zich van de overige drie terreinen op grond van hun soortensamenstelling. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk bij de Berghofweide te maken met de ligging, terwijl voor de Koeberg de beheersgeschiedenis (lang geen beheer) een belangrijke rol speelt. Een indirecte gradiëntenanalyse van de alle soortgegevens met de Ellenbergindicatiewaarden laat zien dat de variatie het best gecorreleerd is met de bodem-pH. In tweede instantie spelen stikstof, maaigetal en licht een belangrijke rol.

Voor een 50-tal plekken is de relatie tussen bodem en vegetatie in een aantal (voormalige) heischrale hellinggraslanden gekwantificeerd. Bij de bodemchemische analyses is hierbij aandacht besteed aan zowel verzuringgerelateerde bodemkenmerken (pH, Al/Ca-verhouding, basische kationen) als aan kenmerken die met mogelijke eutrofiëring te maken hebben (nitraat, ammonium, fosfaat). De parameters bodem-pH, natrium, calcium, vocht, organische stof, nitraat, fosfaat, magnesium en C/N-getal komen uit de uitgevoerde analyses als verklarend naar voren. Aan de eerste as is natrium het sterkst gecorreleerd, gevolgd door nitraat. Aan de tweede as is calcium het sterkst gecorreleerd, samen met bodem-pH. Ook op basis

van de soortensamenstelling en gemeten bodemparameters worden de opnamen van de Koeberg en de Berghofweide afgescheiden van de andere terreinen. In de huidige studie zijn van een aantal bodemparameters in het heischrale grasland gegevens verzameld. In de komende jaren zal uitgebreider aandacht worden besteed aan de verwerking van de resultaten hiervan en zal naar verbanden worden gezocht met de overige data.

In vergelijking met meetgegevens van heischrale graslanden uit de rest van Nederland (hogere zandgronden) blijken de Zuid-Limburgse data gemiddeld een hogere pH te hebben. Verder tonen de Zuid-Limburgse gegevens hogere waarden voor uitwisselbaar calcium, magnesium, natrium en kalium.

De zoektocht naar historische vegetatiegegevens heeft voor wat de heischrale graslanden betreft helaas minder opgeleverd dan gehoopt. In totaal zijn weliswaar ongeveer 1.000 opnamen van de hellinggraslanden gedigitaliseerd, maar een groot gedeelte hiervan is te rekenen tot kalkgraslandvegetatie. Blijkbaar lag de prioriteit in het verleden sterk bij het kalkgrasland. Binnen deze studie is gekeken naar historische heischrale vegetatiegegevens van de Bemelerberg, Berghofweide, Kunderberg en Schiepersberg. Door de beperkte omvang van deze dataset blijkt het lastig om op basis hiervan geponde uitspraken te doen over veranderingen in dit heischrale systeem.

Floristische aantekeningen geven een beter historisch beeld van de heischrale graslanden. Met name de gegevens van de amateur-botanicus De Wever, die in de eerste helft van de vorige eeuw zeer veel heeft gedocumenteerd, zijn van onschatbare waarde. Aan de hand van floristische informatiebronnen is voor acht kenmerkende soorten van het heischrale grasland (Betonie, Hondsviooltje, Tormentil, Tandjesgras, Rozenkransje, Valkruid, Parnassia en Veldgentiaan) het voorkomen onderzocht. Al deze soorten zijn in Zuid-Limburg erg achteruitgegaan, sommige zelfs verdwenen.

Deze studie vormt, naast het Praeadvies Kalkgraslanden (Bobbink & Willems 2001), het basisdocument voor de vervolgfase van de OBN-studie, waarbij onder andere (beheers)experimenten zullen worden opgezet en ook de fauna van de hellingschraallandcomplexen zal worden onderzocht.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De Zuid-Limburgse schrale hellinggraslanden behoren tot de soortenrijkste en tegelijkertijd meest bedreigde begroeiingstypen van ons land. Ondanks gerichte aankopen ter vergroting van het bestaande areaal, de uitgebreide aandacht voor het beheer van deze graslanden, en de bijzondere omstandigheid dat deze systemen grotendeels onafhankelijk van het grondwater functioneren (waardoor ze in principe minder kwetsbaar zijn), loopt de biologische kwaliteit van deze schrale graslanden – met hun rijkdom aan zeldzame soorten – nog steeds terug. Het zijn vooral de heischrale graslanden (gelegen op de hogere delen van de helling, vaak op terrasranden met zanden en grinden) die ondanks de ingevoerde beheersmaatregelen nauwelijks een herstel laten zien.

Eén van de kenmerken van de hellingen in Zuid-Limburg is dat ze doorgaans een duidelijke gradiënt in het moedermateriaal vertonen: boven aan de helling worden (met name in het westen van Zuid-Limburg) grindrijke Maasafzettingen gevonden, op de steilere middengedeelten kalkgesteente, terwijl onder aan de helling colluviaal materiaal is afgezet. Deze situatie heeft bij eeuwenlang agrarisch gebruik geleid tot een karakteristieke zonering van schraallandbegroeiingen: bovenaan de helling bevinden zich heide en zure graslandvegetatie (Thero-Airion), gevolgd door een zone met heischrale vegetatie (Nardo-Galion), met daarna het eigenlijke kalkgrasland (Mesobromion erecti) en tenslotte onderaan Glanshavergemeenschappen (Arrhenatherion elatioris) of typische ruigtebegroeiingen (Arction). Deze ruimtelijke samenhang, met zijn vele gradiënten, is ook in Europees verband uniek en biedt (in potentie) levensmogelijkheden voor veel planten- en diersoorten. In een flink aantal natuur(herstel)terreinen is de hele abiotische gradiënt (in principe) aanwezig, waardoor maatregelen in het kader van OBN in deze terreinen kansrijk zijn, maar soms ook door de vele bedreigingen des te noodzakelijker (zie OBN-preadvies Kalkgraslanden).

## 1.2 Doel

Het huidige project behelst een inventarisatie van de huidige situatie in het heischrale grasland in Zuid-Limburg, waarbij een aantal aspecten van dit ecosysteem nauwkeurig zijn onderzocht. Naast de huidige situatie, is hierbij ook aandacht besteed aan de historische situatie door relevante literatuur te verzamelen, opnamen te digitaliseren en waargenomen veranderingen te analyseren.

Hiermee kan deze studie worden gezien als een eerste inventarisatie van het heischrale grasland en bijbehorende contactgemeenschappen in Limburg. Op basis van deze inventarisatie zal het mogelijk zijn om de vraagstelling rondom

achteruitgang en herstel van dergelijke graslanden aan te scherpen en met behulp van experimenten te onderzoeken.

### **1.3 Leeswijzer**

In deze rapportage wordt een beeld geschetst van de huidige situatie van de Nederlandse heischrale hellinggraslanden, waarbij zowel de heischrale vegetatie, de contactgemeenschappen als de achterliggende bodemparameters aan bod komen. In Hoofdstuk 2 wordt de werkwijze toegelicht, waarbij achtereenvolgens het onderzoek aan de transecten, de opnamen in het heischraal grasland, het humusonderzoek en het gebruik van historische vegetatiegegevens aan bod komen. In Hoofdstuk 3 worden de afzonderlijke onderzoeksgebieden behandeld. In Hoofdstuk 4 wordt de specifieke onderzoeksopzet besproken en wordt de analyse van de vegetatietransecten toegelicht, alsmede de positie van vier kenmerkende soorten in de onderzochte gradiënt. Hoofdstuk 5 bevat de analyses die zijn uitgevoerd aan de opnamen van de heischrale vegetatie. Er wordt bovendien aandacht besteed aan de relatie tussen de gemaakte opnamen en hun positie binnen de totale set aan hellinggraslandopnamen uit Zuid-Limburg en de bodemparameters worden vergeleken met bodemparameters uit heischrale graslanden uit hoog Nederland. In Hoofdstuk 6 is gekeken naar de veranderingen in de tijd. Hierbij zijn zowel floristische gegevens (op soortsniveau) alsmede vegetatiekundige gegevens (op basis van vegetatieopnamen) in de analyse meegenomen. In Hoofdstuk 7 zijn de conclusies van deze eerste inventarisatie opgenomen, waarbij ook is gekeken naar toepasbaarheid van de resultaten in de toekomst en aanbevelingen worden gedaan voor verder onderzoek dat licht moet werpen op de achterliggende processen.

## 2 Werkwijze

De ruimtelijke patronen van plantensoorten in de gradiënt tussen het heischrale grasland en het kalkgrasland zijn onderzocht door in een vijftal verschillende terreinen transecten neer te leggen (Paragraaf 2.1). De relatie tussen de bodemchemie en de vegetatie in een aantal (voormalige) heischrale hellinggraslanden is gekwantificeerd door op een aantal hellingen een vegetatieopname te maken en een bodemmonster te nemen (Paragraaf 2.2). Tenslotte zijn zoveel mogelijk (historische) basisgegevens verzameld over de Zuid-Limburgse hellingschraallanden, waarmee een beeld is geschetst van de veranderingen die binnen het heischrale grasland hebben plaatsgevonden (Paragraaf 2.3). Op een aantal plekken is ook gekeken naar het humusprofiel (Paragraaf 2.4). Gedurende de afgelopen jaren is bovendien zeer veel informatie verzameld over de afzonderlijke terreinen, hun geschiedenis en het gevoerde beheer. Middels een aanvullende literatuurstudie en overleg met de desbetreffende beheersinstanties is hiermee voor de onderzochte Zuid-Limburgse hellingen een overzicht vervaardigd van de beheersvormen die in de laatste twintig jaar zijn toegepast. De hierbij verkregen informatie is verwerkt in de terreinbeschrijvingen die zijn opgenomen in Hoofdstuk 3.

### 2.1 Transecten

Om de ruimtelijke patronen van plantensoorten in de gradiënt tussen het heischrale grasland en het kalkgrasland in beeld te krijgen is gebruik gemaakt van vegetatietransecten. Dit onderzoek is in een vijftal verschillende terreinen uitgevoerd, te weten Berghofweide, Winkelberg (Bemelerberg), Koeberg (Schiepersberg), Hoefijzer en Kannerhei (Sint Pietersberg). De transecten (vier meter breed) zijn loodrecht op de helling gelegd, waarbij beide hoofdsystemen en hun overgangen bemonsterd zijn.

De lengte van een transect varieerde van 10 tot 20 meter. Door de vegetatie in de transecten per vierkante meter aan de hand van vegetatieopnamen te beschrijven is het mogelijk om het ruimtelijke patroon van de afzonderlijke soorten te leren kennen. De hierbij gehanteerde schaal is weergegeven in Tabel 1. De vegetatietransecten zijn allemaal ingemeten met behulp van markeringspunten in het veld en GPS. Bovendien is op de hoekpunten een magneetspoeltje ingegraven, alsmede een paaltje ingeslagen (zie figuren in hoofdstuk 4).

Met behulp van deze vijf transecten worden de volgende vragen onderzocht:

- Hoe is het verspreidingspatroon van de karakteristieke soorten in beide hoofdsystemen?
- Wat zijn de verschillen tussen de terreinen op soortsniveau?
- Hoe verlopen de overgangen tussen de verschillende systemen?

Tabel 1 Bedekkingsschaal volgens Hult-Sernander (verfijnd)

Code	Verklaring
+	0-1%
1a	1-3%
1b	3-6%
2a	6-13%
2b	13-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	>75%

De gegevens zijn hiervoor op meerdere manieren verwerkt. Allereerst zijn de soortgegevens per m<sup>2</sup> ingevoerd in het vegetatieverwerkingsprogramma Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). Van deze data is per raai (de 4 m<sup>2</sup> op dezelfde hoogte in het gradiënt zijn samengenomen) een samenvattende tabel gemaakt. Deze tabel is geordend op basis van afnemende en toenemende soorten over het gradiënt. In deze tabel zijn de heischrale soorten rood, de kalkgraslandsoorten blauw en de soorten die in beide systemen veelvuldig voorkomen groen gekleurd. Dit is gedaan om inzicht te verschaffen in de veranderende soortpatronen over de gradiënt. Bovendien zijn van een aantal heischrale soorten de verspreidingspatronen in de afzonderlijke transecten (per m<sup>2</sup>) weergegeven.

Vervolgens zijn de gegevens geanalyseerd met behulp van het programma CANOCO (Ter Braak 1988; versie 4.5, Ter Braak & Smilauer 1997). Hierbij is uitgegaan van de DCA-techniek (standaard). De afzonderlijke opnamen en soorten zijn steeds in een ordinatiediagram uitgezet om de trend in het transect te kunnen achterhalen, waarbij de indicatieve Ellenbergwaarden in het uiteindelijke ordinatieresultaat zijn uitgezet (indirecte gradiëntanalyse).

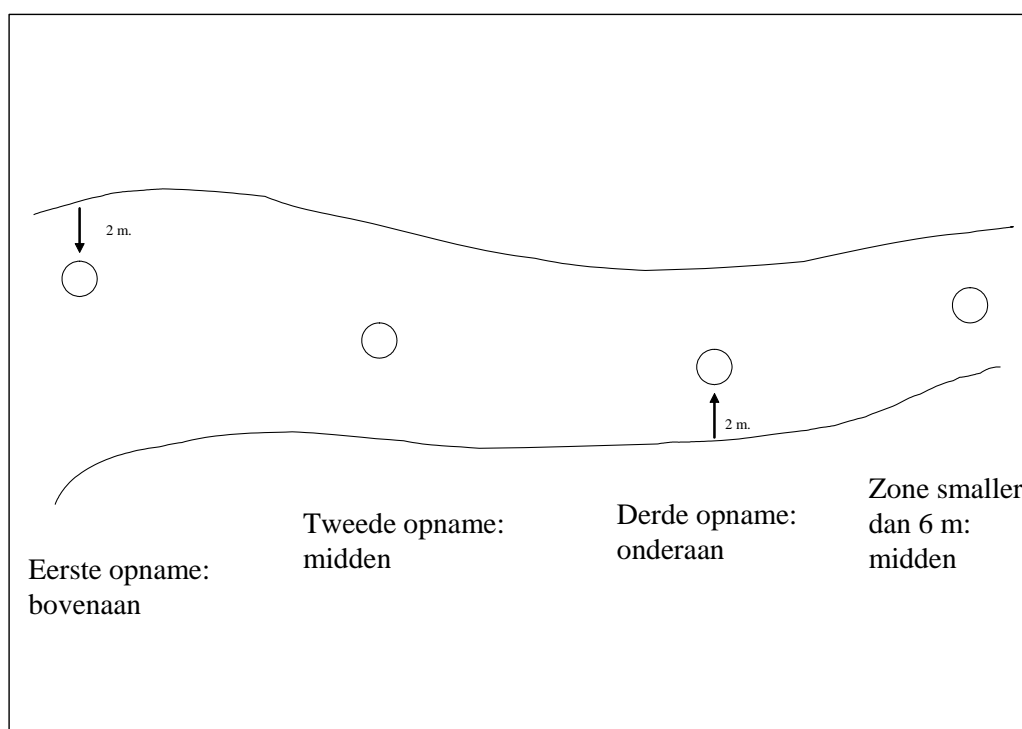
Als laatste is per raai (vier opnamen samen op dezelfde hoogte), en voor sommige terreinen ook per m<sup>2</sup> (dus 4 keer aangezien het transect 4 meter breed is), het aantal gezamenlijke alsmede het aantal unieke soorten uitgerekend om een maat te krijgen van de homogeniteit van de bemonsterde vegetatie en de patronen die erin zijn te onderscheiden.

Op basis van de deze verwerkingsmethoden zijn voor elk transect de verschillende hoofdsystemen en hun overgangen bepaald.

## 2.2 Losse opnamen

In totaal zijn, verspreid over tien onderzoekslocaties, 47 vegetatieopnamen (2x2 m) in heischraal grasland gemaakt, waarbij ook de mossen zijn verzameld. De mossen zijn gedetermineerd door Klaas van Dort. Bij het kiezen van de opnamelocatie is gestreefd naar een (ruimtelijk) homogene verspreiding binnen het heischrale grasland per terrein. Op plekken met een brede strook van heischraal grasland is dit gedaan door zoveel mogelijk verspreid over het heischrale grasland afwisselend bovenaan (2 meter onder de bovengrens van het heischrale grasland), in het midden en onderaan

(2 meter boven de ondergrens van het heischrale grasland) opnamen te maken. Wanneer de desbetreffende zone van heischraal grasland smaller dan 6 meter was, is alleen in het midden een opname gemaakt (zie Figuur 1). De grens van het heischrale grasland is vastgesteld op basis van de soortensamenstelling: waar enkele soorten van het aangrenzende type voorkwamen en enkele soorten van het heischrale grasland waren verdwenen is de grens gelegd.



*Figuur 1 Schematische weergave van de keuze van de opnamelocaties*

Elke locatie is in het veld gemarkeerd met een magneetspoeltje (‘worteltje’) en ingemeten met GPS. Ook is een korte beschrijving van elk punt gemaakt (inclusief aanduiding vanaf dichtstbijzijnde markeringspunt in het veld) en is een digitale foto gemaakt.

### ***Bodemparameters***

Voor de bodemgegevens zijn per opnamepunt twee monsters verzameld (0-5 cm en 5-10 cm). Dit is gedaan door 8 keer verspreid over 2x2m te steken met een guts. Nadat de vegetatie was verwijderd, zijn de bovenste laag (0-5 cm) en de onderste laag (5-10 cm) van elkaar gescheiden. De bodemmonsters zijn vervolgens koel bewaard en bij de Universiteit Utrecht geanalyseerd op pH, basenvoorziening, nutriënten- en bodemelementenbeschikbaarheid (De Caluwe et al. 2002). Naast de tien onderzoekslocaties, waar ook vegetatieopnamen zijn gemaakt (in totaal 47 opnamen), zijn ook op een drietal andere locaties bodemmonsters genomen. Op deze plekken

was alleen uit het verleden heischraal grasland bekend. In het totaal zijn van 50 monsterpunten bodemparameters gemeten.

### ***pH***

Voor de meting van de pH is ongeveer 15 gram bodem ingewogen en in 100 ml demi- of KCL (0,2 M)-oplossing gebracht. Na 1 uur schudden is de pH in beide mengsels gemeten.

### ***Drooggewicht***

Voor het drooggewicht is ongeveer 20 gram bodem afgewogen en 48 uur bij 105°C gedroogd, waarna de monsters zijn teruggewogen en het vochtpercentage is berekend.

### ***C/N-analyse***

De gedroogde monsters zijn vervolgens gemalen en van elk monster is 40 milligram afgewogen in een tinnen cupje en dit monster is geanalyseerd op het percentage koolstof (C) en stikstof (N) in een C/N analysator.

### ***Auto-analyser***

De voor de meting van de pH gebruikte oplossingen zijn gecentrifugeerd en gefiltreerd en tot de analyse bij -18°C bewaard. In de auto-analyser zijn de ontdooide demi-extracten geanalyseerd op ijzer, aluminium, calcium, magnesium, bicarbonaat, sulfaat, chloride, nitraat, ammonium, fosfaat, natrium en kalium en de KCL-extracten op aluminium, magnesium, calcium, nitraat en ammonium.

## **2.3 Historische vegetatiegegevens**

De laatste jaren is weliswaar veel geïnvesteerd in het bijeenbrengen en het ontsluiten van historische vegetatiegegevens, maar veel (belangrijke) gegevens waren nog niet in elektronische vorm beschikbaar. Binnen het huidige project zijn ongeveer 1.000 extra vegetatieopnamen (gemaakt op de Zuid-Limburgse hellinggraslanden) geautomatiseerd, waarvan het grootste deel afkomstig is van de vele doctoraalverslagen van Utrechtse (en in minder mate Nijmeegse) studenten, die vooral dateren uit de periode 1965-1980. De gegevens zijn met behulp van het programma Turboveg ingevoerd en zijn toegevoegd aan de Landelijke Vegetatie Databank, die is te bevragen via het kennissysteem SynBioSys (Hennekens et al. 2001). Met behulp van deze historische data is in principe een analyse van interne veranderingen binnen de begroeiingstypen mogelijk.

Aangezien slechts een klein deel van deze historische vegetatieopnamen daadwerkelijk in het heischrale deel van de helling is gemaakt, is ook gebruik gemaakt van historische, floristische aantekeningen, waarvan vooral die van amateur-botanicus De Wever van groot belang zijn.



## 2.4 Humusprofielen

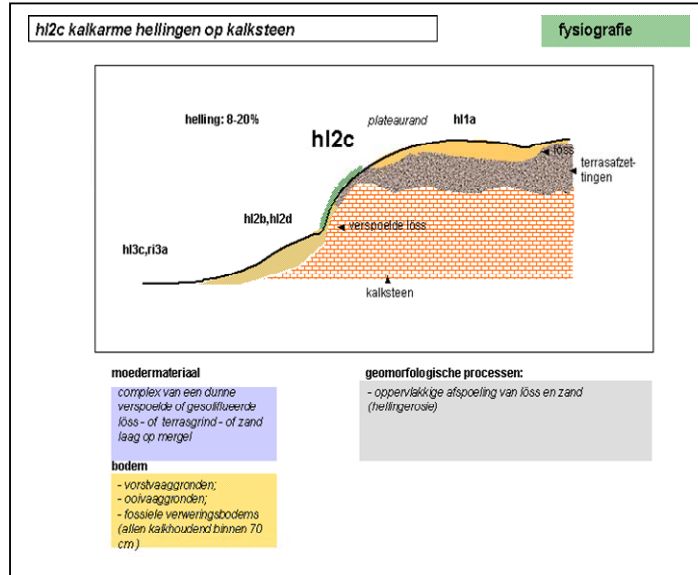
Op 29 september 2004 zijn een viertal onderzoekslocaties bezocht met R.W. de Waal (Alterra), waarbij gegevens zijn verzameld over het humusprofiel van de bodem. De bezochte terreinen waren Winkelberg, Hoefijzer, Koeberg en Kunderberg. Bij de eerste drie terreinen is op meerdere plekken naast het vegetatietransect gekeken naar de bodem; op de Kunderberg is gekeken naar de bodem op de plek waar vroeger heischraal grasland voorkwam en in het kalkgrasland. In Kader 1 wordt het fysiotoop, waarop heischrale hellingen in Zuid-Limburg voorkomen, uitgebreid besproken (uit: De Waal, R.W. (2001). Bodem en humus van kalkarme hellingen op ondiep kalksteen in: Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J & A.H.F. Stortelder (2001). SynBioSys, een biologisch kennisstelsel ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.11. Alterra, Wageningen).

## Bodem en humus van kalkarme hellingen op ondiep kalksteen

Op deze hellingen, die bij uitstek het domein vormen van de heischrale graslanden in Zuid-Limburg, is de bodemvorming niet ver gevorderd: verder dan verkleuring binnen het profiel en aanrijking van organische stof in de bovengrond verloopt het proces meestal niet. Het hellingmateriaal is relatief jong en er kan bij een niet al te dichte kruidlaag zelfs vers verspoeld hellingmateriaal aangevoerd worden. Daar waar het lössgehalte het laagst is, kunnen sporen van een uitspoeling van humus (bleking) worden aangetroffen. Uit- en inspoeling van klei zoals in oude lössprofielen is nergens aan te treffen. Onder in het profiel, op de overgang naar de kalksteen, komt meestal kalkverweringsklei voor die op sommige plekken een water stagnerende werking heeft. De humusontwikkeling is die van een zure wormmull met soms onder bos een lichte aanzet tot vorming van een F-laag (ecto-wormmull) en onder grasland een vage dode wortelhorizont (AMh) of een viltlaag (Fv; schraal-wormmull). Ter vergelijking: op de aangrenzende kalksteenhelling zijn krijtmulls of kalkmulls dominant, terwijl op de bovenliggende terrastranden vooral diverse typen moders en mullmoders voorkomen. De zuurgraad in de bovengrond varieert van zuur tot matig zuur. De in het veld geconstateerde pH ligt tussen de 4,0 en 5,0. Naar onderen toe neemt deze in de bovengrond van het pakket hellingmateriaal iets toe. Op de overgang naar de kalksteenverweringslaag (dieper dan 50 cm) stijgt de pH naar basische waarden. Verdere analysegegevens van deze eenheid zijn niet bekend, maar de basen- en nutriëntenhuishouding in de eerste 20 cm zullen meer overeenkomst vertonen met fysiotoepen van plateaus en plateauranden dan met de kalkrijke fysiotoepen. Daarbij moet worden opgemerkt dat het organisch stofgehalte in de bovengrond (AC of Ah) en daardoor de nutriëntenvoorraad van nature minder hoog zullen zijn dan in de matig zure profielen in een vlakke ligging. Dit houdt verband met geringere stabiliteit van het fysiotoop in verband met hellingprocessen. Daar waar de fysiotoop aan akkers grenst, kan verrijking optreden door aanvoer van geërodeerd bemest bodemmateriaal.

De vochthuishouding wordt vooral bepaald door de dikte van het mengsel van löss- en terrasmateriaal.

De vochthuishouding zal minder extreme seizoensmatige verschillen vertonen dan in de ondiepe kalkverweringsbodems van de kalkrijke hellingen mede dankzij het hoge leemgehalte en de relatief grote dikte van de leemlaag. Onder bos zullen afhankelijk van de boomsoort de verschillen in pH, basen en voedselhuishouding tussen boven- en ondergrond iets minder groot zijn dankzij de diepere beworteling van de bomen. De mogelijke humusontwikkeling verloopt in het algemeen van een zure wormmull naar een niet sterk ontwikkelde schraal-wormmull onder grasland en onder bos naar een



ecto-wormmull. Deze ontwikkeling is ook als zonering binnen de eenheid aan te treffen. De zure wormmulls worden vooral aan de benedengrens op de overgang naar de droge kalkhellingen aangetroffen. De schraal-wormmulls en de ecto-wormmulls komen vooral voor op plekken hoger op de helling met een dikker pakket hellingmateriaal. Zeer plaatselijk gaat de ontwikkeling wat verder naar vage mullmoders. Onder bos ontwikkelen zich overigens de mullmoders alleen onder Beuk en vooral op plekken hoger op de helling met een dikker pakket Eik, niet onder Esdoorn of Haagbeuk.

(De Waal, R.W. (2001). *Bodem en humus van kalkarme hellingen op ondiep kalksteen* in: Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J & A.H.F. Stortelder (2001). *SynBio.Sys, een biologisch kennisstelsel ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling*. Versie 1.11. Alterra, Wageningen)

### 3 De onderzoeksterreinen

Voor de selectie van de onderzoekslocaties is een groot aantal terreinen bezocht, waarbij uiteindelijk een keuze is gemaakt van terreinen die het best voor dit onderzoek in aanmerking komen, dat wil zeggen gebieden die nu nog een goed ontwikkelde heischrale vegetatie hebben, dan wel terreinen waarvan bekend is dat in het verleden heischraal grasland voorkwam. De volgende terreinen zijn wel bezocht, maar niet in het onderzoek betrokken: Wrakelberg, Keerderberg en een schraal grasland achter het buurtschap Overgeul. Wel in het onderzoek betrokken zijn de Berghofweide, Bemelerbergcomplex (Winkelberg, Strooberg, Hoefijzer), Koeberg (Schiepersberg), Kannerhei (Sint Pietersberg), Vosgrubbe, Gulperberg, Wolfskop en het terrein 'Thier à la Tombe' in België. Deze terreinen worden in dit hoofdstuk toegelicht met een terreinbeschrijving, waarin aspecten als kenschets van het terrein, bodem, flora en vegetatie aan bod komen.

#### 3.1 Berghofweide

##### *Kenschets*

De Berghofweide en de aangrenzende Dikkersweide bevinden zich in de gemeente Gulpen-Witterten ten westen van het gehucht Stokhem nabij de boerderij De Berghof. Het eerste terrein is eigendom van het Staatsbosbeheer, het tweede van Natuurmonumenten. Het grootste deel van de reservaten is gelegen op de noordelijke flank van een droogdal dat ongeveer ter hoogte van de boerderij ontspringt en dat samen met een zuidelijker gelegen droogdal bij Stokhem uitmondt in het Geuldal.

Van oudsher is de Berghofweide een beroemd schraalgraslandreservaat dat al vanaf het eind van de jaren negentienvijftig in bezit is van Staatsbosbeheer; de Dikkersweide heeft een veel kortere geschiedenis als natuurgebied. Hoewel reeds in 1971 door Boonen & Martens geadviseerd werd het terrein aan te kopen (Boonen & Martens 1971), is de Dikkersweide pas in 1979 door Jo Willems met succes onder de aandacht van de natuurbeschermingsorganisaties gebracht door erop te wijzen dat dezelfde plantensoorten die de Berghofweide botanisch zo bijzonder maakten ook hier vertegenwoordigd waren.

Het grootste deel van de Berghofweide wordt ingenomen door een min of meer op het zuiden geëxponeerde, vrij steile (tot 20 graden) graslandhelling met een struweelgroep in de zuidwesthoek. Aan de onderkant van de helling bevindt zich een vlakke dalweide. Op de zuidelijke dalwand ligt een klein stukje bos. Aan de westkant van het ongeveer twee hectaren grote terrein worden enkele kuilen aangetroffen, die het gevolg zijn van grindafgravingen in het verleden; het grind werd gebruikt voor huizenbouw en onder andere ook voor de bouw van de kerk van Gulpen (Colaris et al. 1968). De zuidoostelijke hoek staat onder beheer van de Natuurbeschermingswacht Zuidoost-Limburg; hier staat een wachthut.

Voor de Eerste Wereldoorlog was de Berghofweide beplant met appel- en notenbomen. De notenbomen werden gekapt om er geweerkolven van te maken, terwijl de appelbomen in de loop der tijd afstierven. Na de Eerste Wereldoorlog werd het grasland 'verbeterd' door de 'halfe' of pachter van de oudste der Berghoeven, waardoor productievere grassen de overhand kregen (De Wever 1943). Gewoonlijk vond beweiding plaats; soms werden de dalweide en het westelijk gedeelte ook gemaaid (Colaris et al. 1968). In 1958 wist Staatsbosbeheer de Berghofweide aan te kopen. Bij de aankoop werd het terrein begraasd door paarden (van de vorige eigenaar). Deze begrazing is na de verwerving nog 5 jaar doorgezet. Daarna startte Van Leeuwen met een vegetatiekundig onderzoek ter plaatse (mond. meded. Van Westreenen). Vanaf dat moment werd geen actief beheer gevoerd (dit zou het onderzoek benadelen). Nadien bestond het beheer uit begrazing door koeien, waarbij het terrein nu en dan ook een enkele keer werd gehooïd. In de jaren 1970 ging de wei kwalitatief steeds verder achteruit. In 1980 is een haag geplant tussen de weide en het hoger gelegen akkerland. In 1979 werd besloten terug te keren naar het oude beheer. Vanaf 1979 tot aan 1984 heeft extensieve beweiding met paarden plaatsgevonden. Daarna is het Staatsbosbeheer overgegaan op een beweiding met Mergellandschappen en een aanvullend maaibeheer (zie verderop).

In 1984 is een groot deel van het struweel (met name gevormd door *Cytisus scoparius*, *Rosa canina* en *Rubus fruticosus*), dat in de loop der jaren een grote oppervlakte had ingenomen, verwijderd. Een andere bedreiging, die nog steeds actueel is, is de invloed van de bemesting van de hoger gelegen (maïs)akkers aan de noord- en westzijde van het terrein. Met name een groot deel van de dalweide is hierdoor ernstig geëutrofiëerd (Figuur 2). Vanaf 1984 worden er schapen geweid en werd er gemaaid. Zowel de beweiding als het maaien wordt afgestemd op de jaarlijkse productie van de biomassa. Het aantal schapen en de beweïdingsperiode wisselt (soms zomers en standaard steeds na de vrucht- en zaadzetting van de herfstschroeforchissen). De beweïding is telkens intensief (korte tijd, veel dieren). Er is tevergeefs geprobeerd om door middel van extra maaibeurten de vegetatie in het dalgedeelte te verschromen.

De Dijkersweide, genoemd naar een van de voormalige eigenaren, is in 1979 van particuliere handen overgegaan naar de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten. Het ongeveer één hectare grote, op het zuiden geëxponeerde grasland wordt omgeven door een meidoornhaag. De helling is een voormalige hoogstamboomgaard, waarvan een aantal hoogstamfruitbomen van verschillende oude rassen bewaard zijn gebleven (Bunnik & Van Moorsel 1983). Onderaan de helling bevindt zich een klein bosje; aan de bovenkant is een uit mergelstenen opgetrokken gebouwtje ('de Kluis') te vinden. Het westelijk gedeelte van het terrein grenst aan de bovenkant aan een akker; het oostelijk gedeelte grenst deels aan de Dodemansweg en deels aan een ruderaal terrein.



*Figuur 2 Helling en dalweide in de Berghofweide. Rechtsboven is nog net een deel van de aangrenzende akker te zien. Duidelijk te zien is de strook ruigere vegetatie die als gevolg van eutrofiering vanuit de akker in het natuurterrein voorkomt*

Wat betreft de geschiedenis van de Dikkersweide is bekend dat het grasland vroeger heeft toebehoord aan Kasteel Wylré (Bunnik & Van Moorsel 1983). Intensief landbouwkundig gebruik heeft niet plaatsgevonden; slechts voor genoeg werd wat fruitteelt beoefend. Om het gras kort te houden mocht een boer uit een nabij gelegen gehucht er van tijd tot tijd schapen laten grazen. Niet bekend is of op het terrein ooit kunstmest is gebruikt. Na de aankoop in 1979 is het terrein beheerd als hooiland met nabeweidings. Berghofweide en Dikkerswei worden momenteel gemeenschappelijk beheerd.

### ***Bodem***

Voor een goed begrip van de flora en vegetatie van de Berghofweide is het noodzakelijk enige woorden te wijden aan de bodemgesteldheid van het terrein. Deze wordt gekenmerkt door een grote verscheidenheid, waarbij een drietal hoofdtypen zijn te onderscheiden: lössleemgronden, terrasleemgronden (slechts lokaal) en krijtverweringsgronden. Op verscheidene plaatsen bevindt zich grind dicht aan de oppervlakte (Breteler, in Colaris et al. 1968; zie ook Hennekens & Schaminée 1983). De krijtverweringsgronden (kleefaarde en rendzina) bevinden zich op de steile hellingdelen; de rendzinaprofielen zijn dun en bestaan uit een slechts 10-20 cm dikke donkerbruine tot zwarte verweringslaag op krijt. De lössleemgronden (d.w.z. ontkalkte lössgronden) zijn ten dele sterk geërodeerd; onderaan de helling hebben ze een colluviaal karakter (Breteler, in Colaris et al. 1968).

### ***Flora en vegetatie***

De Berghofweide heeft vooral bekendheid gekregen door de aanwezigheid van een aantal (zeer) zeldzame orchideeënsoorten, te weten *Coeloglossum viride*, *Orchis morio* en *Spiranthes spiralis*. Uit onderzoek van Willems (in Kreutz 1981, 1994) is gebleken dat de populaties van deze drie soorten op de Berghofweide in de loop van de tijd sterk in grootte zijn afgenomen. Een verklaring voor de achteruitgang moet gezocht worden in luchtverontreiniging, de inspoeling en eutrofiëring vanuit de aangrenzende landbouwgronden (randbemesting), de overwoekering door struweel en het gevoerde beheer met paarden (die door hun selectieve vraat struweel lieten toenemen en vertrapping van andere delen veroorzaakten). Andere orchideeënsoorten die op de Berghofweide thans nog worden aangetroffen zijn *Dactylorhiza maculata* subsp. *maculata*, *Orchis morio* (beide frequent), *Gymnadenia conopsea* en *Platanthera bifolia* (beide verspreid aanwezig). De Gevlekte Orchis was vroeger talrijk, maar is door de inspoeling van meststoffen in aantal achteruitgegaan. In het verleden zijn ook *Aceras antropophorum*, *Anacamptis pyramidalis* en *Herminium monorchis* in het grasland aangetroffen (De Wever 1943).

Uit het verleden zijn *Calluna vulgaris*, *Parnassia palustris* en zelfs *Botrychium lunaria* (mond. meded. Willems) bekend van de bovenste rand van de Berghofweide. In 2003 zijn geen van deze soorten door de auteurs teruggevonden.

Een andere bijzondere soort van de Berghofweide tenslotte betreft *Ranunculus nemorosus* (*Ranunculus polyanthemus* subsp. *polyanthemoides*). In de Flora van Nederland (Van der Meijden 1996) worden van deze soort twee variëteiten vermeld, respectievelijk *Ranunculus nemorosus* var. *nemorosus* ('thans zeer zeldzaam') en *Ranunculus nemorosus* var. *angustifolius* ('nog aanwezig?'); als standplaats worden loofbossen genoemd. Ook Weeda (1985) vermeldt uitsluitend het voorkomen in bossen ('op tamelijk lichte plekken in hellingbossen op kalkhoudende, vochtige tot vrij droge grond'). De op de Berghofweide aanwezige planten, die waarschijnlijk tot de variëteit *angustifolius* behoren, groeien evenwel in het open grasland.

Vegetatiekundige studies op de Berghofweide zijn verricht door Diemont & Van de Ven (1953), door Colaris, Van Driel & Hilgers (1968), door Prijs & Seinen-Neumann (1968) en door Boonen & Martens (1971). De laatste drie studies hebben zich met name gericht op de hierboven genoemde relatietheorie van Van Leeuwen. In de periode 1969-1971 is door Lankhorst (1971) een specifieke studie verricht naar de malacofauna (slakken) van de Berghofweide in relatie tot de bodemgesteldheid en de vegetatie.

Met betrekking tot de graslandvegetatie werden door Schaminée en Hennekens in 1982 twee hoofdtypen onderscheiden. Op het plateau en in het dal, dat wil zeggen op de kleefarde en op de lössleemgronden, worden gemeenschappen aangetroffen die tot het Betonico-Brachypodietum te rekenen zijn, terwijl de vegetatie op de rendzinabodem op de steile helling grotendeels als Gentiano-Koelerietum geclassificeerd wordt. In de hierboven genoemde studies wordt het Betonico-Brachypodietum uiteraard niet genoemd, aangezien deze associatie pas in 1975 onderscheiden is (onder de naam Brachypodio-Sieglingietum; Willems & Blanckenborg 1975; Willems

1982a). Gedeeltelijk werd deze vegetatie beschreven als een ‘Stachys-variant van het Gentiano-Koelerietum’, gedeeltelijk als ‘Lolio-Cynosuretum’. In het overzicht van De Vegetatie van Nederland (deel 3, Schaminée et al. 1996) heeft deze begroeiing zijn huidige naam gekregen.

De enige studie tot nu toe naar de plantengroei van de Dijkersweide is van Bunnik & Van Moorsel (1983). In 1980 werden een vijftigtal opnamen gemaakt. Ook stelden zij voor het terrein een soortenlijst op. Deze lijst, die maar liefst 208 soorten hogere planten omvat, vertoont grote overeenkomst met de soortenlijst van de Berghofweide. Opvallende soorten, naast de orchideeën *Coeloglossum viride*, *Orchis morio* en *Spiranthes spiralis*, zijn *Actaea spicata*, *Aquilegia vulgaris*, *Cirsium acaule*, *Orchis purpurea*, *Stachys officinalis*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia* en *Platanthera chlorantha*.

Wat betreft de vegetatiekundige positie van het grasland kan omstreeks 1980 zeker (nog) niet gesproken worden van een echt kalkgrasland. Globaal gezien moet het gehele grasland nog gerekend worden tot het Arrhenatherion elatioris. Belangrijke soorten in dit verband zijn *Arrhenatherum elatius*, *Bellis perennis*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Festuca pratensis*, *Heracleum sphondylium*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Phleum pratense*, *Ranunculus acris* en *Trisetum flavescens*. Daarnaast zijn elementen aanwezig uit andere klassen, onder andere van de Trifolio-Geranietea (*Agrimonia eupatoria* en *Origanum vulgare*), Artemisietea (*Galium aparine* en *Urtica dioica*) en ook Festuco-Brometea (*Avenula pubescens*, *Brachypodium pinnatum* en *Leontodon hispidus*). De klasse Nardo-Callunetea is nauwelijks vertegenwoordigd, hoewel de bodemkundige voorwaarden voor acidofiele soorten wel aanwezig lijken te zijn.

Ook in 2003 was de vegetatie van de Dijkerswei nog duidelijk minder schraal dan de Berghofweide. Van een soortenrijk krijthellinggrasland is nog geen sprake: soorten als *Briža media*, *Sanguisorba minor*, *Carex flacca* en *Linum catharticum* die in de Berghofweide wel voorkomen, ontbreken. De hier gemaakte opnamen onderscheiden zich van de opnamen in de Berghofweide verder door onder andere de afwezigheid van *Brachypodium pinnatum* en de aanwezigheid van voedselrijkere soorten als *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium*, *Festuca arundinacea* en *Crepis capillaris*.

## 3.2 Het Bemelerbergcomplex

### 3.2.1 Winkelberg en Strooberg

#### ***Kenschets***

De Bemelerberg, ook wel Bemelerhei of kortweg de Hei genoemd, ligt ongeveer vijf kilometer ten oosten van Maastricht, even ten noorden van het dorp Bemelen. Het betreft misschien wel het fraaiste schraalgrasland van Zuid-Limburg, mede dankzij de mooie landschappelijke ligging. De Bemelerberg beslaat een oppervlakte van 7 ha en heeft min of meer de vorm van een boemerang waarvan de benen een hoek vormen die groter is dan 90 graden. Het ene been ligt in het Maasdal en heeft een zuidwestelijke expositie, het andere been is gesitueerd in een droogdal (Gasthuisdelle-

grub) en heeft een zuidelijke expositie. De Maasdalhelling omvat onder andere de Strooberg; in de zuidelijk geëxponeerde helling liggen de eerder genoemde Winkelberg en Cluysberg, waarvan de laatste daadwerkelijk als kluizenaarswoning heeft gediend. De Strooberg ontleent zijn naam aan het feit dat arme boeren, die geen schuur hadden, er hun graanvruchten opsloegen en de garven ter plaatse tot stro dorsten. De aanduiding 'berg' slaat in de Zuid-Limburgse dialecten vaak op 'grotten' of beter gezegd, de kunstmatig aangelegde gangenstelsels van de onderaardse kalksteengroeven (Hillegers 1981). In 1942 werd het terrein, mede dankzij het voorkomen van de zeldzame Berggamander (*Teucrium montanum*), aangekocht door het Limburgs landschap.

Ongetwijfeld is de Bemelerberg reeds eeuwenlang een schraal weidegebied; absolute zekerheid ten aanzien van het karakter van het terrein wordt evenwel pas gegeven door de oudste topografische kaart, de zogenaamde Tranchot-kaart, uit 1803 (zie Hillegers 1984a). De omvang van het schraalland bedroeg destijds ongeveer tweemaal de oppervlakte van het huidige reservaat. Latere kaarten uit de 19de eeuw geven eenzelfde beeld; het areaal weidegrond is echter ingekrompen tot de helft. Op de kaart uit 1924 verschijnt een eerste aanduiding van geconcentreerde boom- en struikgroei langs de Molenstraat. Recentere kaarten laten een verdere uitbreiding zien van houtige gewassen op en rond het reservaat, een ontwikkeling die zich voortzet tot 1979. Dit is een belangrijk jaar voor de Bemelerberg, omdat op dat moment de oorspronkelijke beheersvorm (extensieve beweiding met Mergellandschappen) in ere wordt hersteld. In dat jaar is ongeveer 40 % van de totale oppervlakte met bos of struweel bedekt (Hillegers 1982a). Onderzoek van Hillegers in de beginperiode heeft uitgewezen dat het herstel succesvol was (Hillegers 1983a, 1985). Door Bobbink & Willems (1996) is onderzocht of ook op de langere termijn herstel van het kalkgrasland heeft plaatsgevonden, door middel van permanente kwadraten die zowel in 1984 als in 1993 zijn bekeken. Hieruit blijkt dat het herstel op de langere duur stagneerde, waarschijnlijk onder andere door de beperkte lokale zaadvoorraad in de bodem. Momenteel wordt jaarlijks een deel van de opslag verwijderd en wordt het grootste deel ingenomen door grasland.

### ***Bodem en humus***

Door Kalkman en Kengen is in 1983 een uitgebreide studie verricht naar de bodemgesteldheid van de Bemelerberg. De aangetroffen ondergrond is Maastrichts Krijt, waarop de Maas in het Pleistoceen een dik pakket grind heeft afgezet. Bovendien is er lössleem tot afzetting gekomen: vrijwel het hele gebied is bedekt met een laag löss, gemengd met grind en/of zand dat bovenaan de helling is uitgespoeld en zich onderaan de helling heeft opgehoopt. Aangezien de terreinen altijd als weide zijn beheerd, speelt bodemerrosie hier een relatief kleine rol (Kalkman & Kengen 1983; Felder 1984).

Op drie plekken langs het transect op de Winkelberg (met een gradiënt van Thero-Airion via *Betonico-Brachypodietum* naar *Gentiano-Koelerietum*) zijn in 2003 veldmetingen verricht aan de humus/bodem. De metingen zijn gesitueerd ten oosten van het transect. De eerste plek bevond zich op ongeveer 1 meter onder de bovengrens van het transect (in de zone van het Thero-Airion). Er kon tot ongeveer



30 cm diep geboord worden en er werd een mengsel van loss en terrasgrinden aangetroffen dat zeer hydrofoob was. De bovenste 15 cm was humushoudend met een toplaag van viltig strooisel (sjek-structuur). Op twee diepten is de pH bepaald: in de Ah-horizont en in de C-zone. De gemeten pH (pH-papiertje) bedroeg respectievelijk 4,0 en 5,0. Halverwege het transect (op ongeveer 10 m; in het Betonico-Brachypodietum) werd voor de tweede keer een gat gegraven (tot ong. 30 cm) waarbij in de Ah-zone een pH van 4,2 werd gemeten, in de AC zone op 10 cm van 4,2 en in de AC-zone op ongeveer 30 cm van 4,7. Het bodemmateriaal was hier grijzer van kleur en, evenals het eerste meetpunt, zeer hydrofoob. Het derde meetpunt is gelegd op 1 meter boven de ondergrens van het transect in het Gentiano-Koelerietum. De gemeten pH in de Ah-zone is 4,7; in de AC-zone bedroeg deze 5,0. Opvallend was dat de bovenste 10 cm (Ah-zone) hier niet hydrofoob was en dat er een geleidelijke overgang was van Ah naar AC. Omdat ook hier (in het kalkgrasland) nog geen vrije kalk in de bodem aanwezig is, is als laatste punt een meting verricht 15 m onder het transect (ter hoogte van een PQ-paaltje van Bobbink & Willems). Wederom is 30 cm diep geboord, waarbij op 10, 20 en 30 cm een pH van 7,0 is gemeten. Op alle diepten bevatte de bodem hier vrije kalk (getest met HCL-oplossing).

### ***Flora en vegetatie***

De beweiding was in 1923 gestopt (met het emigreren van de herder naar de VS) en de vegetatie werd sindsdien alleen sporadisch gebrand. Hierdoor bestond de begroeiing van grote delen van het terrein in 1979 voornamelijk uit een soortenarme en dichte grasmat van soorten als *Agrostis capillaris*, *Brachypodium pinnatum* en *Festuca rubra*. Een belangrijk aantal soorten was verdwenen, waarvan sommige ook thans nog niet zijn teruggekeerd. *Gentianella germanica* en *Parnassia palustris* worden door latere auteurs dan De Wever (1911-1923) niet meer waargenomen; van *Antennaria dioica*, *Bromus erectus* en *Helianthemum nummularium* dateren de laatste opgaven van 1944 (Meys 1982). De oudste floristische opgave die betrekking heeft op de Bemelerberg, dateert van 1868 en is van Dumoulin. Dumoulin noemt het voorkomen van *Thlaspi montanum* (“sur les collins près du village de Bemelen”), de eerste en tevens de laatste melding van deze voor droge en schrale kalkgraslanden karakteristieke soort, die zijn huidige noordgrens in Midden-België bereikt (Meusel et al. 1965; De Langhe et al. 1988).

Een eerste vegetatiekundige studie van de Bemelerberg dateert van 1939 en is van de hand van Heimans (1939). Deze publicatie die, behalve een algemene beschrijving van het terrein ook een vijftal opnamen geeft, heeft er zeker toe bijgedragen dat de Bemelerberg (in 1942) in eigendom kwam bij de huidige eigenaar, het Limburgs Landschap. Directe aanleiding voor de aankoop was de aanwezigheid van *Teucrium montanum*, die binnen Nederland op de Bemelerberg zijn enige groeiplaats heeft (zie Hennekens & Schaminée 1980, Willems 1984). Andere onderzoeken met betrekking tot de vegetatie zijn onder andere van Diemont & Van de Ven (1953), Van der Lely-Van Bommel & Van Niekerk-Brouwer (1969), Eppink (1977), Hennekens & Schaminée (1980), Hennekens et al. (1982), Hillegers (1982a, 1983b) en Willems (1982a). Geen van deze publicaties geven evenwel volledig overzicht (inclusief tabellen); gewoonlijk staan bepaalde vegetatietypen centraal. Gedurende lange tijd

heeft met name de kalkgraslandvegetatie bijzondere aandacht gekregen, ondanks het feit dat Heimans in 1939 al opmerkte dat het kalkgesteente slechts op enkele plekken aan de oppervlakte treedt. In 1984 geeft Schaminée wel een overzicht van alle op de Bemelerberg voorkomende plantengemeenschappen, hetgeen op dat moment ook mogelijk was omdat na enkele jaren schapenbeweiding de meeste begroeiingstypen plantensociologisch interpreteerbaar waren. Allereerst betreft het gemeenschappen van het Thero-Airion op de zure Maasterrasafzettingen langs de plateaurand, een droog en schraal graslandtype bestaande uit hemicryptofyten zoals *Festuca ovina*, *Agrostis capillaris*, *Rumex acetosella*, *Jasione montana* en *Hieracium pilosella*. Opvallend is het aandeel aan therofyten, waaronder *Aira praecox*, *Aira caryophyllea* en *Cerastium semidecandrum*, en mossen (o.a. *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum*, *Polytrichum piliferum* en diverse soorten *Cladonia*). Floristische bijzonderheden zijn *Catapodium rigidum*, *Holosteum umbellatum*, *Myosotis stricta* en *Scleranthus annuus*; voor deze soorten geldt dat ze dankzij de extensieve schapenbeweiding zijn teruggekomen of zelfs nieuw verschenen.

Op de zwak zure pleistocene afzettingen, die als lobben langs de helling zijn afgeschoven, komt het Betonico-Brachypodietum voor. Kenmerkende soorten van het heischrale grasland in deze begroeiing op de Bemelerberg zijn *Agrostis vinealis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex pilulifera*, *Danthonia decumbens* en *Stachys officinalis*, terwijl soorten als *Brachypodium pinnatum*, *Leontodon hispidus* en *Pimpinella saxifraga* een zekere kalkrijkdom veronderstellen. Evenals het Thero-Airion heeft ook het Betonico-Brachypodietum dankzij de schapenbeweiding een positieve ontwikkeling doorgeemaakt. Ook hier is na 1980 een aantal soorten teruggekomen of heeft zich uitgebreid. Genoemd kunnen worden: *Botrychium lunaria*, *Calluna vulgaris*, *Euphrasia rosikoviana*, *Genista pilosa*, *Succisa pratensis*, *Nardus stricta*, *Platanthera bifolia* en *Viola canina*.

Het feitelijke kalkgrasland, het Gentiano-Koelerietum, komt voor op plaatsen waar het kalkgesteente dicht aan de oppervlakte ligt. Zoals gezegd betreft het slechts een klein deel van de vegetatie van de Bemelerberg, te weten ongeveer 20 % van het oppervlak. In tegenstelling tot de vorige twee begroeiingstypen is het Gentiano-Koelerietum anno 1993 zeker nog niet volledig hersteld (Bobbink & Willems 1996). Onder aan de helling, waar zich een laag colluvium heeft opgehoopt en meer voedselrijkere en vochtigere omstandigheden heersen, wordt een begroeiing aangetroffen die op grond van het voorkomen van soorten als *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Heracleum sphondylium* en *Trifolium pratense* tot het Arrhenatheretum elatioris gerekend wordt. De vegetatie bezit ook een aantal zoomplanten uit het verbond Trifolion medii, waaronder *Agrimonia eupatoria*, *Origanum vulgare* en *Satureja vulgaris*.

De vlakke gedeelten van de rotswandjes worden gekenmerkt door een xerotherme en open pioniergemeenschap. Met name boven de ingang van de Winkelberg treffen we goed ontwikkelde voorbeelden aan van dit begroeiingstype, dat gerekend wordt tot het Cerastietum pumili; het betreft hier de mooiste voorbeelden van deze associatie in het Mergelland (en daarmee ook in geheel Nederland). Behalve *Teucrium montanum* kunnen ook andere zeldzaamheden gezien worden, zoals *Thuidium abietinum*, *Catapodium rigidum*, *Minuartia hybrida*, *Petrorhagia prolifera* en *Pleurochaete squarrosa*. In scheuren en

spleten van de verticale rotswanden groeit een aantal houtige en veelal doornige gewassen; deze plaatsen zijn ontoegankelijk voor de schapen. Karakteristiek zijn: *Berberis vulgaris*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa* en diverse rozensoorten, waaronder *Rosa rubiginosa*, *Rosa canina* en de zeldzame *Rosa agrestis*. Syntaxonomisch wordt deze begroeiing tot het Berberidion gerekend.

Een laatste vegetatietype betreft de ruderaal begroeiing aan de voet van de grotten. Met name de vegetatie op de hellende, warme puinkegels bevat een aantal zeldzame soorten, zoals *Ballota nigra*, *Leonurus cardiaca*, *Marrubium vulgare*, *Nepeta cataria*, *Onopordion acanthium* en *Reseda luteola*. Na het opnieuw invoeren van schapenbegrazing kende ook deze gemeenschap, die syntaxonomisch tot het Onopordion acanthii gerekend wordt, een opmerkelijk snel herstel.

### 3.2.2 Hoefijzer

#### ***Kenschets***

Het natuurreservaat 'Het Hoefijzer' is (te voet) bereikbaar via het pad dat onder langs de Winkelberg en de Cluysberg oostwaarts loopt. Het terrein is gelegen op de steile zuidwest geëxponeerde noordkant in een zijdal van de Gasthuisdellegrub (een asymmetrisch droogdal); de oppervlakte bedraagt ongeveer 3 ha, waarvan de helft met bos bedekt is. In de helling is een drietal kleine groeven aanwezig.

De geschiedenis van het Hoefijzer is grotendeels overeenkomstig met die van de Bemelerberg. De status van natuurreservaat heeft het Hoefijzer echter pas in 1971 gekregen, toen het terrein door het Limburgs Landschap aangekocht kon worden. De schapenbeweiding is, net als op de Bemelerberg, eind 1979 ingesteld.

#### ***Humus***

Op twee plekken net ten oosten van het transect (met een vegetatie van heischraal grasland boven en kalkgrasland onderaan) zijn meetpunten gelegd voor bodem- en humusmetingen in het veld. Het eerste meetpunt lag 1 meter onder de bovengrens van het transect en bevat een hydrofobe AC-laag. De pH in de AhM laag was 4,1 en in de AC-laag op 30 cm diep ongeveer 4,5-5,0. Opvallend was een ongeveer 1 cm dik matje van viltig strooisel dat een indicatie vormt voor zure omstandigheden. Het tweede meetpunt is 5 meter onder het eerste meetpunt (op 6 meter onder de bovengrens) neergelegd in de kalkgraslandvegetatie. Hier werd pas op 1,2 meter mergel aangeboord. Achtereenvolgens werd een Ah, AC, C1-laag van gecompriëerde löss en een dunne C2-laag van kleefarde met ijzer (glei) aangetroffen. De gemeten pH was op 2 cm (Ah) 4,7; in de AC-laag 4,5 (ook meer hydrofoob) en in de C1-laag 5,0-5,5. Het meeste bodemmateriaal van dit meetpunt is geen gesolifluëerd hellingmateriaal, maar in situ afzettingen, wellicht groenzandachtig en bevatte ook veel minder grind als voorgaande meetpunten.

#### ***Flora en vegetatie***

Het Hoefijzer heeft niet dezelfde bekendheid als de Bemelerberg. Op de eerste plaats valt het terrein door zijn geïsoleerde ligging nauwelijks in het oog. Een tweede

belangrijke reden is dat het Hoefijzer in vegetatiekundig opzicht minder gedifferentieerd is: het Mesobromion en het Nardo-Galion zijn weliswaar goed ontwikkeld, evenals het Alysso-Sedion, maar het Thero-Airion en het Onopordion acanthii komen slechts fragmentarisch voor. De geringere bekendheid uit zich ook in de mate waarin het terrein botanisch onderzocht is. Diemont & Van de Ven (1953) publiceren twee opnamen, één van het kalkgrasland en één van het heischrale grasland; in deze laatste opname vallen soorten op als *Calluna vulgaris*, *Genista pilosa* en *Viola canina*. In 1979, dus juist voor het instellen van de schapenbeweiding, is het terrein bestudeerd door Van der Snoek, waarvan de resultaten in 1982 gepubliceerd zijn in de vorm van een doctoraalverslag.

Met name het heischrale grasland heeft als gevolg van de schapenbeweiding een gunstige ontwikkeling doorgemaakt. Zo werden in 1986 *Polygala vulgaris*, *Stachys officinalis* en *Succisa pratensis* in grote aantallen aangetroffen, terwijl plaatselijk ook *Cuscuta epithymum* en *Genista tinctoria* voorkwamen (mond. meded. Schaminée). Minder spectaculair is de ontwikkeling die het kalkgrasland heeft doorgemaakt, waar dit door vervilting achteruit was gegaan. In 1986 kon worden geconstateerd dat in vergelijking met 1981 *Brachypodium pinnatum* wat minder dominant was geworden, hetgeen ten voordele bleek te zijn voor een hapaxanth als *Linum catharticum*. De soortenrijke opname die Diemont en Van de Ven in 1942 van het Mesobromion van het Hoefijzer hebben gemaakt vertoont veel overeenkomst met een opname die Schaminée & Hennekens in 1981 op een van de nog weinig goed ontwikkelde delen van het kalkgrasland maakten; vermoedelijk betreft dit dezelfde locatie. In 2003 werd door Willems & Brouns (in prep) een evaluatie uitgevoerd van het beheer de afgelopen 24 jaar. Hieruit bleken de grenzen tussen heischraal en kalkgrasland nauwelijks verschoven, terwijl de soorten diversiteit in beide typen duidelijk bleek te zijn toegenomen.

### 3.3 Koeberg (Schiepersberg)

#### ***Kenschets***

Het Schiepersbergcomplex is gelegen in de gemeente Margraten, ten noordoosten van het dorp Cadier en Keer. Het vormt samen met onder andere de Bunderberg en de Mettenberg de noordoostwand van het droogdal Margraten-Bemelen. Het complex, dat ongeveer 25 ha groot is en overwegend zuid geëxponeerd is, omvat (van west naar oost) de volgende delen: Rozenkoele, Koeberg, Schiepersberg sensu stricto, Papenhei, Sangerijberg en Achterberg. De onderlinge begrenzing tussen de laatste vier genoemde delen is onduidelijk. De Rozenkoele betreffen een aantal voormalige kiezelgroeven op het plateau; de Julianagroeven is een voormalige kalkgroeven (Hillegers 1987).

Hillegers (1987) vermeldt dat het Schiepersbergcomplex in de late Middeleeuwen deel uitgemaakt moet hebben van een groter geheel van schraalgraslanden. In de 19de eeuw neemt het areaal weidegrond gestaag af, zoals blijkt uit oude topografische kaarten; rond 1900 beslaat de oppervlakte schraalgrasland van het Schiepersbergcomplex nog 25 ha. In 1933 verdwijnt de laatste schaapsherder. Na het

stopzetten van de beweiding (dat tot gevolg had dat de gemeente geen pacht meer ontving) werd het Schiepersbergcomplex tot woeste grond verklaard. Tijdens de dertigerjaren werd door het Staatsbosbeheer productiebos aangelegd, waarbij echter delen van de Koeberg en de Schiepersberg sensu stricto gespaard bleven. Dat deze delen in later tijd desondanks grotendeels zijn dichtgegroeid, is te wijten aan natuurlijke successie, waarbij het soortenrijke schraalgrasland is verdrongen door een soortenarm struweel (met o.a. *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* en sluiers van *Clematis vitalba*). In het begin van de jaren negentientachtig beslaat het areaal grasland nog slechts enkele honderden vierkante meters, ondanks de inspanningen van vrijwilligers van de Natuurvriendenvereniging Cadier en Keer, die in 1972 de successie een halt probeerden toe te roepen door plaatselijke kap. Ofschoon Diemont al in 1956 een pleidooi houdt voor het behoud van de schrale graslanden en Van Haperen in 1972 in zijn rapport over het Schiepersbergcomplex benadrukt dat de gemeente Cadier en Keer (als eigenaresse) de plicht heeft het gebied goed te beheren, duurt het tot 1981 alvorens daadkrachtige stappen in de goede richting worden gezet. Met overheidssubsidie worden zowel de Julianagroeven als de Koeberg ingerasterd; de opslag in de groeven wordt verwijderd, waarna deze ter beweiding wordt aangeboden aan de Vereniging tot Behoud van het Mergellandschap; in 1985 wordt ook de Koeberg van struweel ontdaan en in 1986 is het gebied in erfpacht gegeven aan de Stichting het Limburgs Landschap (Verschoor et al. 2004).

### ***Bodem en humus***

Evenals een aantal andere hellingen in het westen van het Mergelland kent ook het Schiepersbergcomplex een gevarieerde ondergrond, bestaande uit lagen kalksteen met daarop zandige en grindige afzettingen. Hier en daar zijn grindpakketten in de vorm van tongen over de kalksteen heen omlaag gegleden. Onderaan de helling wordt een dikke laag colluvium aangetroffen. In de jaren negentiendertig is men in het zuidelijke deel van de Koeberg begonnen de kalksteen te exploiteren, voornamelijk ten behoeve van de landbouw. Dit resulteerde uiteindelijk in een grote ontginning, de eerdergenoemde Julianagroeven.

Net naast het 14 m lange transect met een gradiënt van heischraal grasland naar kalkgrasland zijn aan de westkant twee meetpunten gelegd. Het eerste meetpunt ligt 1 meter onder de bovengrens van het transect. Opvallend was de rulle zode met opvallend grote keien, waardoor niet tot op de C-horizont kon worden geboord. Het humusprofiel bevat een moder-achtig laagje op het mull-profiel. Er kon verder een vage F-horizont worden onderscheiden. De pH in de Ah-laag was tussen de 4,5 en 5,0, in de hydrofobe AC-laag 5,0. Het tweede meetpunt is 2 meter boven de ondergrens gelegd en bevat op alle hoogtes vrije kalk (getoetst met HCL-oplossing). Dit is een zogenaamde kalkmull.

### ***Flora en vegetatie***

Ondanks de grootte van het Schiepersbergcomplex en zijn opmerkelijke variatie in bodem en vegetatie, is deze helling botanisch weinig onderzocht. Met betrekking tot synecologische studies moet, naast de publicatie van Diemont & Van de Ven (1953), vooral de uitvoerige vegetatiebeschrijving van Van Haperen (1972) worden genoemd. Van belang is voorts een tweetal autecologische studies, respectievelijk verricht aan

*Inula conyzæ* en *Orchis simia*. De groeiplaats van *Orchis simia* (op de Schiepersberg sensu stricto) betreft thans het enige voorkomen van deze soort in ons land. Sinds de soort in 1972 voor het eerst op de Schiepersberg werd gevonden (Willems & Van Haperen 1974), wordt de ontwikkeling van de populatie nauwgezet gevolgd (o.a. Willems 1982b, 1990; zie ook Kreutz 1994). Het onderzoek naar *Inula conyzæ* betreft een vergelijking van de standplaats, lengte en levensduur van deze soort op het Schiepersbergcomplex met andere locaties in Nederland en werd uitgevoerd door Huits & Van de Winkel (1978; Van Gils & Huits 1978).

Dankzij de publicatie van Diemont & Van de Ven (1953), maar vooral ook door de uitgebreide vegetatiestudie van Van Haperen (1972) op het Schiepersbergcomplex, bestaat er een vrij goed beeld van de oorspronkelijke flora en vegetatie van de graslanden. De volgende vegetatie-eenheden werden aangetroffen: op de plateaurand (waar humusarme zandige en grindige bodems voorkomen) het Thero-Airion, hellingafwaarts op zure lemige grindige bodems het Nardo-Galion, op kalkrijke bodems op min of meer steile hellingen het Mesobromion, en onder aan de helling op colluviale bodems het Arrhenatherion elatioris; op plaatsen waar het kalkgesteente dagzoomt tenslotte het Alysso-Sedion.

Met betrekking tot de kalkgraslanden hebben Diemont & Van de Ven (1953) drie opnamen gepubliceerd, waarvan er twee door hen tot de *Poa compressa*-variant van het Mesobrometum erecti koelerietosum werden gerekend. De andere opname rekenden zij tot de *Briza media*-variant van de genoemde subassociatie. De *Poa compressa*-variant, die naar de huidige inzichten als Alysso-Sedion wordt geassocieerd (zie Schaminée 1984, Schaminée et al. 1996), herbergde op de hellingen van het Schiepersbergcomplex een groot aantal zeldzame tot zeer zeldzame soorten, zoals *Minuartia hybrida*, *Moenchia erecta*, *Satureja acinos*, *Saxifraga tridactylites*, *Sedum sexangulare* en het kalkmos *Abietinella abietina*. De opname die gerekend wordt de *Briza media*-variant bevat behalve het normale assortiment kalkgraslandplanten ook enkele minder reguliere soorten, waaronder *Koeleria pyramidata*, *Ophrys apifera* en *Orchis morio*. Van deze drie soorten werd door Van Haperen (1972) alleen nog slechts één exemplaar van *Orchis morio* aangetroffen. Voorts werd door Diemont & Van de Ven één opname gemaakt in het heischrale grasland, met onder andere de acidofiele soorten *Calluna vulgaris*, *Danthonia decumbens* en *Potentilla erecta*.

Van Haperen (1972) geeft een volledig overzicht van de door hem in 1971 aangetroffen vegetatietypen op de Schiepersberg sensu stricto en de Koeberg. Alle eenheden werden door de auteur tot het Mesobromion gerekend. Naar de huidige inzichten wordt echter het type dat onder andere gekenmerkt wordt door *Arenaria serpyllifolia*, tot het Alysso-Sedion gerekend (Cerastietum pumili), terwijl het type, met soorten als *Potentilla erecta*, *Cytisus scoparius* en *Viola canina* tot het Nardo-Galion behoort (Betonico-Brachypodietum), hoewel dit heischrale grasland sterk gedomineerd werd door *Brachypodium pinnatum* en de acidofiele soorten maar een zeer beperkt aandeel in de begroeiing hadden.

De begroeiing op de Koeberg bestond anno 1981 voornamelijk uit een ruigte, waarin *Rubus caesius* veelal met hoge bedekkingen aanwezig was. Slechts hier en daar bevond

zich, over een oppervlakte van enkele vierkante meters, een grazige begroeiing gedomineerd door *Brachypodium pinnatum* (waarvan een opname is gemaakt van 9m<sup>2</sup> met slechts 15 hogere planten).

### 3.4 Kannerhei

#### ***Kenschets***

Het terrein de Kannerhei maakt deel uit van de Sint Pietersberg en is gelegen op de westhelling, aan de kant van het Jekerdal. Reeds in 1920, toen werd gevreesd dat als gevolg van kalkwinning geleidelijk de gehele Sint Pietersberg zou verdwijnen, deed de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten een vergeefse poging het gebied aan te kopen. Pas in 1966, nadat het afgravingsgebied diverse malen was uitgebreid, werd besloten de resterende delen tot natuurgebied te verheffen.

Naar aanleiding van het in 1984 opgestelde beheersadvies (Adviesgroep Sint Pietersberg 1984, zie De Graaf et al. 1986) werden enkel ingrijpende maatregelen genomen. De graslanden op de westhelling ten zuiden van Fort Sint Pieter zijn begin 1985 grotendeels ontdaan van bomen en struikopslag en de verruigde graslandvegetatie is gemaaid en afgevoerd. Op de Kannerhei is men eind 1984 begonnen met maaien en afvoeren van de verruigde vegetatie van het noordelijk deel en het verwijderen van bomen en struiken van het zuidelijk deel. De kalkgraslandhelling in het Popelmondedal werd in 1984-1985 tweemaal per jaar gemaaid. Ter ontlasting van de botanisch zeer interessante dagzomende kalksteen (met onder andere *Helianthemum nummularium*, *Poa compressa*, *Satureja acinos* en *Sedum album*) is een trap direct naast de Duivelsgrot aangelegd. In mei 1986 is een aanvang genomen met begrazing door een kleine rondtrekkende kudde Mergellandschapen. Een tussen het Popelmondedal en de Kannerhei gelegen grasland deed hierbij dienst als parkeerweide.

Ruim vijf jaar later leken de effecten van de doorgevoerde maatregelen al zichtbaar. De graslanden op de westhelling ten zuiden van het Fort leken aanzienlijk schraler te zijn geworden. Een deel van de vegetatie op de onderste helft van de helling kon - met enige terughoudendheid - inmiddels weer gerekend worden tot het Betonico-Brachypodietum. *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Crepis capillaris*, *Hieracium umbellatum*, *Hypochaeris radicata*, *Luzula campestris* en *Rumex acetosella* vertegenwoordigden het 'heischrale' karakter; van de 'kalkgrasland'-elementen waren *Linum catharticum*, *Ononis spinosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Ranunculus bulbosus* en *Sanguisorba minor* aanwezig. In de jaren negentiennegentig en daaropvolgend is de kwaliteit van de vegetatie op de westhelling door ontoereikend beheer echter weer teruggelopen. Momenteel wordt getracht deze neergang terug te buigen. Ook de Kannerhei was grotendeels dichtgegroeid met bomen en struiken, maar een klein gedeelte in de uiterste noord-westhoek, waar de kalk aan de oppervlakte komt, is steeds open grasland gebleven. Afgezien van dit kleine stukje 'echt' kalkgrasland in het noordwesten van het terrein met soorten als *Orchis militaris*, *Primula veris*, *Salvia pratensis* en *Saxifraga granulata*, wordt dit terrein gekenmerkt door een schrale, matig productieve en homogene begroeiing, grotendeels te rekenen tot de

Rompgemeenschap *Agrostis capillaris*-[Galio-Festucetalia]. Naast *Agrostis capillaris* zijn *Bromus hordeaceus* en *Festuca rubra* belangrijke soorten onder de grasachtigen; van de kruiden zijn *Achillea millefolium*, *Campanula rotundifolia*, *Crepis capillaris* en *Plantago lanceolata* het opvallendst. Onderzoek aan een proefvlak op de Kannerhei, dat in de periode 1984-2001 5 keer is opgenomen, laat een toename van het aantal soorten zien in de eerste 8 jaar, maar een stagnatie van het totaal aantal soorten erna. De vegetatie wordt nu vooral gekenmerkt door meer algemene soorten van het arrhenatherion en het Nardo-Galion (Bobbink & Willems 2001). Het Betonico-Brachypodietum-element is in 1991 minder uitgesproken dan op de westhelling ten zuiden van het Fort Sint Pieter. De schapenbeweiding in het Popelmondedal heeft vooral tot gevolg gehad dat de dichte grasmatten van *Brachypodium pinnatum* grotendeels is verdwenen, zoals blijkt wanneer we opnamen uit 1981 vergelijken met de situatie zo'n tien jaar later. Eens te meer bewijst dit hoezeer het voorkomen van goed ontwikkelde schrale hellinggraslanden in Zuid-Limburg bovenal samenhangt met de gevoerde beheersmaatregelen. Nu ook laat de helling zien hoe gevarieerd hij is: in het westen (omgeving Duivelsgrot) Koelerio-Gentianetum, in het oosten Betonico-Brachypodietum. Hier zijn momenteel *Crepis capillaris*, *Cuscuta epithymum*, *Galium verum*, *Hieracium umbellatum* en *Trifolium arvense* zeer opvallend; grote aantallen van *Arenaria serpyllifolia* en *Saxifraga tridactylites* (in het vroege voorjaar) benadrukken het open karakter van de begroeiing.

Er zijn de laatste jaren een aantal grote eiken midden in de Kannerhei gekapt. De verwachting is dat dit op termijn heel gunstig zal zijn voor de vegetatie (mond. meded. Van Tooren). Daar staat tegenover dat het grasland de afgelopen tien jaar minder openheid vertoont. Blijkbaar is de capaciteit van de kudde op de Sint Pietersberg momenteel te gering. Op de Kannerhei leidde dat in voorgaande jaren tot een tweedeling. Het Noordelijk deel verkeert in een betere conditie dan het Zuidelijk deel. Dat deel verruigde vrij sterk (zelfs met brandnetels). In 2003 is de begrazingsdruk sterk opgevoerd en zag de vegetatie er in dit Zuidelijke deel in augustus direct een stuk beter (minder ruig) uit. De verwachting is dat de gewenste begrazingsdruk ook de komende jaren gerealiseerd kan worden en dat het Zuidelijke deel van de Kannerhei dus snel beter zal worden.

### **Bodem**

Aan de dalwanden van de Sint Pietersberg dagzomen krijtafzettingen, waarvan een voorbeeld is te zien in de noordwesthoek van de Kannerhei. Op deze Maastrichtse krijt zijn dikke pakketten zand en fluviatiele sedimenten afgezet die de basis hebben gevormd voor de bodem van de Sint Pietersberg.

### **Flora en vegetatie**

Een groot aantal plantensoorten bereikt op de Sint Pietersberg de noordgrens of westgrens van het areaal. Dit betreft met name droogte- en warmteminnende soorten die het zwaartepunt van hun verspreiding in Zuid- en Midden-Europa hebben, omdat de naaste omgeving van Maastricht gekenmerkt wordt door een voor Nederlandse omstandigheden zeer geringe hoeveelheid neerslag (gemiddeld 450 mm per jaar). Als voorbeelden noemt Heimans (in Van Schaik 1938, heruitgave 1983): *Helianthemum nummularium*, *Orchis militaris*, *Satureja acinos*, *Teucrium chamaedrys*, *Orchis*



*coriophora* en *Himantoglossum hircinum* (Heimans 1938; Mennema et al. 1980). Het botanisch bolwerk heeft in de loop der tijd echter, zoals reeds genoemd, veel van zijn parels moeten prijsgeven: behalve de zojuist genoemde soorten *Teucrium chamaedrys*, *Orchis coriophora* en *Himantoglossum hircinum*, ook de oorspronkelijk zeldzame soorten *Platanthera bifolia*, *Sesleria coerulea*, *Anacamptis pyramidalis*, *Coeloglossum viride*, *Gentianella campestris*, *Spiranthes spiralis*, *Satureja calamintha*, *Botrychium lunaria*, en evenals vroeger algemene verschijningen waaronder *Galium pumilum*, *Parnassia palustris*, *Cirsium acaule*, *Carlina vulgaris* en *Juniperus communis* (o.a. De Wever 1911-1923; De Graaf et al. 1983).

Het is opmerkelijk dat met uitzondering van *Orchis coriophora*, *Himantoglossum hircinum* en *Sesleria coerulea* al deze soorten op het Belgische gedeelte van de Sint Pietersberg nog steeds voorkomen (o.a. Graatsma 1985, Blink et al. 1987); *Sesleria* werd in 1991 nog aangetroffen aan de voet van de Tiendeberg op de westhelling van het Jekerdal. Behalve dat het Belgische gedeelte in veel mindere mate door mergelwinning vernietigd is (ondanks het feit dat deze activiteiten op Belgisch gebied begonnen zijn en met name in Nederland tegen afgraving geprotesteerd is) en wat betreft oppervlakte ook aanzienlijk groter is, speelt hierbij zeker ook een belangrijke rol dat de extensieve beweiding met schapen al in het eerste kwart van deze eeuw moet zijn gestopt terwijl op Belgisch grondgebied schapenbeweiding tot vlak na de tweede Wereldoorlog moet hebben plaatsgevonden (Graatsma 1985). *Cirsium acaule* werd rond 2001 voor het laatst gezien op de Kannerhei, terwijl *Carlina vulgaris* zeker in 1998 nog bloeiend op op het Nederlandse deel van de Sint Pietersberg voorkwam (mond. meded. Van Tooren).

Vegetatiekundig is de Sint Pietersberg minder intensief onderzocht. Door Diemont en Van de Ven (Diemont & Van de Ven 1953) zijn opnamen gemaakt, waarvan er een gelegen is “op de westkant van de Sint Pietersberg”. Dit betreft naar de mening van De Graaf et al. (1983) de Kannerhei. Onder meer de volgende soorten worden vermeld: *Anthoxanthum odoratum*, *Anthyllis vulneraria*, *Botrychium lunaria*, *Cirsium acaule*, *Genista tinctoria*, *Orchis militaris* en *Primula veris*. Hoewel deze opname een zekere affiniteit heeft met het heischrale grasland, is deze door Diemont en Van de Ven terecht geassocieerd als Mesobrometum (thans Koelerio-Gentianetum). In 1950 is door een aantal vooraanstaande plantensociologen een vegetatiekaart gemaakt van het Nederlands gedeelte, die pas in 1983 samen met de heruitgave van het Sint Pietersbergboek is gepubliceerd (Becking et al. 1950; Westhoff 1983). Deze kaart laat zien dat het Koelerio-Gentianetum destijds over een grotere oppervlakte voorkwam dan nu. Het kalkgrasland is in de loop der tijd door wanbeheer gedegradeerd tot een door *Brachypodium pinnatum* vervult en verruigd grasland of ondoordringbaar struweel. Inspoeling van meststoffen van hoger gelegen akkers eiste ook haar tol, onder andere op de Kannerhei. Aanplant van bomen (door de ENCI) op de hellinggraslanden even ten zuiden van Fort Sint Pieter droeg verder bij tot verkleining van het areaal kalkgrasland, zoals Bart Graatsma destijds meedeelde aan Hennekens & Schaminée. Volgens de kaart uit 1950 komt het Betonico-Brachypodietum (in de legenda van de kaart omschreven als het heide-achtige acidofiele stadium van het Mesobrometum) nog slechts voor op één locatie, even ten zuiden van Fort Sint Pieter.

Na Diemont en Van de Ven zijn het in 1975 Willems en Blanckenborg geweest die opnamen van het Nederlands gedeelte van de Sint Pietersberg hebben gepubliceerd. Bij hun onderzoek betrokken zij ook het Belgische gedeelte. Uit de studie blijkt hoe mager de kalkgraslanden van het Nederlands deel afsteken tegen die van het Belgische deel. Opnamen gemaakt in het grasland ten zuiden van Fort Sint Pieter alsmede een opname van de Kannerhei en van het Popelmondedal zijn geassocieerd als Arrhenatheretum elatioris. Het 'Sieglingio-Brachypodietum' (Betonico-Brachypodietum) komt in dit onderzoek uitsluitend voor op Belgisch grondgebied.

Binnen de huidige studie zijn slechts vegetatie- en bodemgegevens verzameld van de Kannerhei, aangezien hier de laatste jaren het best ontwikkelde heischraal grasland voorkomt. De zogenaamde westhelling ten zuiden van Fort Sint Pieter bleek sterk vervilt en vertoonde niet meer dan enkele herinneringen aan het vroeger daar voorkomende Betonico-Brachypodietum.

### 3.5 Vosgrubbe

#### *Kenschets*

De Vosgrubbe is een droogdal dat is gelegen in de gemeente Gulpen, ten Zuiden van de weg Margraten-Vaals (ter hoogte van het buurtschap De Hut) en ten noorden van de weg Reymerstok-Kasteel Neubourg. Op de oostelijke flank van de grubbe bevindt zich een schraalland, precies daar waar de helling over een breedte van een dertigtal meters minder steil is. Dit langgerekte perceel, dat een oppervlakte van ongeveer 0,4 ha heeft en een golvend reliëf kent, loopt van zuidoost naar noordwest en mondt in het noorden uit in een eveneens geaccidenteerd cultuurgrasland. De graslandstrook is vrijwel geheel omsloten door bos: in het westen en zuiden door de feitelijke grubbe, waarin de zeldzame varensoort *Polystichum aculeatum* te vinden is, in het oosten door een open Prunetalia-struweel en een smalle bosgordel op de plateaurand. Ten westen van de grubbe ligt (op een verhoogd tracé) een oude trambaan, komende uit de richting Margraten (De Boer 1976).

De ouderdom van het terrein heeft De Boer (1976) met behulp van historisch kaartmateriaal slechts globaal kunnen vaststellen. Op de Tranchot-kaart (begin 19de eeuw) is ongeveer ter hoogte van het huidige grasland een steile helling aangegeven die met struikgewas is begroeid. Pas op de topografische kaart van 1930 is op het oostelijk gedeelte van de helling bos met daaronder een strook weiland aangegeven. Aangezien deze kaart in 1919 is verkend en de stoomtram pas vanaf 1920 gelopen heeft, acht De Boer het onwaarschijnlijk dat het ontstaan van het grasland iets te maken heeft met de aanleg van de trambaan; het materiaal voor de tramdijk zou van een andere plek afkomstig zijn. Waarschijnlijk heeft het 'kalkgrasland' zijn ontstaan te danken aan delfstofwinning in de plateaurand (De Boer 1976).

Ten aanzien van het beheer van het grasland in de Vosgrubbe kan worden opgemerkt dat sinds 1980 beweiding met Mergellandschapen wordt toegepast. De Vosgrubbe was hiermee het eerste terrein waar herintroductie van schapenbeweiding

heeft plaatsgevonden. Voor die tijd werd het, vanaf de aankoop door Staatsbosbeheer in 1958/59, ieder jaar gemaaid; daarvoor werd het grasland onregelmatig en extensief beweide (De Boer 1976).

### **Bodem**

Uit bodemkundig onderzoek, dat eveneens door de Boer (1976) is uitgevoerd, blijkt dat de kalkrijke ondergrond op de meeste plaatsen is bedekt door een matig zure laag van lössleem die vermengd is met grind en zand.

### **Flora en vegetatie**

De Vosgrubbe is één van de hellinggraslanden in Zuid-Limburg waar vrijwel geen botanisch onderzoek is verricht. Vegetatieopnamen zijn uitsluitend door De Boer (1976) gepubliceerd. Hij onderscheidt binnen het terrein twee hoofdtypen. Het eerste heeft *Cerastium fontanum*, *Dactylis glomerata*, *Heracleum sphondylium*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale* en *Valeriana officinalis* als kenmerkende soorten en kan het best geclassificeerd worden als Arrhenatheretum elatioris. Hier worden ook *Agrimonia eupatoria*, *Avenula pubescens*, *Brachypodium pinnatum* en *Sanguisorba minor* aangetroffen. De Boer spreekt van een vochtige (hooiland)zoomvegetatie. In het andere vegetatietype is het Arrhenatherion-elementen minder sterk vertegenwoordigd; behalve een aantal basidofiele soorten (*Briža media*, *Leontodon hispidus*, *Linum catharticum*, en de eerder genoemde *Agrimonia eupatoria*, *Avenula pubescens*, *Brachypodium pinnatum* en *Sanguisorba minor*) zijn hier ook enkele acidofiele soorten aanwezig: *Luzula campestris*, *Potentilla erecta*, *Sieglingia decumbens*, *Succisa pratensis* en *Stachys officinalis*. Syntaxonomisch moet deze vegetatie-eenheid, naar de huidige inzichten, tot het Betonico-Brachypodietum worden gerekend. Al met al kunnen we ten aanzien van de begroeiing van de Vosgrubbe beter van een heischraal grasland dan van een kalkgrasland spreken.

In de eerste jaren na het instellen van schapenbegrazing waren enkele belangrijke soorten (o.a. *Briža media*, *Carex caryophylla*, *Leontodon hispidus*) duidelijk achteruitgegaan. De grasmat was nog steeds zeer dicht en werd gedomineerd door productieve grassen, zoals *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* en *Holcus lanatus*; op een aantal plaatsen in het terrein waren grote groepen *Urtica dioica* opgeslagen. Een van de weinige interessante soorten die zich vermoedelijk nieuw gevestigd had, was *Centaureum erythraea*, een soort die zich op meer plaatsen in het Mergelland had gevestigd of had uitgebreid.

De besloten ligging in het bos (vochtigheid, bladival) is nadelig gebleken voor de graslandvegetatie, daarom is in 2003 ook een groot gedeelte van het bos gekapt. In 2003 werd de Vosgrubbe meerdere malen bezocht. De smalle strook grasland was verruigd met soorten als *Urtica dioica* die plaatselijk tot dominantie kwam. Slechts op een enkele plek werden heischrale elementen (zoals *Stachys officinalis*, *Campanula rotundifolia* en *Cytisus scoparius*) aangetroffen. Op twee plekken is een opname gemaakt.

### 3.6 Gulperberg

Langs de bovenrand van de Gulperberg, net ten noorden van het beeld van Maria op de top, komt een klein perceel sterk verruigd grasland voor met heischrale elementen. De plek is aan alle kanten omgeven door bankjes en wordt tegenwoordig voornamelijk gebruikt als hondenuitlaatplek. Dit perceel is in beheer bij de gemeente Gulpen en wordt gemaaid (en mogelijk nabeweid).

### 3.7 Wolfskop (Groeve Blankenberg)

#### *Kenschets*

Het slechts 0,2 ha grote schraalgrasland ‘de Wolfskop’ is sinds 2000 eigendom van Staatsbosbeheer en is gelegen in de gemeente Margraten, en wel ongeveer 500 m ten zuiden van Cadier en Keer, op de rand van het plateau dat grenst aan de Blankenbergs grub. Aan de zuidkant loopt het op het zuiden geëxponeerde terrein steil af in een (voormalige) vuursteengroeve. De herkomst van de naam Wolfskop is niet bekend, in Zuid-Limburg en aangrenzend België komen talrijke wolf-toponiemen voor.

Tot aan het begin van deze eeuw maakte het terrein deel uit van een veel groter schraalland. Beetje bij beetje verloor het gebied echter zijn agrarische functie, omdat de schapenhouderij steeds minder rendabel werd. Bekend is dat omstreeks 1930 de oppervlakte van het schraalland nog ongeveer tweemaal de huidige bedroeg. Uit een luchtfoto uit 1947 (Figuur 3) blijkt dat er ook in die tijd nog veel lage vegetatie voorkwam. Uiteindelijk is niet de gehele helling bebost geraakt, omdat het resterende grasland bij de schooljeugd in trek was om er te spelen; bij wijze van vertier werd het terrein incidenteel in brand gestoken (Hillegers 1984b). In 1990 is rond de groevewand bos weggekapt om de groeve wat meer vrij te stellen. Sinds 2000 wordt het terrein periodiek begraaasd met schapen (Buro Bakker 2000). Aanvullend is in samenwerking met vrijwilligers een gedeelte van de opslag op en rond het grasland verwijderd.



Figuur 3 Luchtfoto van de Wolfskop uit 1947, beschikbaar gesteld door Freek van Westreenen

### **Flora en vegetatie**

Diemont & Van de Ven (1953) hebben voor hun overzicht van de Zuid-Limburgse kalkgraslanden twee opnamen op de Wolfskop gemaakt, ondanks de geringe oppervlakte van het terrein. De eerste opname, uit 1944, betreft het *Betonico-Brachypodium*, dat voorkwam op de hoger op de helling gelegen zure pleistocene rivierafzettingen. Kenmerkende soorten waren *Anthoxanthum odoratum*, *Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *Cytisus scoparius*, *Hieracium umbellatum*, *Luzula campestris*, *Potentilla erecta*, *Stachys officinalis* en *Succisa pratensis*. Thans komt deze associatie niet meer in goed ontwikkelde vorm voor; van genoemde soorten worden momenteel alleen nog *Cytisus scoparius* en *Hieracium umbellatum* aangetroffen. Enkele jaren geleden werd een bloeiende plant van *Gentianella campestris* aangetroffen, die sedertdien ieder jaar met één exemplaar aanwezig was. Verder komt deze soort in Zuid-Limburg, waar hij kenmerkend lijkt te zijn voor overgangssituaties tussen krijthellinggrasland en heischraal grasland, alleen nog op de Kunderberg voor (De Wever 1911-1923; Kreutz 1982).

De tweede opname van Diemont en Van de Ven, uit 1952, betreft het kalkgrasland lager op de helling. De beschrijving komt goed overeen met een door Schaminée & Hennekens in 1982 gemaakte opname. Ten opzichte van 1952 werden slechts drie soorten niet meer aangetroffen, te weten *Anthyllis vulneraria*, *Galium pumilum* en *Ophrys apifera*. Niet aanwezig in de opname van Diemont en Van de Ven was *Aceras antropophorum*, die tot het einde van de jaren zestig nog aanwezig was (Willems, in Kreutz 1994), maar na 1984 niet meer is teruggevonden. In 1982 werd de Poppenorchis door Schaminée & Hennekens evenmin gezien, ofschoon de soort in die tijd nog met een paar planten moet zijn voorgekomen (Kreutz 1994).

In 2003 werd een goed beheerd terrein aangetroffen, waar door middel van een aangelegd pad naar de bovenzijde van de oude groeve kon worden geklommen. De kop bevatte een schrale vegetatie, met een korte gradiënt van heischraal grasland naar kalkgrasland.

### 3.8 Zure Dries

#### *Kenschets*

Het schraalgrasland 'de Zure Dries' ligt ongeveer 1,5 km ten westen van het dorp Eckelrade en is geheel omsloten door bos (Savelsbos). Aan de bovenzijde bevindt zich een grindgroeve; aan de oostzijde halverwege de helling ligt een kleine kalksteengroeve. De gemiddelde hellingshoek bedraagt ongeveer 25 graden; de expositie is nagenoeg zuid. De volksnaam 'Zoeren drees' wijst erop dat het terrein in gebruik is geweest als marginale landbouwgrond, en wellicht in contact heeft gestaan met de op het plateau gelegen akkers: 'zoer' of 'zuur' wil zeggen 'slecht' in de zin van 'onvruchtbaar'. In 1813 stond het terrein bekend als het Kaelen berchskén (mond. meded. Van Westreenen; in archief voormalige gemeente Gronsveld).

Omtrent de ouderdom van de Zure Dries als schraalland zijn slechts weinig gegevens voorhanden; bovendien spreken deze zich ten dele tegen. Op oude kaarten, zoals die van Tranchot en Muffling (begin 19de eeuw) en de Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden, staat geen open plek in het bos aangegeven; op een kadastrale kaart van Gronsveld uit het midden van de 18de eeuw daarentegen wel (Van Westreenen, mondelinge mededeling; in archief Törring-Jettenbach). De Boer (1976) vermeldt dat het terrein in 1953 tegelijk met het Savelsbos door het Staatsbosbeheer werd aangekocht; een opname van Diemont & Van de Ven (1953) dateert uit 1944.

Eind jaren 1970 was het terrein vrijwel dichtgegroeid met struiken en bomen. Tot die tijd werd alleen het centrale deel, het kalkgraslandgedeelte, jaarlijks met de zeis gemaaid. In 1982 werd het grasland van 0,1 ha uitgebreid tot ongeveer 0,25 ha door kap van het aangrenzende bos. Uitbreiding vond zowel plaats aan de onderzijde als aan de bovenzijde (waar pleistocene Maasafzettingen dagzomen). Een jaar later is het terrein ingerasterd en met schapen beweid (aanvankelijk extensief, later kort en intensief). Halverwege de jaren 1980 is het terrein verder vergroot door een stuk bos ten oosten van de grindkuil te kappen. Ter bestrijding van de oprukkende adelaarsvarens (bosrelict) werd tussen 1985 - 1990 de grindkuil meermaals gemaaid, maar dit had amper enig effect (mond. meded. Van Westreenen).

Zowel bodemkundig als ook vegetatiekundig betekende het kappen een verrijking van het reservaat. Tevens werd in genoemd jaar beweiding met Mergellandschappen ingesteld. Voordien, althans vanaf de jaren negentienzestig, werd als beheersmaatregel de vegetatie jaarlijks gemaaid en het strooisel afgevoerd.

#### *Flora en vegetatie*

Floristisch geniet de Zure Dries vooral bekendheid vanwege het voorkomen van *Aceras anthropophorum*. Deze in ons land van oorsprong tot Zuid-Limburg beperkte soort, die na 1968 ook op enkele andere plaatsen in ons land is aangetroffen, was aan het begin van de vorige eeuw op de meeste krijthellinggraslanden nog een algemene verschijning, maar is in de loop der tijd steeds zeldzamer geworden. Momenteel betreft de Zure Dries de enige groeiplaats in het Mergelland (Kreutz 1994). Net als bij de meeste andere orchideeënsoorten is sprake van jaarlijkse schommelingen in bloeiende exemplaren. Volgens Grégoire (1961) werden op de Zure Dries voor 1940 regelmatig 20 à 30 bloeiende exemplaren geteld, ook in de jaren negentachtig was weer sprake van gemiddeld een twintigtal planten.

Een andere interessante soort die hier talrijk voorkomt (vooral aan de bovenkant en langs de zijanten van het terrein), is *Lithospermum officinale*, een typische zoomplant. Buiten de kalkrijke duinen en de dijken van Zuid-Beveland is dit in ons land een zeer zeldzame soort (Van der Ham in Mennema et al. 1985) die verder ook op het Hoefijzer voorkomt. Ook deze soort was vroeger in Zuid-Limburg minder zeldzaam, zij het nooit algemeen. De Graaf et al. (in Van Schaik et al. 1983) wijten deze achteruitgang voor een deel aan de intensivering van de landbouw.

Vegetatiekundig is de Zure Dries uitgebreid onderzocht door de Boer (1976). Hij onderscheidde binnen het terrein twee sterk van elkaar verschillende vegetatie-eenheden. De eerste eenheid betreft het eigenlijke kalkgrasland en werd gekenmerkt door soorten als *Carex caryophylla*, *Pimpinella saxifraga*, *Ranunculus bulbosus* en *Sanguisorba minor*. Deze eenheid werd verdeeld in twee subtypen. Het eerste type, gebonden aan de warmste standplaatsen en slechts een beperkte oppervlakte in beslag nemend, bevatte soorten als *Briza media*, *Koeleria macrantha*, *Scabiosa columbaria*, *Thymus pulegioides* en het zeer zeldzame grasje *Catapodium rigidum*, als ook typische kalkmossen waaronder *Campylium chrysophyllum*, *Camptothecium lutescens* en *Ctenidium molluscum*. De orchideeën *Aceras anthropophorum* en *Orchis militaris* waren eveneens exclusieve soorten, ofschoon beide slechts in één opname voorkwamen. Het tweede subtype, meer mesofiel, werd gekenmerkt door soorten als *Carex hirta*, *Galium aparine* en *Origanum vulgare*. In feite vormt dit type een overgang naar de tweede hoofdeenheid, die sterk beïnvloed werd door het omringende bos. Kenmerkende soorten hiervan waren onder andere *Aegopodium podagraria*, *Moebria trinervis*, *Satureja vulgaris* en *Valeriana officinalis*; ook *Rubus caesius* was in zeer hoge bedekkingen aanwezig. De opname van Diemont en Van de Ven uit 1944 is goed te plaatsen binnen het eerste subtype van de eerste eenheid.

Het aspect van de vegetatie op het bovenste deel van de helling, waar zich de grindgroeve bevindt die door kap van bomen vrij is gezet, wordt thans nog vooral bepaald door storingssoorten als *Cirsium arvense* en *Rubus caesius*. Dankzij de schapenbeweiding hebben zich echter ook al enkele soorten van het heischrale grasland kunnen vestigen: *Calluna vulgaris* (herstel na kappen bos; Willems 1988), *Carex pilulifera* en *Veronica officinalis*. De schapen hebben er bovendien voor gezorgd dat in de ruderaal begroeiing soorten als *Conium maculatum*, *Leonurus cardiaca*, *Nepeta cataria* en *Verbascum phlomoides* zijn opgetreden. Transport van diasporen vanuit andere hellingen ligt hieraan ongetwijfeld ten grondslag aangezien de veelal van

haakjes voorziene zaden van deze soorten gemakkelijk aan de vacht van de schapen klitten. Vegetatiekundig moet deze begroeiing gerekend worden tot het *Onopordion acanthii*, een verbond waarvan het centrum van de verspreiding gelegen is in Centraal-Europa en dat in Nederland gebonden is aan droge, warme en min of meer ruderaal standplaatsen.

Het aspect van het bovenste deel van de helling werd in 2003 bepaald door *Pteridium aquilinum*. Geen van bovengenoemde heischrale soorten kon worden teruggevonden, omdat alles door Adelaarsvaren overwoekerd was. Om deze reden is van deze locatie alleen een bodemonmonster genomen.

### 3.9 Gerendal

#### *Kenschets*

Het Gerendal is een asymmetrisch droogdal dat zich over een lengte van zo'n drie kilometer uitstrekt van het plateau van Margraten tot in het Geuldal. In feite betreft het twee dalen, die halverwege het Geuldal en het plateau bij elkaar komen en vervolgens samen breed uitmonden tussen de gehuchten Strucht en Oud-Valkenburg. Behalve enkele belangrijke kalkgraslandpercelen komen op de dalhellingen ook goed ontwikkelde, soortenrijke bossen voor (St-Jansbos, Oombos en Gerendalsbossen), als ook een akkerkruidenreservaat dat gelegen is aan de voet van het St-Jansbos. Verder is het gebied bekend vanwege de orchideeëntuin die gelegen is boven de opzichterswoning halverwege het dal. Deze tuin werd in 1958 aangelegd, op initiatief van Dr. W.H. Diemont. Hij herbergt (vrijwel) alle in Zuid-Limburg voorkomende inheemse soorten orchideeën, inclusief de thans uitgestorven soorten (Diemont 1969).

Met betrekking tot de schrale hellinggraslanden is in het Gerendal een drietal terreinen van belang. Het eerste terrein met schraal hellinggrasland betreft de zogenaamde Gerendalsweide, die ongeveer 1,5 ha groot is en ook wel bekend staat onder de namen Laamheide en Rutenhelling. Vroeger lag vlak voor dit perceel een boerderij die gepacht was door de familie Ruten. In 1983 is deze boerderij door het Staatsbosbeheer vervangen door een werkschuur met een bijbehorende schaapskooi. Van dit terrein is uit het verleden bekend dat er *Parnassia* voorkwam (Willems 1982c). Het tweede hellinggrasland ligt even ten noorden van het Grachterbosje en is ongeveer 2 ha groot. Tenslotte is er nog een klein perceel dat direct grenst aan de bovenkant van de orchideeëntuin. Alleen van dit laatste perceel is uit het verleden heischraal grasland bekend en van dit terrein wordt hieronder een nadere beschrijving gegeven.

Het perceel gelegen boven de orchideeëntuin is circa 0,2 ha groot; de helling is op het zuidoosten geëxposeerd en kent een inclinatie van ongeveer 12 graden. Op het perceel staan enkele oude hoogstamfruitbomen (peer). Over de geschiedenis van het terrein is vrijwel niets bekend, behalve dat het een boomgaard was en dat het smalle bos langs de plateaurand door Staatsbosbeheer is geplant (ter afscherming van landbouwgronden). Uit de beheersverslaglegging van het Staatsbosbeheer weten we dat het perceel vanaf 1984 begraasd wordt door Mergellandschapen; voordien werd het terrein extensief begraasd door koeien (via de aangrenzende boomgaard). Vóór 1958 zal het vermoede-



lijk begraasd zijn geweest, omdat het terrein waar nu de orchideeëntuin is gelegen en waarmee het perceel een geheel vormt, als weiland (boomweide) dienst heeft gedaan (zie Diemont 1969). Dat bij de aanleg van de orchideeëntuin het onderhavige perceel er niet aan toegevoegd is, is gelegen in het feit dat het kalkgesteente hier bedekt is door zure, grindhoudende Maasafzettingen.

In 1981 werd door Schaminée & Hennekens een situatie aangetroffen waarbij *Brachypodium pinnatum* vooral aan de oostkant van de helling dominant aanwezig was. Meer westelijk en hellingopwaarts waren vooral *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* en *Holcus lanatus* aspectbepalend. Beide vegetatietypen werden gekenmerkt door een vervilde begroeiing, als gevolg van verwaarlozing. In een door Hennekens & Schaminée gemaakte opname uit 1981 geeft de aanwezigheid van acidofiele soorten als *Agrostis capillaris*, *Danthonia decumbens* en *Cytisus scoparius* het heischrale karakter van de vegetatie aan. Aangenomen kan worden dat bij voortgaande begrazing met schapen het grasland zich zal ontwikkelen tot een Betonico-Brachypodietum. De schapenbeweiding (inclusief 'na'-maaieren van slecht afgevreten vegetatie) heeft er inmiddels toe geleid dat de grasmat minder dicht is; *Rubus caesius* bijvoorbeeld is sterk teruggedrongen. Belangrijke nieuwe soorten hebben zich evenwel (met uitzondering van *Centaureum erythraea*) nog niet weten te vestigen.

In 2003 is het terrein opnieuw bezocht. Het kleine terrein is geheel omgeven door bomen en bevat nog enkele oude hoogstamperenbomen: vrijwel het hele stuk is beschaduwd. De kruidachtige vegetatie was hoog en relatief ruig, hoewel de mergellandschappen ook toegang tot dit deel hadden. De enige acidofiele soorten die zijn waargenomen (*Agrostis capillaris* en *Danthonia decumbens*) stonden op een plek van enkele m<sup>2</sup>. Op deze plek is ook een bodemmonster genomen. Buiten het terrein (achter het raster, tussen de bomen) kwamen bovendien nog enkele struiken *Cytisus scoparius* voor.

### 3.10 Kunderberg

#### ***Kenschets***

De Kunderberg is gelegen in de gemeente Voerendaal, ongeveer een kilometer ten noordoosten van Ubachsberg. De 'berg' wordt feitelijk gevormd door een klein plateau (oprijzend uit het dal van de Retersbeek en de Geleenbeek), dat aan zijn west-, noord- en oostkant steile hellingen bezit en aan de zuidzijde geleidelijk overgaat in het plateau van Ubachsberg. Het ongeveer 9 ha grootte terrein is op de westhelling van dit plateau gelegen en omvat een aantal delen, waaronder een kalksteengroeve, een open bos en een krijthellinggrasland. Geleidelijk raakte de groeve overwoekerd met struiken en bomen, waarvan een groot gedeelte in 1982 en 1983 gekapt is. Sindsdien vindt extensieve beweiding plaats met Mergellandschappen. Het graslandperceel tenslotte is het deel waaraan het Kunderbergcomplex zijn bekendheid dankt. Dit voor het publiek op paden toegankelijke schraalland, dat een gemiddelde hellingshoek heeft van 15 graden, wordt jaarlijks door honderden mensen bezocht, met name in de maand juni om de tienduizenden bloeiende Grote muggenorchissen te bewonderen. Aan de onderzijde van deze helling is de oude kalksteengroeve gesitueerd; aan de bovenzijde

gaat de helling over in een door een landbouwweg afgescheiden gedeelte dat een tamelijk hobbelig reliëf kent.

Ofschoon weinig bekend is over het oorspronkelijk beheer, mag worden aangenomen dat sprake moet zijn geweest van extensieve beweiding met schapen, zoals blijkt uit oud fotomateriaal (Hillegers 1987). Omstreeks 1925 is, zoals op veel plaatsen in Zuid-Limburg, de begrazing stopgezet. Tot de aankoop in 1958 door het Staatsbosbeheer is geen actief beheer uitgevoerd. Na de verwerving is begin jaren 1960 onderlangs de helling en langs weerszijden van de opgaande weg een haag geplant. Bovenlangs de helling, op het min of meer vlakke gedeelte, zijn struiken bijgeplant, als een soort buffer tegen de aangrenzende landbouwgrond (het vroegere struweel was gedeeltelijk in rook opgegaan). Tegelijkertijd is onderaan de helling een kunstmatige poel aangelegd ter compensatie van een verdwenen poel aan de overzijde van de berg. Aannemelijk is dat de vegetatie af en toe in brand werd gestoken, bijvoorbeeld op 'fakkelzondag' (zie Hennekens & Schaminee 1982). Tot eind jaren zeventig was maaien en afvoeren de gebruikelijke beheersvorm. In sommige jaren werd het bultige deel (bovenaan en in de driehoek) overgeslagen. Een en ander hing samen met de weersomstandigheden: er werd toentertijd laat gemaaid, meestal pas in november, met als gevolg dat het hoge gras soms te nat was om te kunnen maaien. Het 'afgevoerde' maaisel werd opgestapeld nabij de poel, die nog steeds een sterk verruigd karakter heeft. Gedurende een periode van ruim tien jaar werd vervolgens branden als beheersmaatregel toegepast. Ongecontroleerde branden (dorpsjeugd) vonden plaats tot 1980. In dat jaar is Staatsbosbeheer begonnen met gecontroleerd branden (in de nawinter of in het vroege voorjaar), voor een periode van drie jaar. Opmerkelijk was dat in de brandperiode de grote muggenorchissen sterk toenamen en ook aanzienlijk forser werden. De eerste 'beweiding' (met permanent enkele hobby-dieren) vond plaats op het particuliere stuk van de groeve (omstreeks 1980). Vervolgens is de graslandhelling ingerasterd en eind jaren 1980 is de beweiding uitgebreid tot in het tussenliggende open bos, waarbij het bos door Staatsbosbeheer flink is uitgedund.

### ***Bodem en humus***

Op de door Hillegers aangewezen plek, waar tot 10 jaar geleden nog in ieder geval *Calluna vulgaris* voorkwam, is een meetpunt neergelegd waar zowel bodemparameters in het laboratorium van zijn onderzocht, als het humus in het veld is bekeken. In het genomen humusmonster vindt een redelijke vertering plaats in de dunne en onduidelijke Ah-laag. Eronder bevindt zich bodemmateriaal dat meer kleiig is dan het materiaal dat is aangetroffen op de Winkelberg, Hoefijzer of Schiepersberg. De pH is gemeten op 3 en 6 cm en in de AC-horizont en betrof respectievelijk 5, 5, en 5,6-6. Dit profiel is niet kenmerkend voor kalkgrasland, waardoor de verwachting bestaat dat het hier niet om een stabiele situatie gaat. Het tweede meetpunt (10 m lager op de helling) bevatte vrije kalk tot in de bovenlaag en op 10-15 cm werden zelfs brokjes kalk aangetroffen.

### ***Flora en vegetatie***

Floristisch gezien kan de Kunderberg wellicht beschouwd worden als het belangrijkste kalkgrasland van Nederland (Kreutz 1994). In de loop der tijd is het

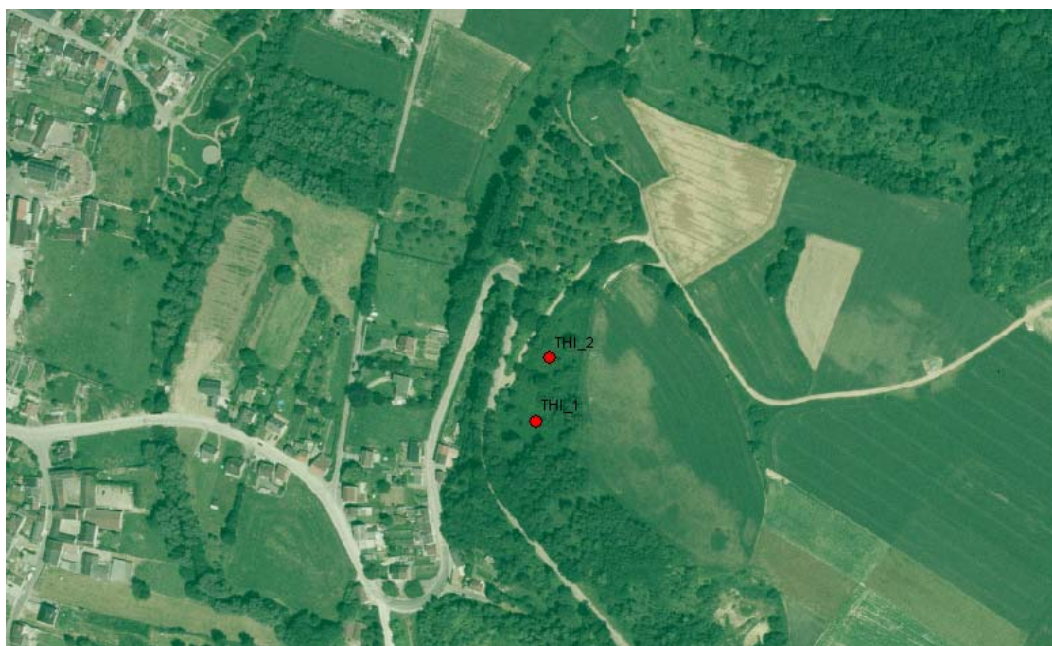
terrein floristisch echter sterk achteruitgegaan. Zo is *Aceras anthropophorum*, die vermeld staat in een door Diemont & Van de Ven in 1952 gemaakte opname (Diemont & Van de Ven 1953), daarna nooit meer waargenomen. Volgens De Wever (1941) kwam de Poppenochis 'vroeger' met honderden exemplaren te Kunrade en Voerendaal voor. Andere orchideeënsoorten die volgens de aantekeningen van De Wever eertijds op en in de buurt van de Kunderberg kunnen zijn aangetroffen, zijn *Herminium monorchis*, *Ophrys apifera*, *Orchis militaris* en *Spiranthes spiralis* (zie De Vries 1972; Kreutz 1994). Deze soorten groeiden echter zuidelijker, langs de Daelse weg, richting Putberg; *Orchis apifera* is daar in 2003 weer gevonden. Voor Zuid-Limburgse begrippen zeldzame soorten zijn *Antennaria dioica* (voor het laatst gezien in 1978, groeide op één van de bulten hoog boven de poel), *Botrychium lunaria*, *Coeloglossum viride* (na 1990 niet meer gezien), *Parnassia palustris*, *Salvia pratensis* en ook *Calluna vulgaris* (was één klein polletje, na 1990 niet meer gezien, mond. meded. Van Westreenen). Met uitzondering van *Salvia pratensis* zijn al deze soorten kenmerkend voor het heischrale grasland. Op de Kunderberg kwam dit type grasland tot enkele decennia geleden voor in een smalle strook kleefaarde bovenlangs het plateau. Al deze soorten stonden onder zware druk en zijn in de afgelopen decennia slechts incidenteel waargenomen (o.a. Hillegers 1984c).

Met betrekking tot de vegetatie zijn Diemont & Van de Ven (1953) de eersten geweest die onderzoek hebben verricht op de Kunderberg. De enige opname uit het echte kalkgrasland (met o.a. *Aceras anthropophorum*, *Botrychium lunaria*, *Gentianella ciliata* en *Ophrys apifera*) rekenden zij tot de *Briza media*-variant van het door hen onderscheiden Mesobrometum erecti koelerietosum. Met betrekking tot het schraalgrasland als geheel wordt een overzicht van de plantengemeenschappen en de verspreiding daarvan gegeven door De Vries (1972). Zij onderscheidt een viertal hoofdtypen, waarvan het heischrale grasland er een is. De bodem bestaat hier uit ontkalkte leem en niet zoals bijvoorbeeld op de Bemelerberg uit zure, pleistocene afzettingen. Als kenmerkende soorten worden vermeld: *Agrostis capillaris*, *Calluna vulgaris*, *Danthonia decumbens* en *Potentilla erecta*. Naar de huidige inzichten rekenen we deze vegetatie tot het Betonico-Brachypodietum. Een bijzonder rijke opname hiervan van de hand van Schaminée is te vinden in Kreutz (1982). Het tweede type (*Brachypodium*-type) betreft het feitelijke kalkgrasland (Gentiano-Koelerietum), dat op de helling over een grote oppervlakte voorkomt. *Brachypodium pinnatum* is de afgelopen 10 jaar enorm afgenomen; daarentegen is *Ononis repens* sinds de schapenbeweiding fors toegenomen. Onderaan de helling en langs de bosrand komt het derde hoofdtype voor, dat wel nog tot het Gentiano-Koelerietum wordt gerekend, maar tevens een aantal Arrhenatherion-soorten herbergt. Tenslotte is er nog het vierde hoofdtype met soorten als *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Elymus repens* en *Sonchus asper*, een ruigte die voorkomt waar het reservaat grenst aan de intensief gebruikte landbouwgronden op het plateau met bijzonderheden zoals *Melampyrum arvense*, *Bunium bulbocastanum* en *Conium maculatum*. Niet in de beschouwing van De Vries opgenomen is de begroeiing van de groeve onder aan de helling en het volledig door *Brachypodium pinnatum* gedomineerde reliëfrijke deel bovenop het plateau. Van dit laatste terrein beschrijft De Wever (1941) een tussen de bulten voorkomende begroeiing met onder andere *Parnassia palustris*, *Pedicularis sylvatica*, *Potentilla erecta* en *Succisa pratensis*.

In de zomer van 2003 is door Schaminée, Hilligers en Smits geprobeerd het heischrale deel van de Kunderberg op te sporen. Volgens Van Westreenen (mond. meded.) groeien *Danthonia decumbens*, *Potentilla erecta* en *Succisa pratensis* nog wel op die plek, maar hoewel de locatie door Hilligers en Schaminée goed terug kon worden gevonden, waren geen van de hierboven genoemde soorten aanwezig. Om die reden is slechts een bodemmonster op deze plek genomen.

### 3.11 België: Thier à la Tombe

In het kader van de publicatie 'Kalkgraslandvegetatie van de Sint Pietersberg ten zuiden van Maastricht' (Willems & Blanckenborg 1975) zijn naast de kalkgraslanden ook de graslanden van armere, zure bodems van de Sint Pietersberg onderzocht. Op basis van de aangetroffen vegetatie aan de weg Emael-Ternaaien (een klein perceel in de bocht van een zandpad, hier verder Thier à la Tombe genoemd) wordt in genoemde publicatie het heischrale grasland onderscheiden. De type-opname van het systeem is ook op deze locatie beschreven. In 1981 is deze plek door Schaminée bezocht en hij noteerde van deze plek *Parnassia palustris*, *Cuscuta epithimum*, *Gentiana campestris*, *Platanthera bifolia*, *Rhinanthus minor*, *Hieracium umbellatum*, *Genista tinctoria*, *Calluna vulgaris* en *Linum catharticum*. Over het beheer wordt vermeld: 'niet beheerd, af en toe branden'. Momenteel lijkt deze helling niet te worden beheerd: er stond in 2003 een hoge vegetatie met ruigte-indicatoren. Mogelijk wordt het terrein wel gebrand (mond. meded. Willems).



Figuur 4 opnamepunten in Thier à la Tombe

## 4 Vegetatietransecten

### 4.1 Transecten per terrein

#### 4.1.1 Transect Berghofweide

Aangezien de Berghofweide, zoals eerder genoemd een mozaïekvormig patroon kent zonder duidelijke grenzen, was het lastig om in dit terrein een gradiënt op te zoeken en hierop een transect uit te zetten. De uiteindelijke locatie is gelegen halverwege de helling, midden in het terrein (Figuur 5). Hierbij is geprobeerd om zowel delen van het heischrale grasland als kalkgrasland in het transect op te nemen. Wanneer we de gemaakte opnamen in een synoptische tabel per raai (vier opnamen samen op dezelfde hoogte) uitzetten, zijn zowel soorten te onderscheiden die langs het transect toenemen als soorten die afnemen. In Bijlage 1 is deze synoptische tabel weergegeven, waarbij soorten kenmerkend voor zowel heischraal grasland als kalkgrasland zijn aangegeven in resp. rood en blauw. Er is te zien dat globaal heischrale soorten afnemen en kalkgraslandsoorten toenemen. Als voorbeeld hiervan is van twee soorten de verspreiding ervan in het transect weergegeven (Figuur 6). In de getoonde figuur wordt links een voorbeeld van een heischrale soort gegeven (die van boven naar onder over het transect afneemt) en rechts een kalkgraslandsoort (die van boven naar onder over het transect toeneemt).



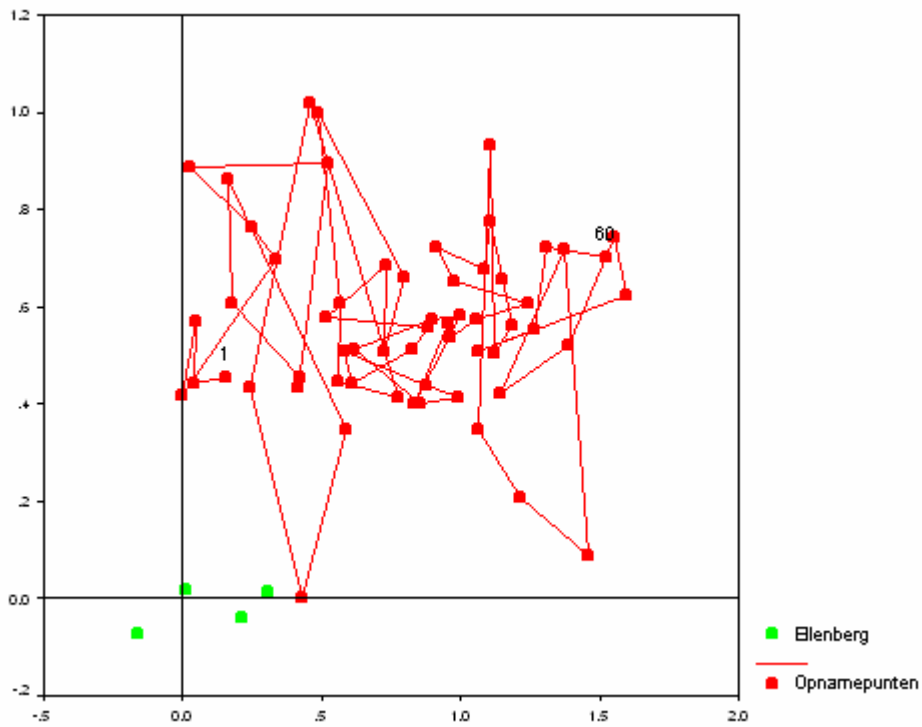
Figuur 5 Locatie van transect (gele balk) en opnamen (rode stippen) in de Berghofweide en Dijkerswei

	Galium verum				Briza media			
Raai 1	+	2a	2b	2a	.	.	.	.
Raai 2	2a	1b	1a	1a	.	.	.	.
Raai 3	1b	1a	1a	1a	.	.	.	.
Raai 4	+	.	+	+	+	1a	.	+
Raai 5	+	+	1a	1a	+	.	+	.
Raai 6	.	+	1b	2a	+	+	+	.
Raai 7	.	1a	2a	2a	+	+	1a	1b
Raai 8	.	1a	1a	1b	1a	+	+	+
Raai 9	.	.	.	+	+	+	+	+
Raai 10	.	.	.	.	+	1a	1a	1b
Raai 11	.	.	.	.	1b	.	1b	1a
Raai 12	.	.	.	.	+	1a	1a	+
Raai 13	.	.	.	.	1b	1b	1b	1b
Raai 14	.	.	.	.	1a	1a	+	1a
Raai 15	+	+	+	.	1a	1a	1a	1a

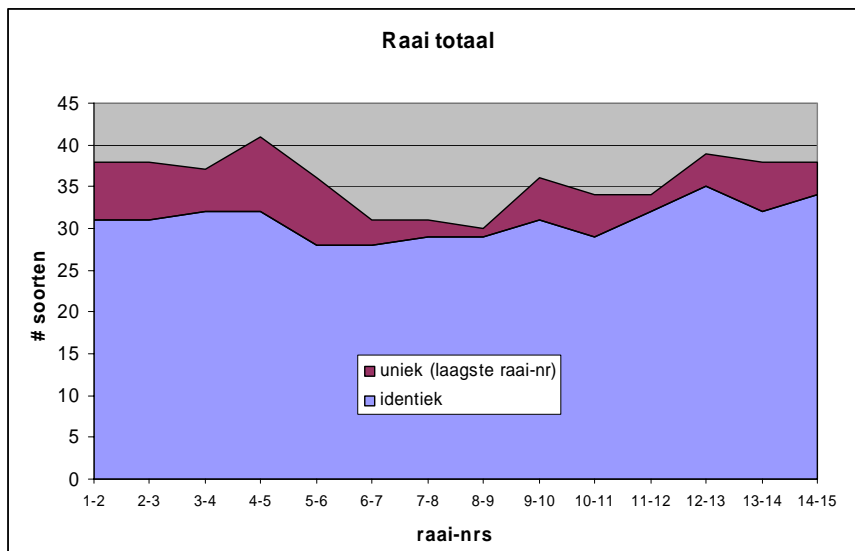
Figuur 6 De verspreiding van twee soorten in het Berghofweide-transect: *Galium verum* en *Briza media*

Hoewel de opnamen in de ordinatie ruimtelijk van links naar rechts verlopen, zijn ook hier geen duidelijke groepen (clusters) te ontdekken. Via een indirecte gradiëntanalyse is vervolgens correlatie met de Ellenbergindicatiewaarden bekeken. Wanneer de relevante indicatiewaarden (licht, temperatuur, pH, maaigetal: t-value >2,4, VIF <1,5) nader worden beschouwd, zien we geen 'outliers' in termen van soortgegevens (binnen de indicatiewaarden vallen ook in de ordinatie van soorten geen uitersten op door middel van hun positie). Op grond hiervan zijn geen soorten uitgesloten en is geen herziene ordinatie uitgevoerd. De variatie op de eerste (x-) as is het best gecorreleerd met de pH, de variatie op de tweede as met het maaigetal (Figuur 7).

Zowel per raai als per verticale bemonsteringsmeter zien we dat het aantal soorten in het midden van het transect het meest gelijk is (minste unieke soorten en ook gemiddeld minder soorten), waarbij naar beide uiteinden toe met name het aantal unieke soorten toeneemt (Figuur 8). Ook per verticale bemonsteringsmeter is te zien dat het aantal unieke soorten aan beide uiteinden van het transect toeneemt (zie hiervoor ook de standaarddeviatie die aan beide uiteinden boven de twee uitkomt). Opvallend is dat het totaal aantal soorten in het Berghofweide transect relatief constant is (gemiddeld 36 soorten, standaardafwijking is 3).



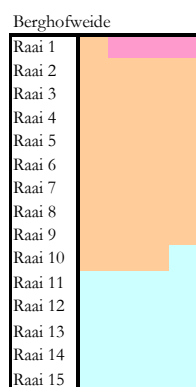
Figuur 7 Ordinatie diagram van het Berghofweide-transect, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en opeenvolgende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamennummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet



Figuur 8 Aantal identieke en unieke soorten in het Berghofweide transect, waarbij de soorten per raai steeds zijn vergeleken met de raai ernaast

### ***Conclusie transect Berghofweide***

- De zonering van heischraal grasland naar kalkgrasland is in het transect terug te vinden met een brede overgangszone;
- Binnen het transect zijn geen duidelijke grenzen tussen de verschillende begroeiingstypen van de helling aan te geven;
- De variatie is het best gecorreleerd aan de pH en het maaigetal (Ellenberg);
- De soortensamenstelling van de raaien is in het midden van het transect het meest constant, het totaal aantal soorten over de raaien is relatief constant;
- Binnen het transect is de volgende gradiënt geanalyseerd (roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland, blauw = kalkgrasland), zie Figuur 9.



*Figuur 9 Onderscheiden gradiënt op de Berghofweide*

### **4.1.2 Transect Winkelberg**

Het transect op de Winkelberg is gelegen ten oosten van de groeve Winkelberg (Figuur 10) en loopt van Thero-Airion, via Nardo-Galion naar Mesobromion. Er is voor deze plek gekozen vanwege de (op het oog) duidelijke overgangen en relatief korte zonering, zodat zowel Thero-Airion als Mesobromion kon worden meegenomen. Dit is ook terug te zien in de geordende vegetatietabel en in de synoptische tabel, waarbij per raai (vier opnamen samen op dezelfde hoogte) de gemaakte opnamen zijn samengenomen. In Bijlage 2 is deze synoptische tabel weergegeven, waarbij soorten kenmerkend voor zowel heischraal grasland als kalkgrasland zijn aangegeven in respectievelijk rood en blauw. Er is te zien dat heischrale soorten afnemen en kalkgraslandsoorten toenemen. Als voorbeeld hiervan is van twee soorten de verspreiding ervan in het transect weergegeven (Figuur 11). In de getoonde figuur wordt links een voorbeeld van een kalkgraslandsoort gegeven (die van boven naar onder over het transect toeneemt) en rechts een heischrale soort (die van boven naar onder over het transect afneemt).





Figuur 10 Locatie van het transect (gele balk) en de opnamen (rode stippen) op de Strooberg (links) en de Winkelberg (rechts)

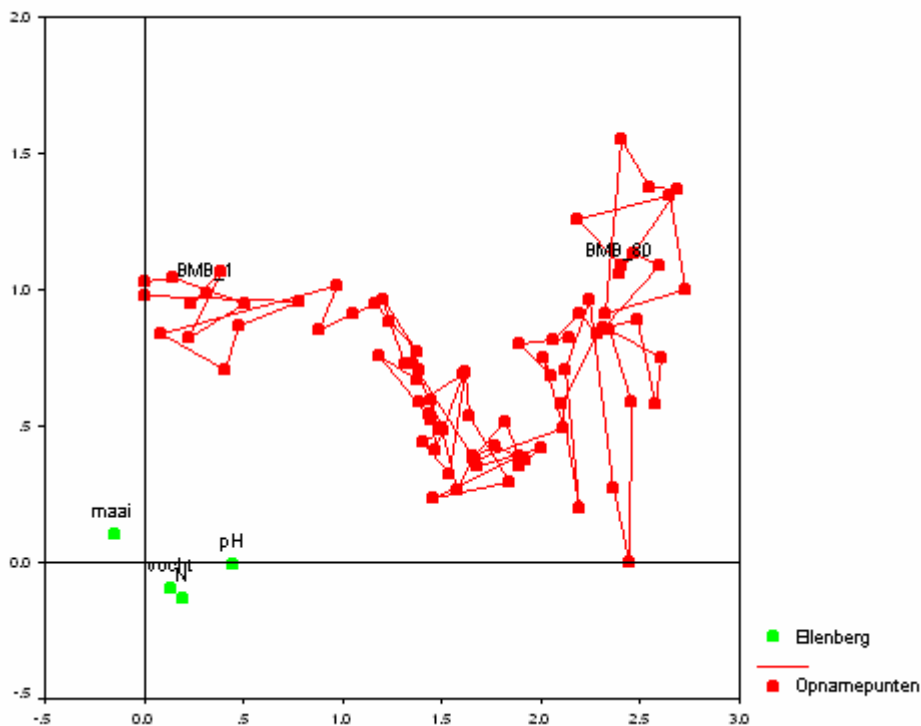
	Leontodon hispidus				Luzula campestris			
Raai 1	.	.	.	.	.	.	+	+
Raai 2	.	.	.	.	+	1a	+	+
Raai 3	.	.	.	.	2a		3	2b 1a
Raai 4	.	.	.	.	.	+	+	+
Raai 5	+	.	.	.	.	.	.	+
Raai 6	+	.	.	.	+	.	+	1a
Raai 7	.	+	+	.	+	1a	1a	+
Raai 8	.	.	.	.	.	+	+	1b
Raai 9	.	.	.	.	.	+	+	.
Raai 10	+	+	+	.	+	.	.	+
Raai 11	.	+	+	+	.	.	+	.
Raai 12	.	.	+	.	+	+	+	+
Raai 13	.	1b	2a	1b	1b	+	+	.
Raai 14	1b	1a	1a	1b	.	.	+	.
Raai 15	2a	1a	1b	1b	.	+	.	.
Raai 16	1a	1a	1b	1a	.	.	.	.
Raai 17	1b	2a	2a	2a	.	.	.	.
Raai 18	1a	2b	1a	1a	.	.	.	.
Raai 19	+	2b	1b	1a	+	.	.	+
Raai 20	1a	1b	2a	+	.	.	.	.

Figuur 11 De verspreiding van twee soorten in het Winkelberg-transect: *Leontodon hispidus* en *Luzula campestris*

De afzonderlijke opnamen en soorten zijn in een ordinatiediagram uitgezet om de trend in het transect te kunnen achterhalen. Er is een duidelijke trend te onderscheiden bij de opnamepunten van links, via beneden naar boven. Via een

indirecte gradiëntanalyse is vervolgens correlatie met de Ellenbergindicatiewaarden bekeken. Wanneer de relevante indicatiewaarden (vocht, licht, pH, stikstof en maaigetal) per soort worden bekeken, blijken door Thero-Airion-soorten als *Aira praecox* en *Aira caryophylla* de parameters licht en vocht ‘opgerekt’ te worden. Aangezien met name deze soorten bijdragen aan de indicatieve waarde van deze parameters, zijn deze parameters buiten beschouwing gelaten in de analyses. Wat de overige soorten betreft, lijken er geen ‘outliers’ in termen van soortgegevens voor te komen; binnen de indicatiewaarden vallen ook in de ordinatie van soorten geen uitersten door middel van hun positie op. Op grond hiervan zijn geen soorten uitgesloten en is geen herziene ordinatie uitgevoerd.

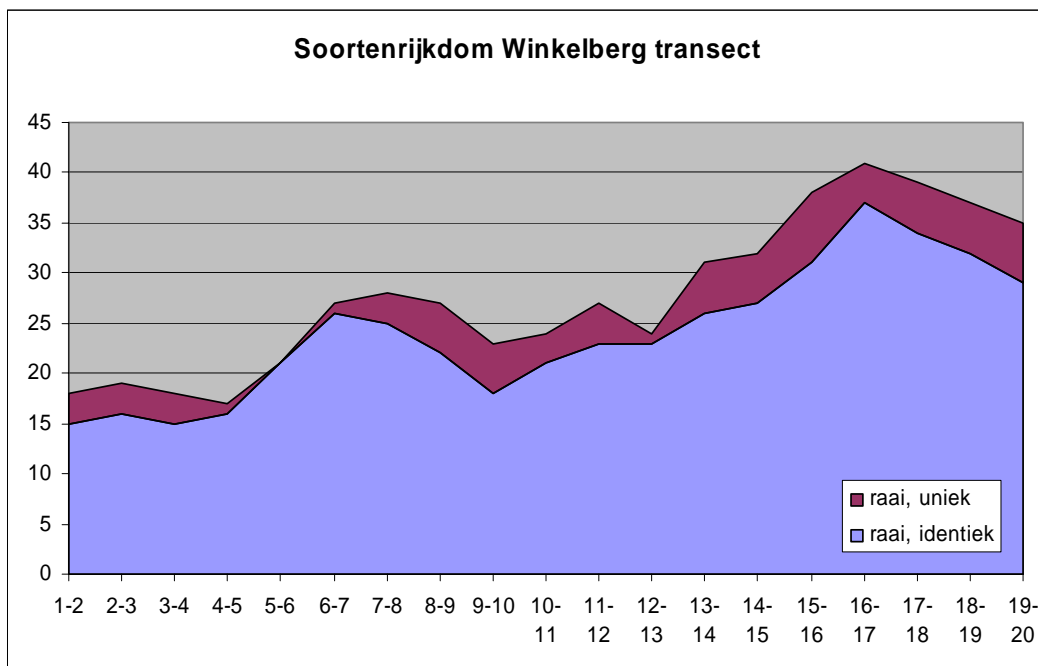
De beste correlatie tussen de variatie van de opnamepunten en Ellenberg indicatiewaarden wordt gegeven door vocht, pH, stikstof en maaigetal (zie Figuur 12; t-waarde > 3.2, VIF < 1,6). De variatie op de x-as is het best gecorreleerd met pH, op de y-as met stikstof.



Figuur 12. Ordinatie diagram van het Bemelerberg-transect, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en opeenvolgende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamennummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet

De totale soortenrijkdom over de gradiënt (Figuur 13) neemt toe van gemiddeld 18 (standaarddeviatie = 1) in de eerste 4 meters van het transect, via gemiddeld 25 in de meters 5-12 (standaarddeviatie 2) tot gemiddeld 36 in de meters 13-20 (standaarddeviatie 4). Het optimum van 41 soorten werd bereikt in raai 16. Deze trend wordt voornamelijk weerspiegeld in het aantal identieke soorten dat de raaien

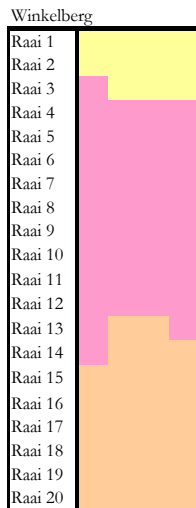
overlappen. Het aantal unieke soorten blijft over het hele transect laag (gemiddeld 4, standaarddeviatie 2).



*Figuur 13 Aantal identieke en unieke soorten, waarbij de soorten per raai steeds zijn vergeleken met de raai ernaast*

### ***Conclusie transect Winkelberg***

- De zonering van droog en zuur grasland (Thero-Airion), via heischraal grasland naar een overgang van heischraal naar kalkgrasland is in het transect terug te vinden. Het echte kalkgrasland ontbreekt in het transect. Dit komt pas lager op de helling voor;
- Binnen het transect zijn relatief duidelijke floristische grenzen tussen de verschillende begroeiingstypen van de helling aan te geven;
- De variatie is het best gecorreleerd aan de pH en het stikstofgetal (Ellenberg indicatiewaarden);
- De soortensamenstelling neemt toe in drie stappen, van droog en zuur grasland boven (gem. 18 soorten), via heischraal grasland (gem. 25 soorten) naar 36 soorten per raai in de overgang onderaan;
- Binnen het transect is de volgende gradiënt geanalyseerd (geel = Thero-Airion, roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland), zie Figuur 14.



*Figuur 14 Onderscheiden gradiënt op de Winkelberg*

### 4.1.3 Transect Hoefijzer

Het transect op het Hoefijzer is gelegen aan de oostkant van het terrein, net boven de meest oostelijke groeve (Figuur 15). Dichtbij het transect (aan de bovenzijde) staat een grote Zomereik. Zowel heischraal grasland als kalkgrasland zijn duidelijk vertegenwoordigd: heischraal grasland in de eerste zes meters bovenaan tot goed ontwikkeld kalkgrasland onderaan het transect. Dit is zowel in het veld, als ook in de synoptische tabel zichtbaar (zie Bijlage 3). In Figuur 16 is de verspreiding van twee soorten in het gradiënt weergegeven. In de getoonde figuur wordt links een voorbeeld van een heischrale soort gegeven (die van boven naar onder over het transect afneemt) en rechts een kalkgraslandsoort (die van boven naar onder over het transect toeneemt).

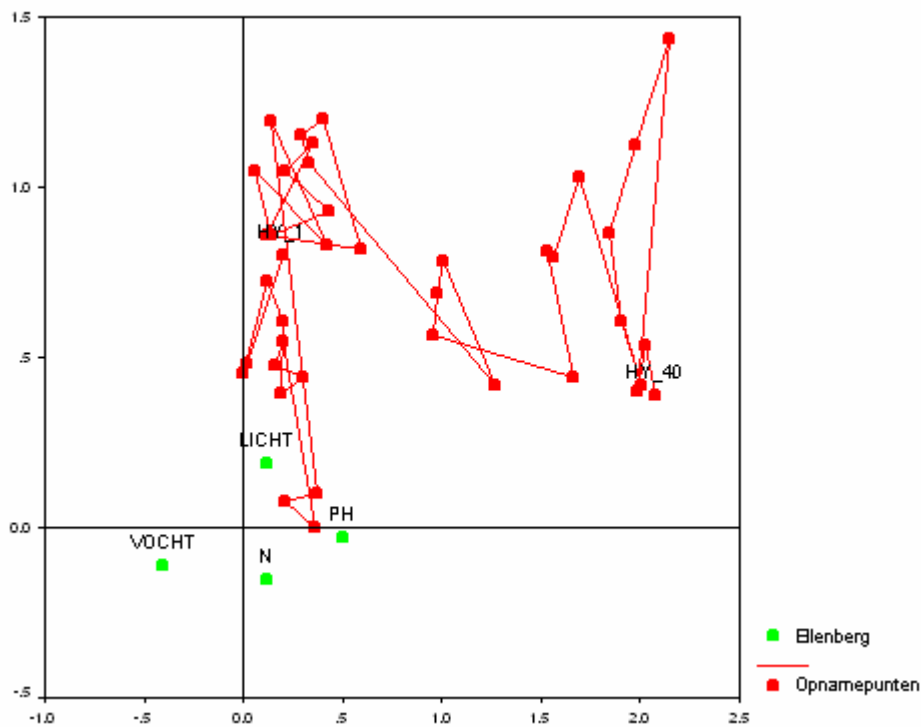


Figuur 15 Locatie van het transect (gele balk) en de opnamen (rode stippen) in het Hoefijzer

	Potentilla erecta	R. bulbosus
Raai 1	+ . . +	. . . .
Raai 2	. . + 1a	. . . .
Raai 3	+ . + .	. . . .
Raai 4	. . . .	. . . .
Raai 5	. . . .	. . . .
Raai 6	+ . . .	. . . .
Raai 7	1a . . .	. + . .
Raai 8	. . . .	. + + +
Raai 9	. . . .	. + . .
Raai 10	. . . .	. . . .

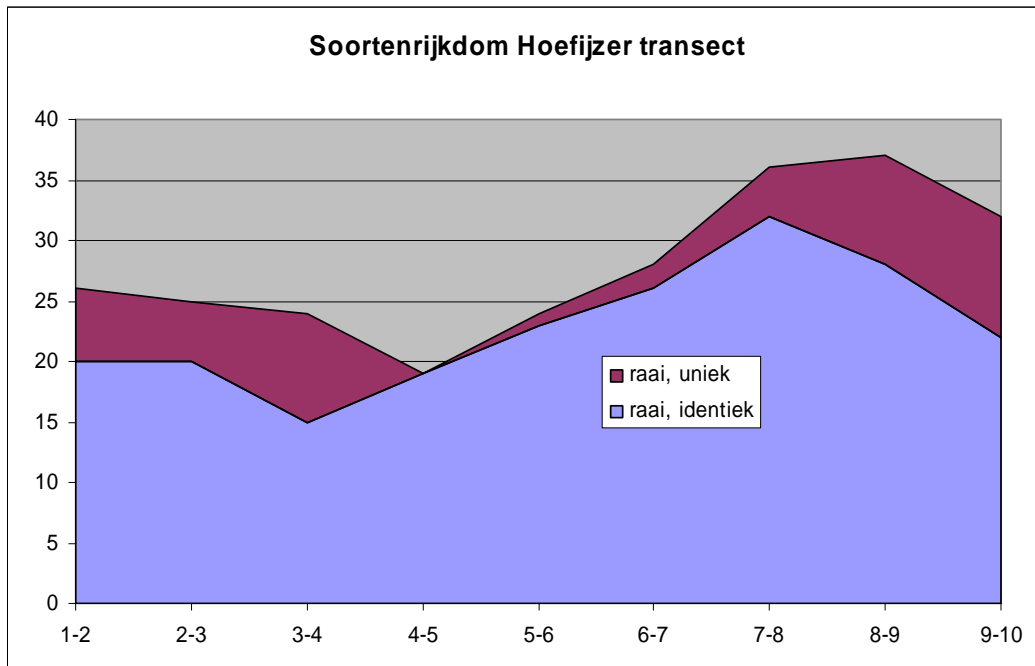
Figuur 16. De verspreiding van twee soorten in het Hoefijzer-transect: *Potentilla erecta* en *Ranunculus bulbosus*

Het ordinatiediagram van dit transect laat duidelijk twee groepen zien (Figuur 17). De punten van de eerste 6 meters (t/m opname 24) zijn duidelijk afgescheiden van de overige punten, die verder naar rechts verlopen. Een indirecte gradiëntanalyse met Ellenbergindicatiewaarden laat zien dat de relevante parameters in deze gradiënt het best kunnen worden verklaard door licht, vocht en stikstof ( $VIF < 5$ ,  $t\text{-value} > 2.2$ ). De variatie op de x-as wordt het best verklaard door de pH, op de y-as door licht.



*Figuur 17 Ordinatie diagram van het Hoefijzer--transect, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en opeenvolgende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamennummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet*

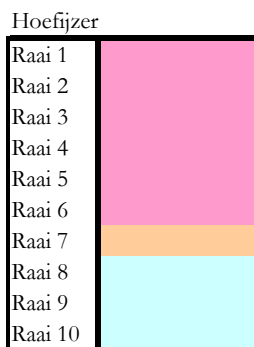
De gradiënt van heischraal grasland naar kalkgrasland is ook terug te vinden als gekeken wordt naar het aantal soorten (Figuur 18). Terwijl in de eerste 6 meters van het transect het gemiddeld aantal soorten 24 is (standaarddeviatie = 3), is dit in de drie laatste meters toegenomen tot gemiddeld 35 soorten (standaarddeviatie = 3).



Figuur 18 identieke en unieke soorten, waarbij de soorten per raai steeds zijn vergeleken met de raai ernaast

### Conclusie transect Hoefijzer

- De volledige zonering van heischraal grasland naar kalkgrasland is in het transect aanwezig met een smalle overgangszone ertussen;
- Binnen het transect zijn relatief duidelijke grenzen tussen de verschillende begroeiingstypen van de helling aan te geven;
- De variatie is het best gecorreleerd met de pH en het lichtgetal (Ellenberg);
- Het aantal soorten neemt toe in twee stappen, van heischraal grasland met gem. 24 soorten naar 35 soorten per raai in het kalkgrasland;
- Binnen het transect is de volgende gradiënt geanalyseerd (roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland, blauw = kalkgrasland), zie Figuur 19.

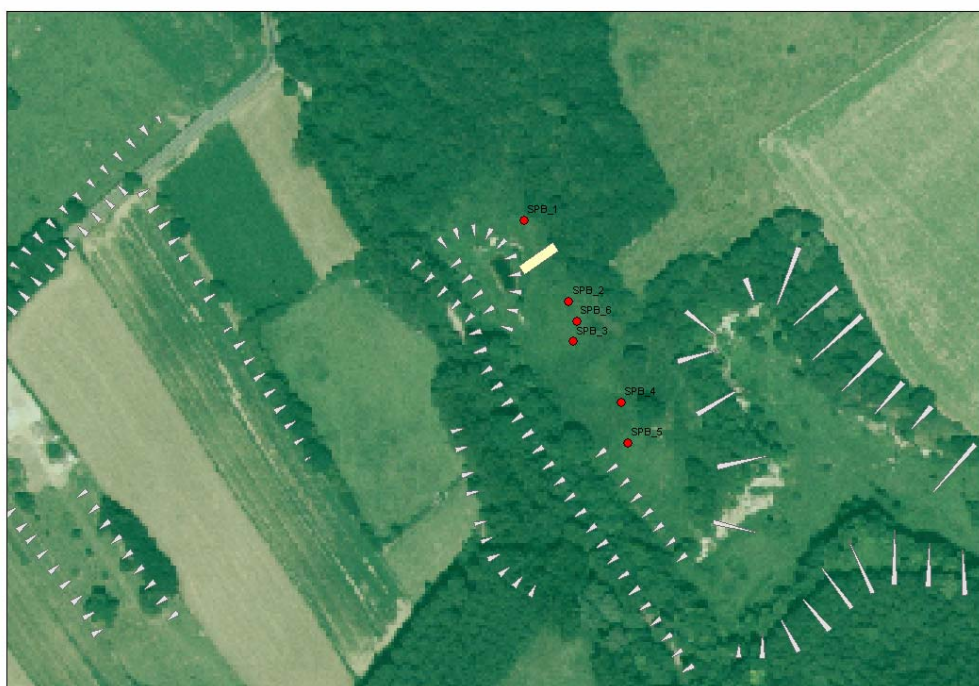


Figuur 19 Onderscheiden gradiënt op het Hoefijzer



#### 4.1.4 Transect Koeberg

Het transect op de Koeberg (Schiepersbergcomplex) is gesitueerd boven de groeve (Figuur 20). Ondanks de beschaduwing door het bos bovenaan de helling is voor deze plek gekozen vanwege de aanwezige korte gradiënt van heischraal grasland (met Thero-Airion-elementen) tot kalkgrasland. In de synoptische tabel is deze gradiënt duidelijk terug te vinden. Bovenaan treden heischrale soorten op, onderaan komt goed ontwikkeld kalkgrasland voor (Bijlage 4). In Figuur 21 is de verspreiding van twee karakteristieke soorten in het transect uitgezet. In de getoonde figuur wordt links een voorbeeld van een kalkgrasland gegeven (die van boven naar onder over het transect toeneemt) en rechts een heischrale soort (die van boven naar onder over het transect afneemt).



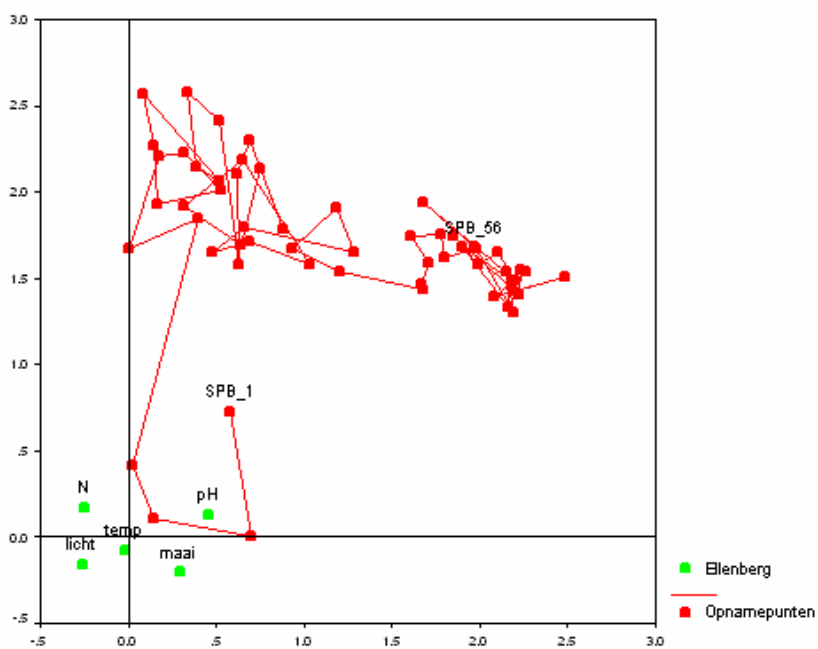
*Figuur 20 Locatie van het transect (gele balk) en de opnamen (rode stippen) op de Koeberg (Schiepersberg)*



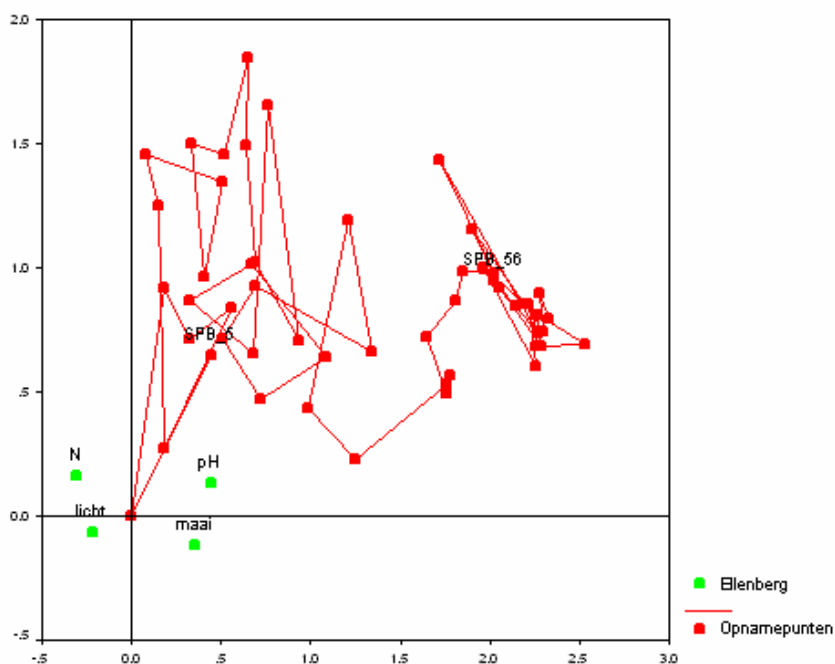
	Linum catharticum	D. decumbens
Raai 1	. . . .	1a . . 1a
Raai 2	. . . .	1a . . 1b
Raai 3	. . . .	2a 1b . 1a
Raai 4	+ . . +	1a 1a . .
Raai 5	. . . .	. . 1a 1b
Raai 6	+ . . .	. 1b + +
Raai 7	+ . . .	1a 1b 1b 1a
Raai 8	+ . + +	2a + 1b 1b
Raai 9	+ . . +	1a + 1a 1a
Raai 10	1a + + 1a	. + . .
Raai 11	+ + + +	1a . . .
Raai 12	+ + + +	. . . .
Raai 13	+ + + +	. . . .
Raai 14	+ 1a + +	. . . .

Figuur 21 De verspreiding van twee soorten in het Koeberg-transect: *Linum catharticum* en *Danthonia decumbens*

Het ordinatiediagram (DCA) laat zien dat de soortencombinatie in de eerste meter van het transect (opname 1 t/m 4) erg afwijkt van de rest (Figuur 22). Verder zijn er twee min of meer relatief homogene groepen aanwezig: opnamen gemaakt in de tweede t/m de achtste meter (opname 5 t/m 32) en opnamen gemaakt in de negende t/m de veertiende meter (opname 33 t/m 56). In een indirecte gradiëntanalyse wordt de variatie op de eerste as het best gecorreleerd met pH, op de tweede as met stikstof: met name bovenaan het transect komt een aantal soorten voor met een hoge Ellenberg indicatiewaarde voor stikstof. Deze soorten zijn ook geclusterd in de soortsoordiatie en komen met name voor in de eerste raai (bovenaan het transect). Een nieuwe ordinatie zonder de eerste raai levert nauwelijks een ander beeld op (Figuur 20). De variatie vanuit de Ellenbergindicatiewaarden wordt nu verklaard door licht, pH, stikstof en maaigetal ( $t\text{-value} > 3,0$ ,  $VIF < 1,8$ ), met op de eerste as wederom pH en op de tweede as stikstof als best gecorreleerde variabelen.

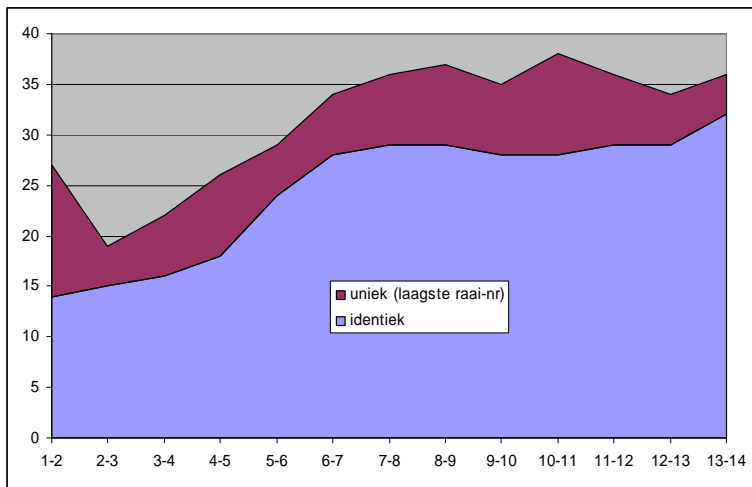


Figuur 22 Ordinatiediagram van het Koeberg-transect, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en oplopende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamennummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet ( $n = 56$ )



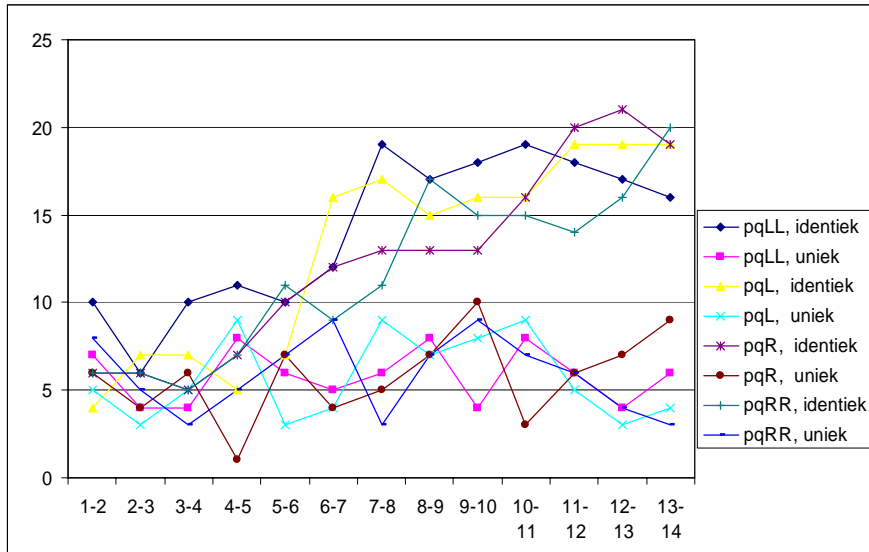
Figuur 23 Ordinatiediagram van het Koeberg-transect (zonder de eerste raai), waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en oplopende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamennummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet ( $n = 52$ )

Bij het vergelijken van de unieke en identieke soorten tussen twee opeenvolgende transectmeters (raaien), blijkt de eerste transectmeter erg af te wijken van de tweede (zie Figuur 24). Het totaal aantal soorten is hier 27, waarvan bijna de helft unieke soorten. In de tweede t/m zesde meter loopt het aantal soorten op van 19 tot 34, met een gemiddelde van 26 (standaarddeviatie = 6). Deze toename is geheel te wijten aan een toename van het aantal identieke soorten. Vanaf raai 7 blijft het aantal identieke soorten min of meer constant, terwijl uit de gevonden soortencombinaties blijkt dat pas vanaf raai 10 over goed ontwikkeld kalkgrasland kan worden gesproken. In de kalkgraslandvegetatie, onderaan het transect (raai 11 t/m 14) is het gemiddeld aantal soorten 35 (standaarddeviatie = 1).



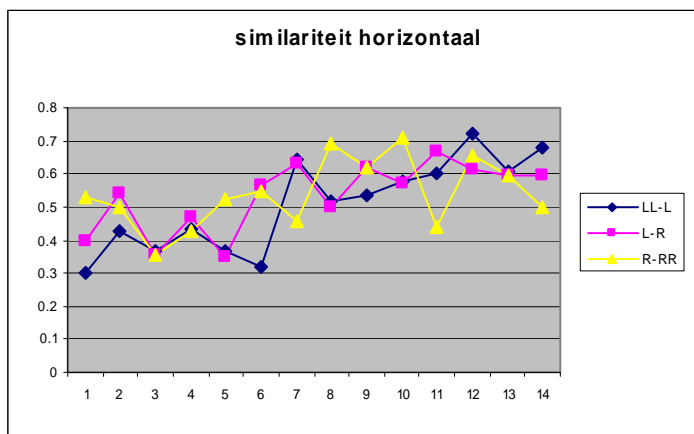
*Figuur 24 Identieke en unieke soorten, waarbij de raai steeds is vergeleken met de raai ernaast*

Om ook inzicht te krijgen in het aantal soorten per verticale transectmeter zijn de soorten per m<sup>2</sup> ook vertikaal over de gradiënt met elkaar vergeleken. Hierbij is te zien dat het aantal identieke soorten overal over het transect toeneemt, terwijl het aantal uniek soorten blijft schommelen tussen de 1 en de 10 (zie Figuur 25).

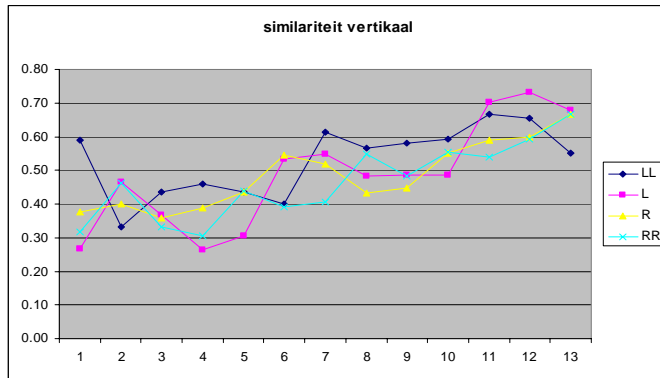


*Figuur 25 Identieke en unieke soorten, waarbij steeds per raai de 4 m<sup>2</sup> met elkaar zijn vergeleken. LL= de meest linkse verticale transectmeter, L = de tweede van links, R = de derde van links, RR = de meest rechtse verticale transectmeter*

De similariteit binnen het transect is uitgedrukt door middel van Jaccard en is weergegeven voor elke transectmeter (vertikaal) en tussen de verticale transectmeters onderling (horizontaal). Duidelijk is dat de similariteit van boven naar beneden toeneemt, zowel binnen een verticale transectmeter alsook tussen de verticale transectmeters (Figuren 23 en 24).



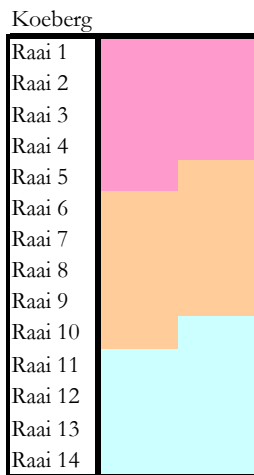
*Figuur 26 Horizontale similariteit berekend over de plots van het Koeberg transect. LL-L = de similariteit van de meest linkse verticale transectmeter met de tweede van links, L-R = de similariteit van de tweede met de derde verticale transectmeter, R-RR – de similariteit van de derde met de meest rechtse verticale transectmeter*



Figuur 27 verticale similariteit. LL= de meest linkse verticale transectmeter, L = de tweede van links, R = de derde van links, RR = de meest rechtse verticale transectmeter

### Conclusie transect Koeberg

- De volledige zonering van heischraal grasland naar kalkgrasland is in het transect aanwezig met een brede overgangszone;
- Binnen het transect zijn de grenzen tussen de verschillende begroeiingstypen vaag: zij kunnen op verschillende manieren worden geplaatst;
- De variatie is het best gecorreleerd met de pH en het stikstofgetal (Ellenberg);
- Het aantal soorten neemt min of meer geleidelijk toe naar gemiddeld 35 soorten per raai in het kalkgrasland;
- Binnen het transect is de volgende gradiënt geanalyseerd (roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland, blauw = kalkgrasland), zie Figuur 28.



Figuur 28 Onderscheiden gradiënt op de Koeberg

### 4.1.5 Transect Kannerhei

Het transect op de Kannerhei is gelegen in de zuidwesthoek van het terrein, waarbij de onderste meters in het kalkgrasland liggen (zie Figuur 29). Het transect onderscheidt zich van de overige transecten doordat de vegetatie in het heischrale

deel veel meer biomassa had. De waargenomen gradiënt is die van heischraal grasland naar kalkgrasland. Ook in de synoptische tabel is deze gradiënt duidelijk terug te zien (zie Bijlage 5). Het betreft een geleidelijke overgang, waarbij elke meter iets in de gradiënt opschuift. In Figuur 30 is de verspreiding van een tweetal kenmerkende soorten getoond. In de getoonde figuur wordt links een voorbeeld van een heischrale soort gegeven (die van boven naar onder over het transect afneemt) en rechts een kalkgraslandsoort (die van boven naar onder over het transect toeneemt).



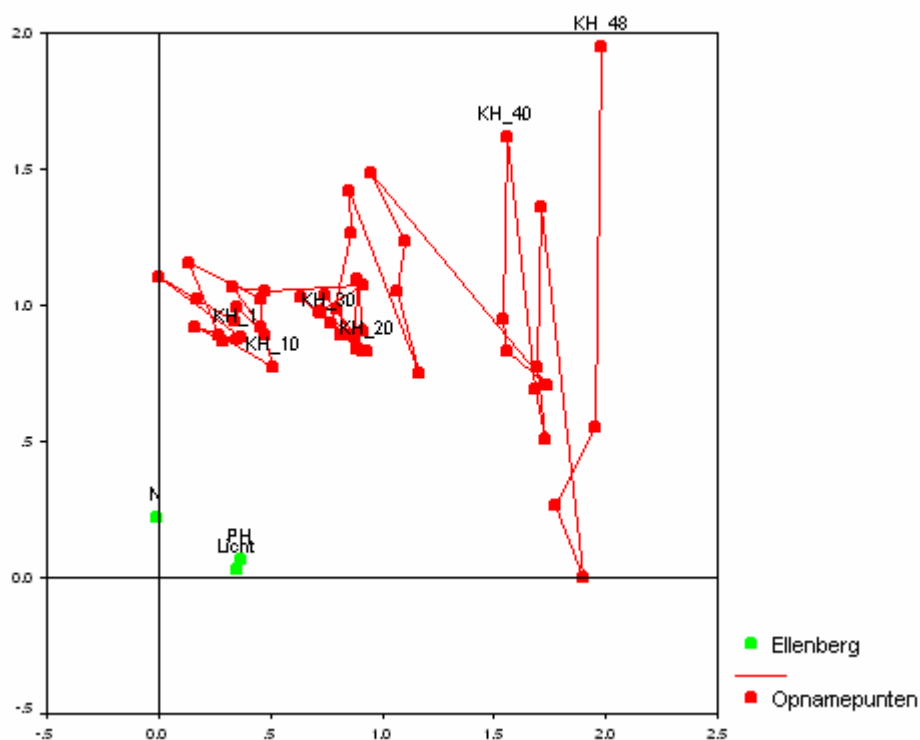
Figuur 29 Locatie van het transect (gele balk) en opnamen (rode stippen) in de Kannerhei

	Potentilla erecta	Carex flacca
Raai 1	+ . + .	. . . .
Raai 2	+ 2b 1a 1a	. . . .
Raai 3	1a 1a + 1a	. . . +
Raai 4	1b 1b 1b 1b	. . 1b 2a
Raai 5	. 2a 2a +	. 2a 2b 2b
Raai 6	. 1a 1a +	. 1a 2a 2a
Raai 7	. . . .	. + + .
Raai 8	. . + .	2a 2b 2b 2b
Raai 9	. . . .	2a 2b 2a 2b
Raai 10	. . . .	2a 2a 2b 2b
Raai 11	. . . .	1b 2a 2a 1a
Raai 12	. . . .	1a 1a 1a +

Figuur 30 De verspreiding van twee soorten in het Kannerhei-transect: *Potentilla erecta* en *Carex flacca*

Deze geleidelijke verschuiving is ook terug te zien in het ordinatiediagram (Figuur 31), waar zeker in de eerste negen meters van het transect (t/m opname 36) een zeer

geleidelijke verschuiving in de soortensamenstelling optreedt. Deze groep van 36 opnamen is verder op te splitsen in twee groepen: opname 1 t/m 16 en 17 t/m 36 vormen gescheiden puntenwolken. In de laatste drie meters is de variatie groter, waarbij nog wel een geleidelijke verschuiving naar rechts in het plaatje optreedt. Wanneer de Ellenbergindicatiewaarden worden gecorreleerd, blijkt de variatie gecorreleerd te zijn met de parameters licht, pH en stikstof ( $t$ -value > 4,8, VIF < 1,6). De grote variatie tussen de opnamen onderaan het transect kan onder andere komen door de aanwezigheid van zowel soorten met een lage, als met een hoge stikstofindicatie (kalkgraslandsoorten en Arrhenatherion-soorten). De variatie op de eerste as is het best gecorreleerd met pH en op de tweede as met stikstof.

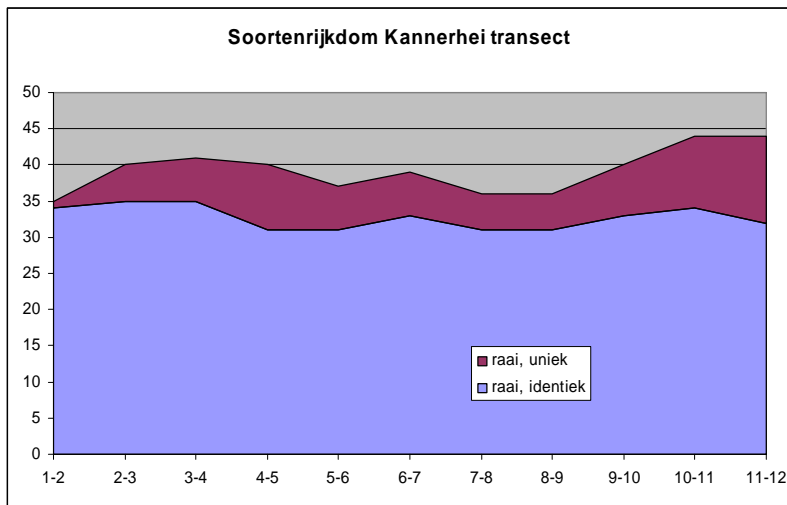


*Figuur 31 Ordinatie diagram van het Kannerbei-transect, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet en opeenvolgende opnamepunten met elkaar zijn verbonden. Het laagste opnamenummer (linksboven in de gradiënt) is aan de linkerkant geplaatst, het hoogste nummer (rechtsonder in de gradiënt) aan de rechterkant. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet*

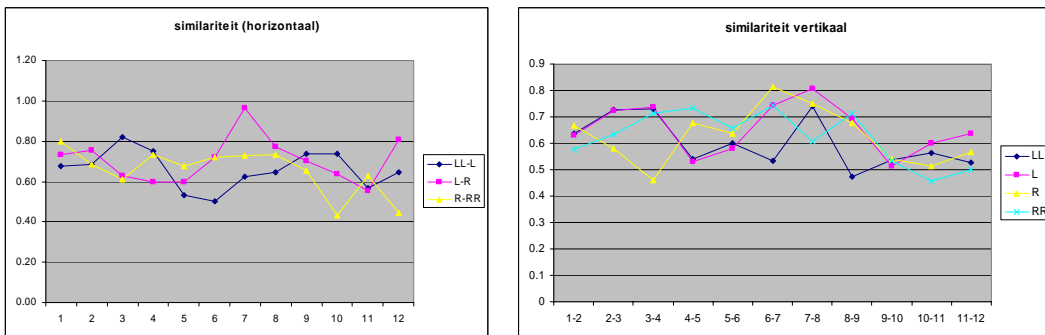
Bij analyses van identieke en unieke soorten is geen sprake van duidelijke veranderingen (Figuur 32). Het totaal aantal soorten in het transect is over de eerste negen meters gemiddeld 38 (standaarddeviatie = 2), in de laatste drie meters gemiddeld 43 (standaarddeviatie = 2). Terwijl het aantal identieke soorten in het transect iets afneemt, zijn het met name de unieke soorten die toenemen.

De similariteit (berekend met Jaccard) is berekend voor zowel de horizontale variatie (tussen de PQ's van een raai) als de verticale variatie (tussen de PQ's van een verticale transectmeter). De horizontale similariteit blijft ongeveer hetzelfde over het hele transect, terwijl vertikaal wel een trend is te onderscheiden. De similariteit is het

hoogste in raai 6 en 7 terwijl deze in raai 9, 10 en 11 juist erg laag is (Figuur 33 en 31).



Figuur 32 Identieke en unieke soorten in het Kannerhei transect, waarbij de raai steeds is vergeleken met de raai ernaast

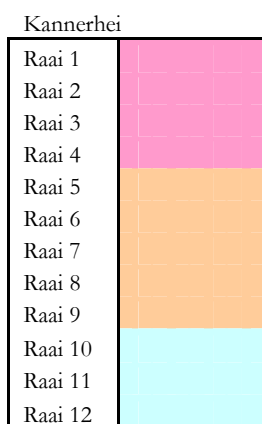


Figuur 33 en Figuur 34 Horizontale en verticale similariteit in het Kannerhei transect (zie ook Figuur 26 en Figuur 27)

### Conclusie transect Kannerhei

- De volledige zonering van heischraal grasland naar kalkgrasland is in het transect aanwezig met een brede overgangszone;
- Binnen het transect zijn de grenzen tussen de verschillende begroeiingstypen van de helling relatief duidelijk aan te geven;
- De variatie is het best gecorreleerd met de pH en het stikstofgetal (Ellenberg);
- Het totaal aantal soorten neemt toe richting kalkgrasland, dit betreft met name het aandeel unieke soorten per raai;
- Binnen het transect is de volgende gradiënt geanalyseerd (roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland, blauw = kalkgrasland), zie Figuur 35.





*Figuur 35 Onderscheiden gradiënt op de Kannerhei*

## 4.2 Ordinatie transecten samen

Om de overeenkomsten en verschillen tussen de onderzochte transecten te onderzoeken zijn alle transectgegevens ook gezamenlijk geanalyseerd (Paragraaf 4.1). Daarnaast is in Paragraaf 4.3 de positie van een aantal kenmerkende soorten beschreven aan de hand van de transectgegevens. Uit de indirecte gradiëntanalyse met Ellenbergindicatiewaarden volgt dat de pH, stikstof en vocht ( $t\text{-value} > 6$ ,  $VIF < 1,7$ ) de beste correlatie geven met de gevonden variatie (Tabel 2). De variatie op de eerste as is het best gecorreleerd met de pH, terwijl deze factor ook op de tweede as de beste verklaring biedt. Dit komt hoogstwaarschijnlijk doordat het Koeberg-transect (Schiepersbergcomplex) op basis van de soortensamenstelling apart wordt geplaatst van de overige terreinen, terwijl de pH waarden niet (erg) verschillen. Op de tweede as volgt stikstof als volgende belangrijke verklarende factor, terwijl op de derde as vocht het best verklarend is. In Tabel 3 is de onderlinge correlatie tussen de relevante Ellenberg-indicatiewaarden aangegeven.

*Tabel 2 Correlatie factoren en assen*

	As 1	As 2	As 3
Ellenberg_vocht	-0.3178	0.1411	<b>0.4515</b>
Ellenberg_pH	<b>-0.7459</b>	<b>-0.577</b>	-0.107
Ellenberg_stikstof	-0.1286	<b>-0.42</b>	0.2821
Ellenberg_maaigetal	-0.3472	0.3058	0.0287

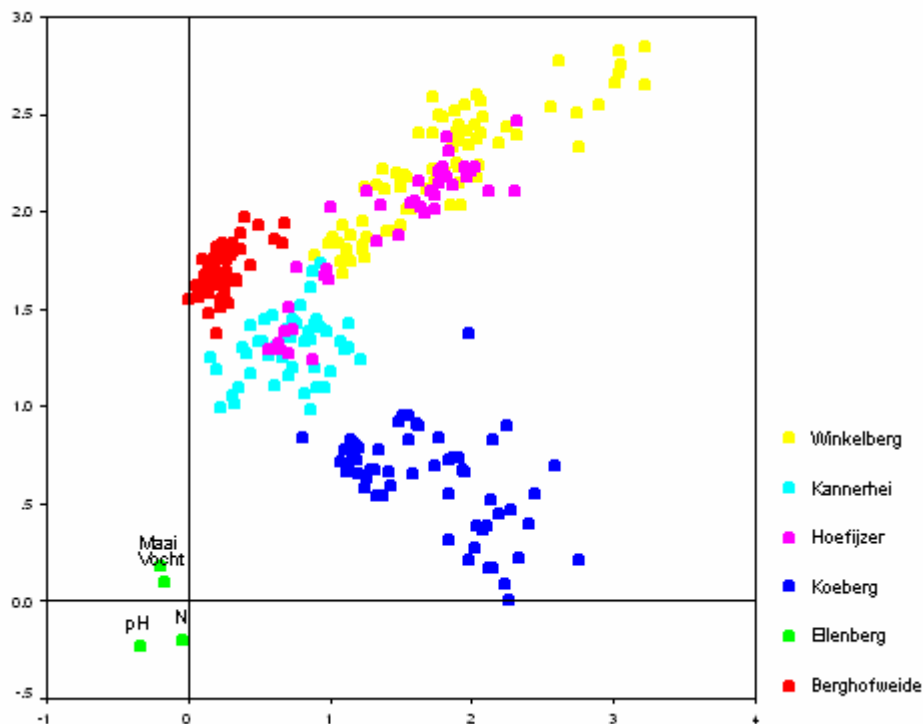
In Figuur 36 en Figuur 37 is het ordinatiediagram (DCA-techniek (standaard), met een indirecte gradiëntanalyse) van alle transectopnamen van de vijf transecten

weergegeven, waarbij in de eerste figuur as 1 tegen 2, en in de tweede figuur as 1 tegen 3 is uitgezet.

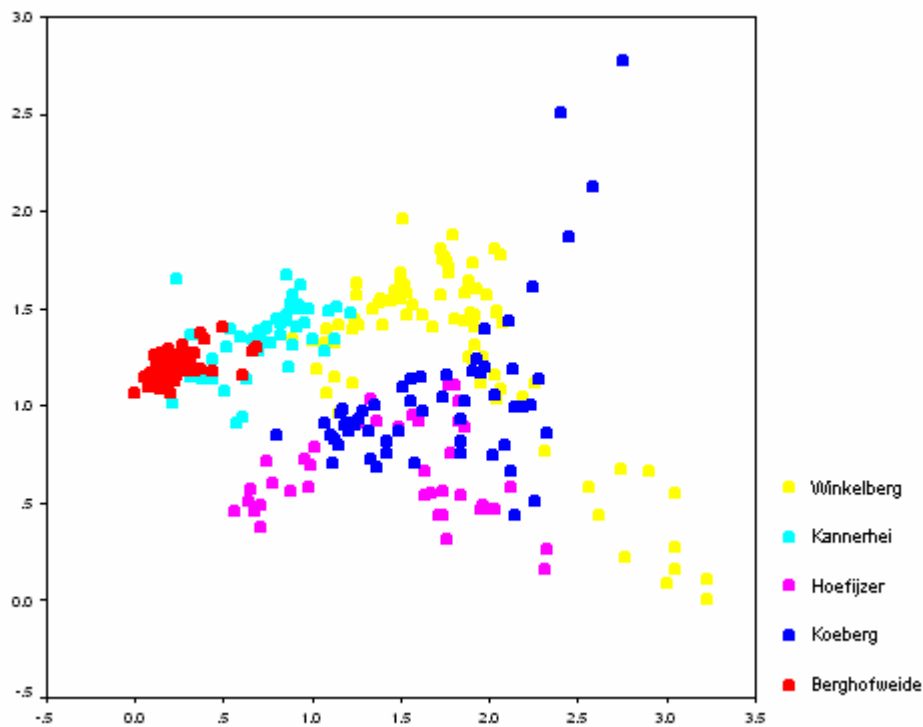
De horizontale variatie is het best gecorreleerd aan de pH (Ellenberg-indicatie waarde). Het Hoefijzer en de Winkelberg zijn het meest zuur, terwijl de Kannerhei en Berghofweide het duidelijkst ook meer kalkrijke elementen in zich hebben. De verticale variatie is het best gecorreleerd aan stikstof. De soorten die zijn aangetroffen op de Koeberg hebben de hoogste Ellenberg-indicatie waarden voor stikstof. Dit wordt verklaard door de beheersgeschiedenis: doordat dit terrein lang verlaten is geweest, zijn er nutriënten opgehoopt. Ook op het oog is het terrein ruiger en voedselrijker dan de andere terreinen. Bovendien ligt het transect relatief dicht bij de bosrand. De laagste Ellenberg-indicatie waarden voor stikstof komen voor op de Berghofweide, Winkelberg en Hoefijzer; dit zijn ook de meest voedselarme terreinen.

Tabel 3 Onderlinge correlatie tussen Ellenbergwaarden

Ellenberg_vocht	1			
Ellenberg_pH	-0.0726	1		
Ellenberg_stikstof	0.4611	0.2491	1	
Ellenberg_maaigetal	0.3906	0.0494	0.0505	1
	vocht	pH	stikstof	maaigetal



Figuur 36 Ordinatie diagram van alle transecten samen, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatie waarden (in groen) uitgezet. Weergegeven is as 1 tegen as 2



Figuur 37 Ordinatiediagram van alle transecten samen, waarbij de afzonderlijke opnamen zijn uitgezet. Tevens zijn de relevante Ellenbergindicatiewaarden uitgezet. Weergegeven is as 1 tegen as 3

### ***Enkele conclusies***

- Zowel heischraal grasland als kalkgrasland zijn als eigen typen te onderscheiden op de meeste terreinen;
- De gegevens van de Berghofweide wijken af van de overige terreinen. Dit kan mogelijk worden verklaard door de ligging van dit terrein. Het transect in de Berghofweide ligt als enige in het Geuldal (overige in het Maasdal);
- De gegevens van de Schiepersberg (Koeberg) wijken erg af van de overige gegevens. Deze variatie is het best gecorreleerd met Ellenberg-stikstof. Een verklaring hiervan kan worden gezocht in de geschiedenis van het terrein: na in het verleden grotendeels te zijn dichtgegroeid, is de heischrale vegetatie zich hier nog steeds aan het herstellen;
- De overeenkomst binnen de verschillende systemen van één terrein blijkt haast overal groter dan de overeenkomst tussen de systemen.

### 4.3 Positie van enkele karakteristieke heischrale soorten

In deze Paragraaf worden een viertal karakteristieke soorten van het heischraal grasland en hun voorkomen in de transecten besproken. Per soort is het voorkomen in de transecten uitgezet, waarbij in kleur de zonering op de helling is aangegeven (geel = schraal grasland, roze = heischraal grasland, oranje = overgang heischraal naar kalkgrasland, blauw = kalkgrasland).

#### 4.3.1 Betonie (*Stachys officinalis*)

Betonie (*Stachys officinalis*), die zijn ietwat markante Nederlandse naam te danken heeft aan een oud equivalent voor de wetenschappelijke naam van het geslacht (*Betonica*), is een opvallende vertegenwoordiger van de Lipbloemenfamilie met slanke bloei-stengels en paarsrode bloemen aan de stengeltop. Kenmerkend zijn de langwerpige-ronde bladeren met een diep gekartelde bladrand en een hartvormige voet.

Het verspreidingsgebied van Betonie in ons land is altijd beperkt geweest tot een betrekkelijk klein gebied in het zuidoosten met enkele plekken in het midden, maar tegenwoordig is de soort waarschijnlijk alleen nog in Zuid-Limburg aan te treffen en ook hier is zij sterk achteruitgegaan. Weeda (in Weeda et al. 1988) merkt op dat van de diverse groeiplaatsen in Midden-Limburg en in de omgeving van Nijmegen er vermoedelijk niet één overgebleven is. Van der Ham (in Mennema et al. 1980) vermeldt haar voorkomen in 37 uurhokken in de periode vóór 1950 en in slechts 8 uurhokken daarna. De achteruitgang van de soort in Zuid-Limburg blijkt goed wanneer we de waarnemingen van de Wever in beschouwing nemen. De Wever (1911-1923) maakt in 1916 onderscheid tussen variëteiten met behaarde en onbehaarde stengels, waarbij de Zuid-Limburgse planten tot de eerste variëteit behoren. Deze komen vrij veel voor “door ‘t geheele krijtland in de bosschen op de mergelheuvels, ook waar deze door zand of kiezel zijn bedekt, van den Pietersberg, Canne, SintGeertruide, Bemelen af tot Kunrade, Vaals enz.” Buiten het krijtland komt Betonie volgens De Wever nog veel voor “op hoge grasvlakten, op löss, kiezel of zand” (en dan geeft hij bij wijze van voorbeeld zes locaties). Blink (1997) noemt de aanwezigheid van Betonie in 7 uurhokken en 12 kilometerhokken in Zuid-Limburg (periode 1980-1996). Het areaal buiten Nederland strekt zich uit over grote delen van Europa (met in het noorden alleen enkele voorposten), West-Siberië, de Kaukasus en het Atlasgebied in Noord-Afrika.

In de Ecologische Flora (Weeda et al. 1988) staat Betonie te boek als een plant van zonnige graslanden en van bosranden op niet of weinig bemeste, tamelijk voedselarme en schrale, droge, humeuze leem- en krijtgronden. De opnamen uit de Landelijke Vegetatie Databank en de beoordeling van de plantensociologische positie in de Vegetatie van Nederland (Schaminée et al. 1996) geven een duidelijke voorkeur aan voor heischraal milieu in kalkrijke omgeving. Verreweg de meeste beschrijvingen hebben betrekking op de naar deze soort genoemde Associatie van Betonie en Gevinde kortsteel (*Betonico-Brachypodietum*). Slechts weinig opnamen betreffen de wat voedselrijkere graslanden van de Associatie van Ruige weegbree en Aarddistel

(Galio-Trifolietum), het echte Kalkgrasland (Gentiano-Koelerietum) of zoombegroeiingen van de Associatie van Hengel en Gladde witbol (Hyperico pulchri-Melampyretum pratensis). De soort geldt dan ook als een kensoort van de Associatie van Betonie en Gevinde kortsteel. De groeiplaatsen in Nederland stemmen trouwens maar tot op zekere hoogte overeen met de situatie in het buitenland, waar de soort doorgaans gebonden is aan wat vochtigere standplaatsen en een tamelijk breed sociologisch spectrum laat zien. Zo groeit de soort langs venige oevers van bergbeekjes in de montane zone van middelgebergten (o.a. Oberdorfer 1979), onder meer samen met Zaagblad (*Serratula tinctoria* of nauw verwante soorten), waarmee de soort in het verleden in haar bolwerk rondom Nijmegen ook geassocieerd was.

Het voorkomen van Betonie in de bemonsterde transecten is weergegeven in Figuur 38. De soort is aangetroffen in vier van de vijf transecten (alleen op de Kannerhei ontbreekt de soort), waarbij opvalt dat de soort – min of meer in weerwil van haar plantensociologische positie – zowel in het Berghofweide-transect als in het transect van de Winkelberg wordt aangetroffen over de gehele gradiënt. Op het Hoefijzer groeit de soort meer in het kalkgrasland en in de overgangszone daarvan met het heischrale grasland dan in het feitelijke heischrale grasland, terwijl de soort op de Koeberg vrijwel alleen in de overgangszone tussen beide systemen voorkomt. De soort groeit in ijle groepen en velden, waarbij de bedekkingswaarden in de bemonsterde vierkante meters variëren van + (0-1%) tot 2b (13–25 %).

	Berghofweide	Bemelerberg	Hoefijzer	Schiepersberg
Raai 1	. + 1a 2a	+ . + .	. . . .	. . . .
Raai 2	1a + + +	1a . . .	. . . .	. . . .
Raai 3	. + + +	1b + 1a .	. . . .	. 1a . .
Raai 4	+ + . 1a	+ 1a + 1a	. . . .	. + . .
Raai 5	1a + . +	1a 1b + 1a	. . . .	. . . .
Raai 6	+ . + 1b	1a 1b 1a +	+ . . .	. . . .
Raai 7	1a + 1b 2a	1a 1a + 1a	1b 1a 1a .	. . . .
Raai 8	1b + 1a +	1b + 1b 1a	1b 1a 1a 1a	1b . + 1b
Raai 9	1b + 1b 1b	1a + 1a +	1a + + .	1b 2a 1b +
Raai 10	1a 1a 1a 1a	2a 1a + 1a	. . . .	+ . . .
Raai 11	1a 1a + +	2b 2b + 1b		. . . .
Raai 12	2a 1a 1a 1b	1b 1b . +		. . . .
Raai 13	1b 1a 2a 2a	+ 1a 1a 1b		. . . .
Raai 14	2b 1a 1b 1a	1a 1b 2a 1b		. . . .
Raai 15	2a 2a 1b 2a	2a 1b + 1a		. . . .
Raai 16		2a 1a 1a 1a		
Raai 17		1b 1b 1a 2a		
Raai 18		+ + 1b 1a		
Raai 19		1a 1a 1a 1b		
Raai 20		1b 1a + 1a		

Figuur 38 Het voorkomen van Betonie in de transecten

### 4.3.2 Hondsviooltje (*Viola canina*)

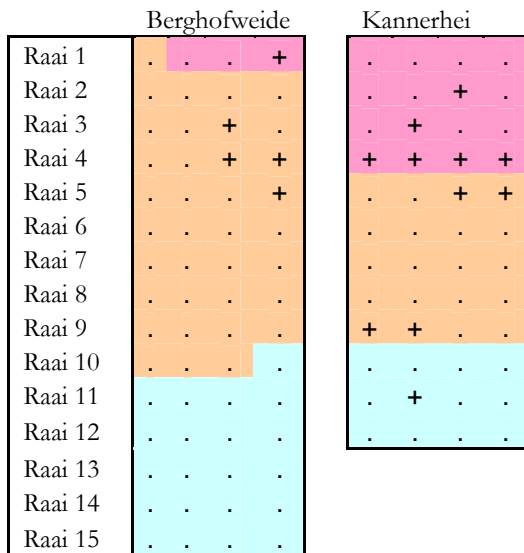
Hondsviooltje (*Viola canina*), waarvan de naam aangeeft dat Linnaeus de plant blijkbaar minder waardeerde dat bijvoorbeeld het welriekende Maarts viooltje (*Viola odorata*), analoog aan het koppel *Rosa rubiginosa* en *Rosa canina* (zo ook is Hondspeterselie geen echte peterselie en Hondstarwegras geen echte tarwe), is een kleine, tengere plant met vertakte, meestal opstijgende bloeistengels. Een goed determinatiekenmerk vormen de driehoekig-eironde bladeren met zwak hartvormige of afgeknotte voet. De bloemkleur lijkt op die van Gewoon bosviooltje (*Viola riviniana*), maar de bloemen zijn meestal wat kleiner. Op de Zuid-Limburgse hellingen is verwarring met dit bosviooltje denkbaar, dat hier ook buiten het bos in het open grasland kan gedijen (en waarmee de soort kan bastaarderen).

In Nederland is Hondsviooltje tamelijk wijd verbreid, vooral op de pleistocene zandgronden en in de duinen, maar door ontginning, ontwatering en bemesting gaat de soort de laatste jaren toch sterk achteruit. Daarbuiten komt de soort voor in Zuid-Limburg en hier en daar in laagveengebieden, het meest in oostelijk Zuid-Holland. De aantallen uurhokken in de 'Atlas van de Nederlandse Flora' (Van der Meijden et al. 1989), respectievelijk 314 in de periode vóór 1950 en 366 in de periode daarna, geven een goed beeld van de betrekkelijk ruime verspreiding van de soort in Nederland maar niet van de achteruitgang. De Wever (1911-1923) onderscheidt in 1913 twee vormen van het Hondsviooltje in Zuid-Limburg, waarvan de vorm *Viola canina lucorum* algemeen is en de vorm *Viola canina ericetorum* vrij algemeen is op hoog gelegen heide- en kiezelgronden (De Wever noemt zeven locaties bij naam). De overige vormen van het Hondsviooltje welke in Noord-Nederland voorkomen, ontbreken in Zuid-Limburg. Blink (1997) vermeldt de soort van slechts 8 uurhokken en 13 kilometerhokken (periode 1980-1996); de waarnemingen betreffen, uitgezonderd één kilometerhok in het zuidoosten, een betrekkelijk smalle zone tussen Maastricht en Heerlen. Met uitzondering van een groot deel van het Middellandse-Zeegebied heeft de soort in Europa een groot areaal; daarbuiten is ze aan te treffen in de gematigde delen van Azië en in het zuiden van Groenland.

Plantensociologisch geldt het Hondsviooltje als een kensoort van het Verbond der heischrale graslanden (Nardo-Galion saxatilis). De opnamen laten inderdaad een grote voorkeur voor dit verbond zijn, waarbij het hele spectrum van plantengemeenschappen goed vertegenwoordigd is. Het Kraaihei-verbond (*Empetrium nigri*) en het Verbond der droge, kalkrijke duingraslanden (Polygalo-Koelerion). Dit stemt goed overeen met de beschrijvingen van Weeda in de Ecologische Flora (Weeda et al. 1987) die aangeeft dat deze viool kenmerkend is voor voedselarme, niet of weinig bemeste zand- en veengrond, zowel op zeer droge als tamelijk natte standplaatsen. In het binnenland betreft dit vooral heidegebieden en boswachterijen. Weeda merkt op dat de soort in Zuid-Limburg op de hogere, kalkarme delen van hellinggraslanden positief reageerde op het opnieuw invoeren van de schapenbeweiding omstreeks 1980.

Hondsviooltje is slechts in twee van de vijf transecten aangetroffen (zie Figuur 39) en daar telkens in lage aantallen (+). Het betreft de transecten van de Berghofweide en

de Kannerhei. Verder is de soort ook aangetroffen op de Bemelerberg en het Hoefijzer, maar buiten de transecten. Op de Berghofweide groeide het Hondsviooltje alleen in de bovenste delen van het transect, waar de vegetatie de meeste overeenkomst vertoont met het heischrale grasland. Het transect van de Kannerhei laat een meer diffuus patroon zien, waarbij twee kleine concentraties zijn te onderkennen, een op de grens van kalkgrasland naar de overgang daarvan met heischraal grasland en een – hogerop de helling – op de grens van deze overgang naar het feitelijke heischrale grasland.



Figuur 39 Het voorkomen van Hondsviooltje in de transecten

### 4.3.3 Tormentil (*Potentilla erecta*)

Tormentil (*Potentilla erecta*) behoort tot het soortenrijke geslacht der ganzeriken uit de Rozenfamilie. Het is een tengere, laag blijvende, sterk vertakte plant met liggende tot opstijgende stengels. De stengelbladeren zijn zittend, zelden kort gesteeld. In tegenstelling tot de meeste andere soorten van het geslacht zijn de kleine, lichtgele bloemen viertallig, zij het dat soms wel een enkele vijftallige bloem wordt aangetroffen. De bloeiwijze is een los bijscherm met betrekkelijk veel bloemen en opmerkelijk dunne assen.

Het verspreidingsgebied van Tormentil in ons land laat een overeenkomstig beeld zien als dat van Hondsviooltje en ook voor Tormentil geldt dat ze in de loop van de voorbije eeuw op de meeste plaatsen als gevolg van ontginning, ontwatering en bemesting is achteruitgegaan, al is de soort desondanks nog steeds algemeen op de pleistocene zandgronden, in de duinen en in Zuid-Limburg. Buiten deze gebieden komt Tormentil hier en daar voor in de laagveenstreken. De in de Atlas van de Nederlandse flora (Van der Meijden et al. 1989) genoemde aantallen hokken weerspiegelen dit beeld. De getallen, respectievelijk 1025 uurhokken in de periode vóór 1950 en 921 uurhokken in de periode daarna, liggen aanzienlijk hoger dan bij

Hondsviooltje. De Wever (1911-1923), die de soort in 1914 behandelt onder de naam *Potentilla silvestris*, gaat uitgebreid in op de vormenrijkdom van de soort. De vorm *latiloba* met rechtopstaande hoofdstengels en iets opstijgende stengels is volgens De Wever in Zuid-Limburg vrij algemeen, het meest aan bosranden en op beschaduwde vochtige plekken in heidegebieden. Blink (1997) vermeldt de soort van 26 uurhokken en 83 kilometerhokken in Zuid-Limburg (periode 1980-1996). Het meest komt de soort voor in het gebied van de Brunssumerheide maar ook daarbuiten bevinden zich veel groeiplaatsen. Het verspreidingsgebied buiten Nederland omvat grote delen van Europa. Oostwaarts strekt het areaal zich uit tot in Midden-Azië, zuidwaarts tot in Noord-Afrika (Marokko).

Ofschoon de standplaatsen waarop Tormentil wordt aangetroffen, nogal uiteenlopen, is haar plantensociologische positie goed te duiden. Ze geldt als een kensoort van de Klasse der heischrale graslanden (Nardetea). Daarbuiten wordt de soort ook veel aangetroffen in natte heiden (verbond *Ericion tetralicis*, klasse *Oxycocco-Sphagnetea*) en in vochtige schraallanden en duinvalleien (verbond *Caricion davallianae*, klasse *Parvocaricetea*). Op associatieniveau laten de Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras (*Gentiano pneumonanthes-Nardetum*), de Associatie van vetblad en Vlozegge (*Campyllo-Caricetum dioicae*) en als derde de Associatie van Betonie en Gevinde kortsteel (*Betonico-Brachypodietum*) de hoogste trouwgraad zien. Weeda (in Weeda et al. 1987) noemt onder meer het voorkomen van deze aan onbemeste, voedselarme (in het bijzonder fosfaatarme), humeuze gronden gebonden soort in uiteenlopende grazige en mindere grazige heidebegroeiingen, schrale graslanden (inclusief de Zuid-Limburgse hellinggraslanden) en duinvalleien.

Tormentil is aanwezig in vier van de vijf onderzochte transecten (zie Figuur 40); alleen in het transect van de Winkelberg ontbreekt de soort, ofschoon ze wel op deze helling voorkomt. Op de Koeberg is Tormentil slechts op één plekje in het transect aanwezig, in de overgang tussen heischraal grasland en kalkgrasland halverwege het transect. Het meest verbreid is de soort op de Berghofweide, waar ze met bedekkingen die variëren van + tot 1b min of meer gelijk verdeeld over het hele transect wordt aangetroffen. De hoogste bedekkingswaarden bereikt de soort op de Kannerhei en hier laat ze ook een duidelijke zonering zien met een voorkeur voor een overgangszone tussen het heischrale grasland en de overgang daarvan met het kalkgrasland.



	Berghofweide	Hoefijzer	Schiepersberg	Kannerhei
Raai 1	+ + . .	+ . . +	. . . .	+ . + .
Raai 2	+ 1a + +	. . + 1a	. . . .	+ 2b 1a 1a
Raai 3	+ + 1a 1b	+ . + .	. . . .	1a 1a + 1a
Raai 4	1a + + 1a	. . . .	. . . .	1b 1b 1b 1b
Raai 5	+ 1a 1a 1a	. . . .	. . . .	. 2a 2a +
Raai 6	+ + + .	+ . . .	. . . .	. 1a 1a +
Raai 7	+ . . +	1a . . .	. + . .	. . . .
Raai 8	+ + + +	. . . .	. . . .	. . + .
Raai 9	+ + 1a .	. . . .	. . . .	. . . .
Raai 10	1a + + +	. . . .	. . . .	. . . .
Raai 11	+ + + +		. . . .	. . . .
Raai 12	+ + + .		. . . .	. . . .
Raai 13	+ + . .		. . . .	. . . .
Raai 14	+ 1a + +		. . . .	. . . .
Raai 15	+ 1a . +		. . . .	. . . .

Figuur 40 Het voorkomen van *Tormentil* in de transecten

#### 4.3.4 Tandjesgras (*Danthonia decumbens*)

Tandjesgras (*Danthonia decumbens*) is een laag blijvend gras, dat tamelijk dichte pollen vormt, maar gewoonlijk vrij onopvallend blijft. De armbloemige pluim is vaak wat samengetrokken; per aartje zijn drie of meer dicht opeengepakte bloemen aanwezig. De kraag van korte haren op de plaats van het tongetje vormt een goed determinatiekenmerk, evenals het contrast tussen de dof blauwige bovenkant van de bladschijf en de glanzig groene onderkant. De bloei is grotendeels cleistogaam; meeldraden en stijlen ontbreken of zijn zwak ontwikkeld.

Ook het verspreidingspatroon van Tandjesgras laat een grote overeenkomst zien met dat van Hondsviooltje in ons land, zij het dat het zwaartepunt nog meer op de pleistocene zandgronden ligt. In de duinen en Zuid-Limburg is de soort naar verhouding minder algemeen; in de laagveengebieden is ze vrij zeldzaam. In de Atlas van de Nederlandse flora (Van der Meijden et al. 1989) staat vermeld dat de soort vóór 1950 in 688 uurhokken voorkwam en na 1950 in 799 uurhokken, maar ook voor Tandjesgras geldt dat de soort over het geheel genomen is achteruitgegaan als gevolg van ontginning, ontwatering en bemesting. De Wever (1911-1923), die de soort in 1912 behandelt onder de naam *Sieglingia decumbens* en de Nederlandse naam Handjesgras, merkt op dat dit grasje nergens ontbreekt op de vochtige kiezel- en zandhellingen evenmin als op de vochtige heiden, vooral in de nabijheid van veen. Hij vermeldt speciaal dat de soort meestal samen met Borstelgras (*Nardus stricta*) voorkomt. Blink (1997) vermeldt het voorkomen van de soort in 14 uurhokken en 29 kilometerhokken in Zuid-Limburg (periode 1980-1996). Buiten Nederland komt Tandjesgras voor in een groot deel van Europa, zij het sporadisch in de meest noordelijke, oostelijke en zuidelijke delen. Voorts komt de soort voor in de omgeving van de Zwarte Zee, in het Atlasgebied, op Madeira en op de Azoren.

Tandjesgras is plantensociologisch onmiskenbaar een kensoort van het Verbond der heischrale graslanden (*Nardo-Galion saxatilis*) met daarbinnen een ruime verspreiding over de diverse associaties. De vier associaties van dit verbond bezetten de eerste vier plaatsen in de lijst van associaties met de hoogste trouwgraad van deze soort in ons land, waarbij ze onderling slechts kleine verschillen in scores laten zien. Het allerhoogst scoort de Associatie van Betonie en Gevinde kortsteel (*Betonico-Brachypodietum*). De plantensociologische toebedeling strookt goed met de omschrijving van Weeda (in Weeda et al. 1994), die haar een karakteristieke bewoner van schrale graslanden noemt, goed bestand tegen betreding. In de pleistocene streken groeit de soort volgens Weeda het meest aan en op paden in heidevelden.

Tandjesgras is aanwezig in alle vijf onderzochte transecten (zie Figuur 41), waarbij de soort in het bijzonder in de transecten van de Berghofweide en de Winkelberg wijd verbreid in bijna alle onderzochte vierkante meters voorkomt. De bedekkingen variëren van + tot 3 (25-50 %). Op het Hoefijzer en de Koeberg ontbreekt de soort (vrijwel) in het kalkgrasland onderaan het transect, maar dit beeld wordt weer verstoord door het patroon dat het transect van de Kannerhei ons laat zien. Hier is de soort juist wel aanwezig in een strook (4 x 1 m) van het kalkgrasland in het onderste deel van het transect, terwijl de soort juist ontbreekt in het heischrale grasland aan de bovenkant van het transect hoger op de helling.

Figuur 41 Het voorkomen van Tandjesgras in de transecten

	Berghofweide	Bemelerberg	Hoefijzer	Schiepersberg
Raai 1	. 1a + 1a	2b 2a + +	2a 1b 1a 1a	1a . . 1a
Raai 2	. . . 1a	1a 1a + 1a	1a 1a + 1a	1a . . 1b
Raai 3	+ + 1a 1b	2b 2b 1b .	. . . .	2a 1b . 1a
Raai 4	2a 1b . +	3 2b 3 1b	1a + + 1a	1a 1a . .
Raai 5	1a 1a 1b .	2b 2a 2a 2b	+ + + +	. . 1a 1b
Raai 6	1b 1a 1a .	2a 1b 2a 1b	+ + + +	. 1b + +
Raai 7	1b 1a + .	1b 1a 1a 1a	+ 1a + +	1a 1b 1b 1a
Raai 8	1a 1b 1a +	+ + 1b 1a	+ + + .	2a + 1b 1b
Raai 9	1a 1a 1b 1b	1b 1b 1b 2a	. . . .	1a + 1a 1a
Raai 10	+ + 1b 1a	2a 1b 1b 2a	. . . .	. + . .
Raai 11	1a 1a + +	1a 1b 1b 2a		1a . . .
Raai 12	2a 1b 1a +	2a 2b 1b 2a		. . . .
Raai 13	1a 1a 1b 1b	3 2a 2a 2b		. . . .
Raai 14	1a 1a 1b 1a	1b 1b 1b 1b		. . . .
Raai 15	1a 1b 1b +	1b 1b 2a 2a		. . . .
Raai 16		1a 1a . 1b		
Raai 17		1b + + +		
Raai 18		1b 1a 1b 1b		
Raai 19		1a + + 1a		
Raai 20		+ 1b 1a +		

	Kannerhei
Raai 1	. . . .
Raai 2	. . . .
Raai 3	. . . .
Raai 4	. . . .
Raai 5	. . . .
Raai 6	. . . +
Raai 7	. + 1a 2a
Raai 8	. + + +
Raai 9	. . . .
Raai 10	. . . .
Raai 11	1a 1a 1a 1a
Raai 12	. . . .

**Enkele conclusies**

- Betonie komt voor in vier van de 5 onderzochte transecten, met een bedekking tot 25%;
- De soort wordt zowel op de Berghofweide als op de Winkelberg aangetroffen over de hele gradiënt. Op het Hoefijzer en de Koeberg komt de soort voornamelijk in de overgangszone tussen heischraal grasland en kalkgrasland voor, op het Hoefijzer zelfs ook in het kalkgrasland;
- Hondsviooltje komt voor in 2 van de onderzochte transecten, steeds met een bedekking van 0-1%;

- De soort komt in deze twee transecten voornamelijk in het heischrale deel bovenaan de helling voor;
- Tormentil komt in 4 van de transecten voor, met een bedekking van 0-1% tot 25%;
- Op de Berghofweide komt de soort over de hele gradiënt voor, op het Hoefijzer en de Kannerhei alleen in het heischrale deel en de overgangszone. Op de Koeberg is de soort slechts op één plekje in de overgangszone aangetroffen;
- Tandjesgras komt in alle transecten voor, met een bedekking tot 50%;
- Op de Berghofweide en de Winkelberg komt de soort verspreid over de hele gradiënt voor, terwijl de soort op het Hoefijzer en de Koeberg beperkt blijft tot het heischrale deel van de helling en de overgangszone. Ook op de Kannerhei komt de soort voor in de overgangszone, maar tevens in 1 meter kalkgrasland;
- De onderzochte soorten worden algemeen beschouwd als kenmerkend voor heischrale vegetatie, maar zijn niet in elk onderzocht transect even indicatief.

## 5 Analyse vegetatie en bodem

Op 5 plekken op de Berghofweide, verspreid over de helling zijn opnamen gemaakt (Figuur 5). Ook in het naastgelegen terrein (Dijkerswei) zijn 2 opnamen gemaakt, om iets te kunnen zeggen over de ontwikkeling in dit terrein. Op de Bemelerberg (Figuur 10) zijn zowel op de Strooberg als op de Winkelberg opnamen gemaakt die representatief worden geacht voor het heischrale grasland (respectievelijk 7 en 8). Op het Hoefijzer zijn op vijf plekken, verspreid over het terrein, opnamen gemaakt (Figuur 15). Op een zevental plekken op de Koeberg (Figuur 20) zijn losse opnamen gemaakt in het heischrale grasland. Verspreid over de Kannerhei zijn op een vijftal plaatsen opnamen gemaakt (Figuur 29). Op de Vosgrubbe zijn twee opnamen gemaakt en op de Gulperberg zijn drie opnamen gemaakt. Op de Wolfskop is één bodemmonster genomen bovenaan het terrein, midden in het open grasland. Op het terrein van Thier à la Tombe zijn samen met Jo Willems en Roland Bobbink twee opnamen gemaakt. In Figuur 4 is de locatie ervan aangegeven. Van al deze opnamen zijn ook bodemmonsters genomen.

Extra bodemmonsters zijn genomen op de Zure Dries, waar één bodemmonster bovenaan het terrein is verzameld, op de plek waar in het verleden heischraal grasland van bekend is geweest. Ook op het perceel boven de orchideeëntuin is één bodemmonster genomen bovenaan het terrein, waar de vondst van *Agrostis capillaris*, *Danthonia decumbens* en *Cytisus scoparius* nog duiden op het (voorheen) heischrale karakter van het terrein. Een laatste monster is genomen op de Kunderberg, op de plek waar van oudsher heischraal grasland van bekend is.

### 5.1 Analyse floristische samenstelling

In totaal is op 47 meetpunten verspreid over tien locaties een vegetatieopname gemaakt (zie Tabel 4). In Bijlage 6 is een vegetatietabel met de gemaakte opnamen weergegeven.

Tabel 4 Aantal opnamen per locatie

Terrein	Afkorting	Aantal opnamen (totaal 47)
Berghofweide	BHW	7 (nrs. 3 en 4 in Dijkerswei)
Koeberg (Schiepersberg)	SPB	7
Winkelberg (Bemelerberg)	BMB	8
Strooberg	STR	7
Hoefijzer	HY	5
Kannerhei	KH	5
Wolfskop	WO	1
Gulperberg	GUL	3
Thier à la Tombe	THI	2
Vosgrubbe	VOS	2

### ***Dendrogram***

De verschillen en overeenkomsten tussen opnamen zijn als eerste onderzocht door middel van een dendrogram. Hierbij is gekeken naar af- en aanwezigheid van soorten met behulp van Jaccard en ook kwalitatief met behulp van Sørensen (Bray-Curtis). In beide gevallen is zowel met 'nearest neighbour-clustering' als met 'farthest neighbour-clustering' gerekend.

Bij de nearest-neighbourmethode worden in beide rekenmethoden als eerste de opname Vosgrubbe-1 en vervolgens de opnamen Berghofweide-3 en Berghofweide-4 (beiden Dijkerswei) afgesplitst. Het percentage chaining (het opeenvolgend toevoegen van kleine groepjes tot grote groepen, waardoor moeilijk duidelijke subgroepen kunnen worden onderscheiden) is hier 44%.

Bij de farthest-neighbourmethode worden eerst groepen opnamen geclusterd, maar wordt in beide gevallen ook de opname Vosgrubbe-1 als eerste opname afgesplitst.

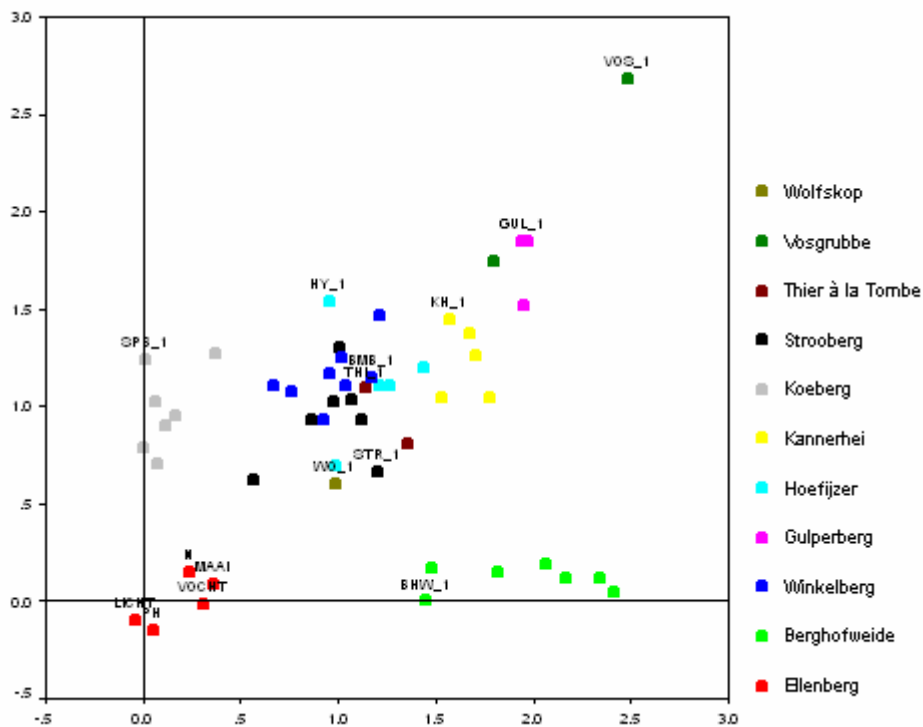
### ***Twinspan***

De eerste splitsing in Twinspan is gemaakt tussen de opnamen van de Koeberg, Stroo- en Winkelberg, Hoefijzer, Wolfskop, Thier à la Tombe en Berghofweide-6 aan de ene kant en Kannerhei, Gulperberg, Vosgrubbe en Berghofweide aan de andere kant. Vervolgens worden Berghofweide en Schiepersberg afgescheiden van de rest. Pas in een derde splitsing worden de opnamen Vosgrubbe-1 en Berghofweide-3 en Berghofweide-4 apart gezet.

### ***Ordinatie***

Bij een eerste DCA-analyse van de losse opnamen in CANOCO worden de opnamen van de Koeberg (SPB) en Berghofweide (BHW) duidelijk apart van de rest geplaatst (zie Figuur 42). Door middel van een indirecte ordinatie (DCA) met de Ellenbergindicatorwaarden is gekeken welke indicatorwaarden het best de variatie in de data verklaren. Licht, vocht, pH, stikstof en het maaigetal blijken gecorreleerd aan de gevonden variatie (t-value >2,1; VIF<3,8). Aan de eerste as zijn het maaigetal en vocht gecorreleerd, aan de tweede as pH en stikstof.

Met name het maaigetal is goed gecorreleerd aan de eerste as. Rechts in het ordinatiediagram liggen de terreinen Berghofweide (onderaan), Vosgrubbe en Gulperberg. Deze worden alle drie gemaaid (en nabeweid). Het betreft ook alledrie niet zeer steile terreinen (dit hangt wellicht ook samen met een hoger gemiddeld vochtgetal). Aan de tweede (en derde) as zijn pH en stikstof het best gecorreleerd: De Berghofweide is inderdaad kalkrijker dan de overige terreinen, terwijl Vosgrubbe, Koeberg en Gulperberg als meest voedselrijk naar voren komen.



Figuur 42 Ordinatie diagram van alle opnamen, waarbij ook de relevante Ellenbergindicatiewaarden zijn uitgezet

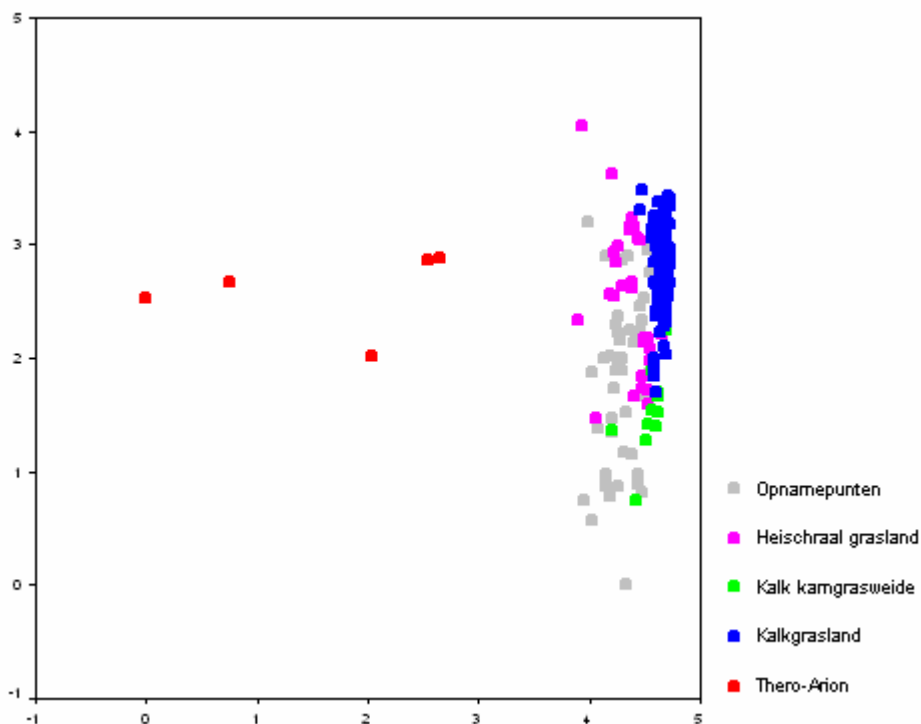
### Enkele conclusies

- Op basis van de soorten en hun bedekking in de 47 opnamen worden, afhankelijk van de gekozen analysetechniek, de opnamen van de Koeberg en de Berghofweide afgescheiden van de andere terreinen, evenals de opnamen van de Vosgrubbe en Gulperberg;
- De afwijking van de opnamen van de Vosgrubbe en Gulperberg wordt verklaard door met name het stikstofgetal: deze terreinen lijken duidelijk voedselrijker. Dit is overeenstemming met de beheersgeschiedenis: beide terreinen zijn in het verleden verwaarloosd en hierdoor met nutriënten verrijkt;
- Een verklaring van de afwijkende positie van de Berghofweide gegevens ligt waarschijnlijk in de pH: de gevonden vegetatie heeft hogere waarden voor Ellenberg zuurgraad;
- De gegevens van de overige terreinen liggen dicht bij elkaar.

## 5.2 Positie heischrale opnamen binnen Zuid-Limburgse schraallanden

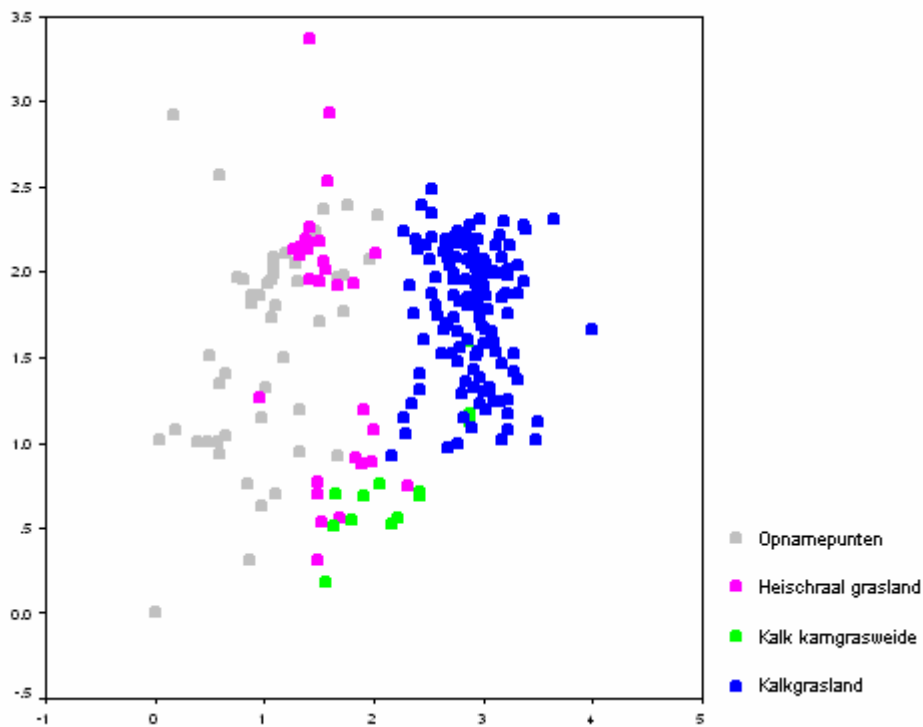
De dataset van heischrale opnamen (uit Paragraaf 5.1) is vervolgens vergeleken met andere opnamegegevens van hellingen in Zuid-Limburg. De gegevens die hiervoor zijn gebruikt zijn opnamen die in het kader van de 'Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland' (Weeda 2002) op associatieniveau zijn geïdentificeerd. Allereerst is een analyse (DCA-ordinatie) verricht met opnamen behorend tot de eenheden Thero-Airon, Betonico-Brachypodietum, Koelerio-

Gentianetum en Galio-Trifolietum (Figuur 43). Het laatste vegetatietype betreft een Kamgrasweide op kalkbodem, die sterk verwant is aan kalkgrasland. Opvallend is dat de opnamen van het Thero-Airion sterk afwijken van de overige opnamen. In een tweede analyse (wederom DCA-ordinatie, Figuur 44) zijn deze opnamen buiten beschouwing gelaten. De conclusie van deze analyse is dat de 47 gemaakte opnamen wat betreft hun soortensamenstelling lijken op de heischrale opnamen die in het kader van het project 'Atlas van plantengemeenschappen in Nederland' (Weeda 2002) zijn geïdentificeerd. De opnamen zijn duidelijk afwijkend van het kalkgrasland.



Figuur 43 Ordinatie van geïdentificeerde opnamen van het Thero-Airion, *Betonico-Brachypodietum*, *Koelerio-Gentianetum* en *Galio-Trifolietum*, samen met de dataset van 47 in 2003 gemaakte heischrale opnamen





Figuur 44 Ordinatie van geïdentificeerde opnamen van het *Betonico-Brachypodietum*, *Koelerio-Gentianetum* en *Galio-Trifolietum*, samen met de dataset van 47 in 2003 gemaakte heischrale opnamen

### 5.3 Analyse bodemparameters

Bij de bodemchemische analyses is aandacht besteed aan zowel verzuringgerelateerde bodemkenmerken (pH, Al/Ca-verhouding, basische kationen) als aan kenmerken die met mogelijke eutrofiëring te maken hebben (nitraat, ammonium, fosfaat). Van de 50 meetpunten zijn steeds twee bodemmonsters genomen: een mengmonster van de bovenste bodemlaag (0-5 cm) en een mengmonster van de tweede bodemlaag (5-10 cm). In deze paragraaf zijn de beide monsterlagen gemiddeld en is de relatie pH (H<sub>2</sub>O) en de betreffende parameter in een grafiek uitgezet. Overige resultaten zijn opgenomen als Bijlage 7.

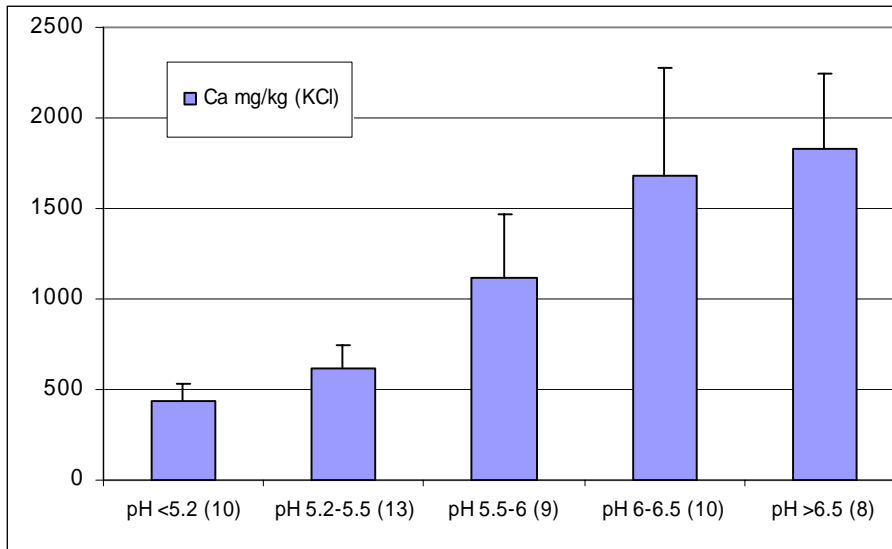
#### 5.3.1 Calcium, magnesium, natrium en kalium

##### 1. Calcium (KCL-extracten)

De calcium-concentratie in de bodemmonsters varieerde van gemiddeld 345 mg/kg droge grond in de tweede laag in het Gerendal tot gemiddeld 2551 in de eerste laag op de Kunderberg.

De relatie tussen de pH en calcium (KCl) is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Ca-concentratie weer te geven (Figuur 45). Er is een duidelijke

relatie tussen de pH van de verschillende monsterpunten en het gehalte calcium: hoe meer calcium in de bodem, hoe hoger de pH.

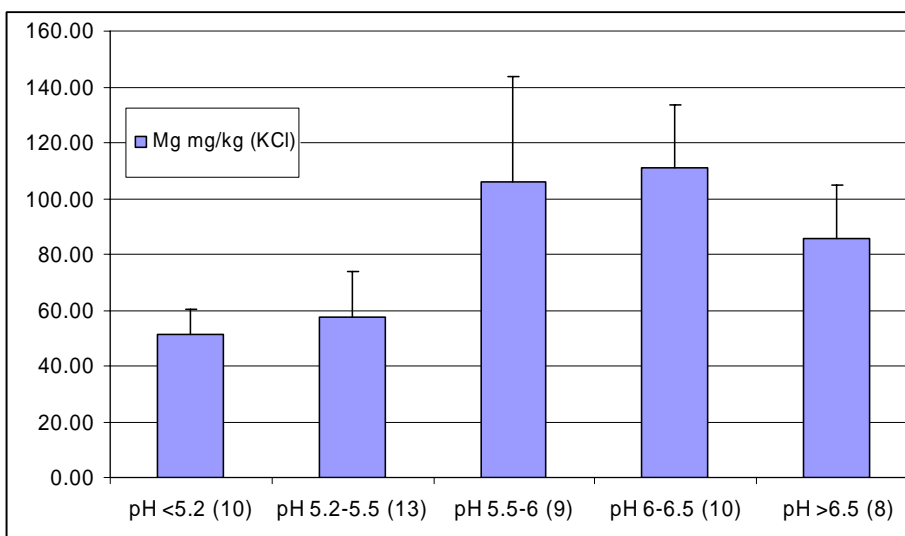


Figuur 45 Relatie pH en calcium-concentratie (mg/kg droge grond) in de 50 bodemmonsters

## 2. Magnesium (KCl-extractie)

De magnesium-concentratie in de bodemmonsters varieerde van gemiddeld 28 mg/kg droge grond in de tweede laag in het Gerendal tot gemiddeld 144 in de eerste laag van de Berghofweide.

De relatie tussen de pH en magnesium (KCl) is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Mg-concentratie weer te geven (Figuur 45). Er lijkt een redelijke relatie tussen de pH van de verschillende monsterpunten en het gehalte magnesium: hoe meer magnesium in de bodem, hoe hoger de pH.

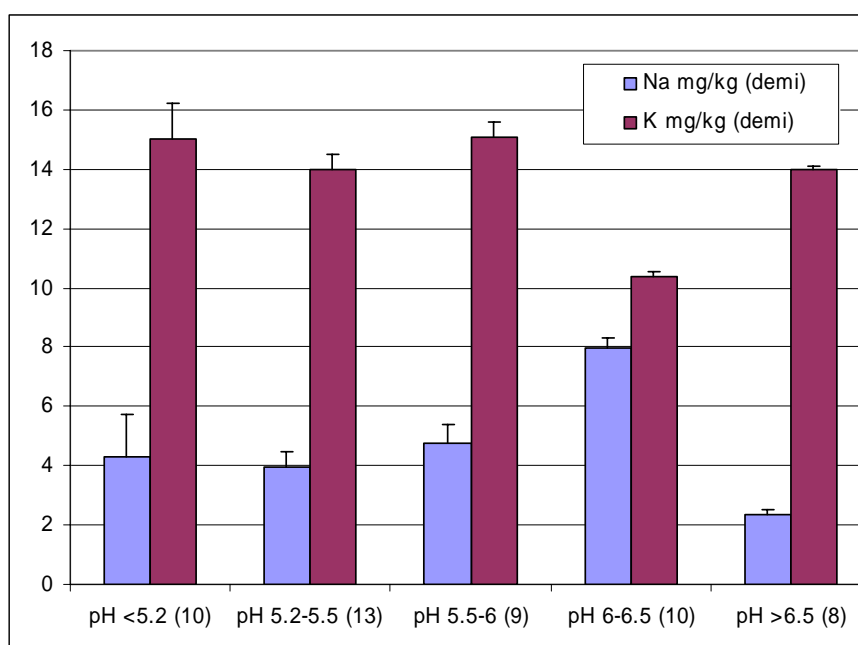


Figuur 46 Relatie pH en magnesium-concentratie (mg/kg droge grond) in de 50 bodemmonsters

### 3. Natrium en kalium (demi-extractie)

De natrium-concentratie in de bodemmonsters varieerde van gemiddeld 0,7 mg/kg droge grond in de eerste laag in Thier à la Tombe tot gemiddeld 11 in de eerste laag van de Berghofweide. De kalium-concentratie in de bodemmonsters varieerde van gemiddeld 0 mg/kg droge grond in de tweede laag in het Gerendal tot gemiddeld 35 in de eerste laag in Thier à la Tombe.

De relatie tussen de pH en natrium (demi) en kalium (demi) is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Na- en K-concentratie weer te geven (Figuur 47). Er lijkt geen relatie tussen de pH van de verschillende monsterpunten en het gehalte natrium en kalium te zijn.



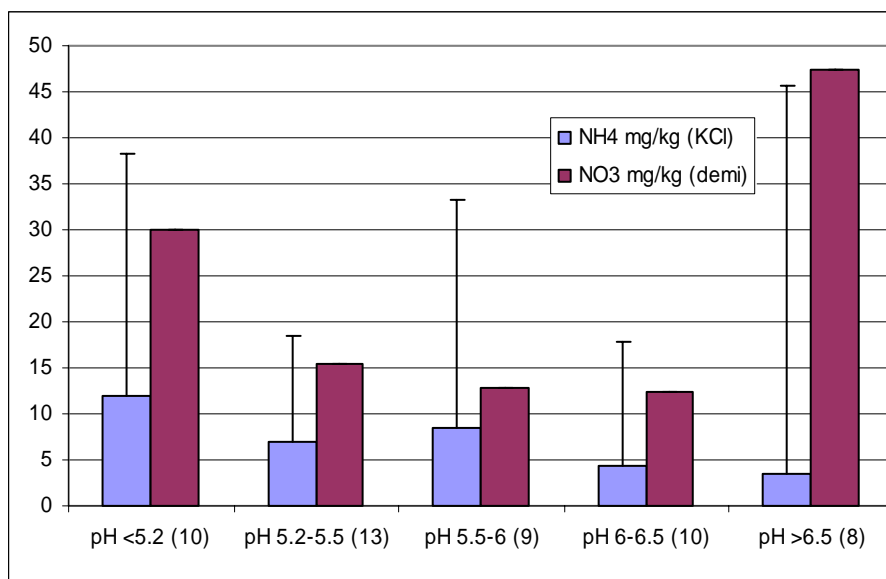
Figuur 47 Relatie pH en natrium- en kaliumconcentraties (mg/kg droge grond) in de 50 bodemmonsters

### 5.3.2 Nitraat en ammonium

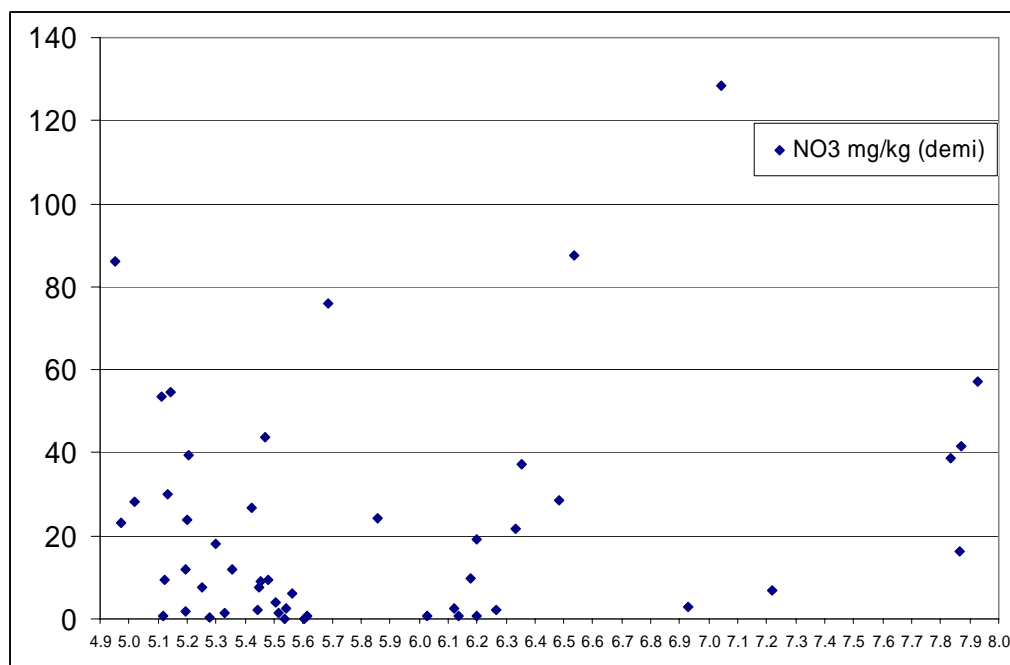
#### 1. $NO_3$ (demi-extractie) en $NH_4$ (KCl-extractie)

De nitraat-concentratie in de bodemmonsters varieerde van gemiddeld 0,1 mg/kg droge grond in de tweede laag van de Kunderberg tot gemiddeld 76 in de eerste laag van de Schiepersberg (Koeberg). De ammonium-concentratie varieerde van gemiddeld 0 mg/kg droge grond in beide lagen van de Kunderberg tot gemiddeld 16 in de eerste laag van de Berghofweide.

De relatie tussen de pH en nitraat en ammonium is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de gemeten concentraties weer te geven (Figuur 48). Bij lage bodem-pH zou meer ammonium in oplossing moeten gaan, terwijl er meer nitraat bij hogere pH in de bodem in oplossing zou moeten gaan. Deze trend is enigszins terug te vinden in de relatie pH en ammonium-concentratie, maar niet in de nitraat-concentratie in relatie tot pH (zie hiervoor ook Figuur 48 Relatie pH en nitraat- en ammoniumconcentratie (mg/kg droge grond) in de 50 bodemmonsters : het detailplaatje van nitraat-concentratie uitgezet tegen pH).



Figuur 48 Relatie pH en nitraat- en ammoniumconcentratie (mg/kg droge grond) in de 50 bodemmonsters



Figuur 49 Detail van de gemeten pH en nitraatconcentratie voor elk van de 50 bodemmonsters

### ***Enkele conclusies***

- Hoe hoger de pH, hoe meer calcium en magnesium in de bodem;
- Er lijkt geen relatie tussen de pH en de natrium- en kalium-concentratie in de bodem te zijn;
- Hoe lager de pH, hoe meer ammonium in de bodem;
- De relatie nitraat en bodem-pH is niet duidelijk te leggen;
- In de huidige studie zijn van een aantal bodemparameters in het heischrale grasland gegevens verzameld. In de komende jaren zal uitgebreider aandacht worden besteed aan de verwerking van de resultaten hiervan en zal naar verbanden worden gezocht met de overige data.

## **5.4 Analyse soortgegevens en bodemparameters**

De relatie tussen de soortgegevens en de bodemchemische analyses is uitgewerkt met behulp van CANOCO (Ter Braak & Smilauer 1997). Hierbij zijn een aantal stappen gehanteerd. Er is telkens begonnen met een canonische correspondentie analyse (CCA), zonder transformatie. Hierbij zijn weinig verklarende variabelen geïdentificeerd. Vervolgens is een CCA toegepast met een automatische selectie van de variabelen, waarbij het totaal aantal variabelen minus de weinig verklarende variabelen (uit stap 1) als aantal is gehanteerd. Vervolgens is een CCA met worteltransformatie uitgevoerd en tenslotte een CCA waarbij zeldzame soorten zijn ondergewaardeerd. Na deze vier stappen is gekozen voor de optie waarbij de eigenwaarden hoog zijn en er een duidelijke correlatie van de parameters met de assen werd gevonden.

**Worteltransformatie:** als een parameter met twee assen is gecorreleerd, dan kan een transformatie een duidelijker patroon weergeven. Hierbij wordt de invloed van dominante soorten minder en de invloed van zeldzame soorten meer.

**Onderwaarden zeldzame soorten:** hiermee wordt hun invloed beperkt.

De analyse is gestart met de volgende parameters: Al (KCl-extractie), Ca (KCl-extractie), Mg (KCl-extractie), NH<sub>4</sub> (KCl-extractie), percentage vocht, pH\_H<sub>2</sub>O, Fe (demi-extractie), Cl (demi-extractie), NO<sub>3</sub> (demi-extractie), PO<sub>4</sub> (demi-extractie), Na (demi-extractie), K (demi-extractie), C/N-getal en gehalte organische stof.

De tien best verklarende parameters zijn verder gebruikt in de CCA, waarbij ze oplopend zijn gesorteerd naar de mate van verklaring van de variantie. Hierbij is een worteltransformatie toegepast, aangezien hierbij de correlatie tussen soorten en gemeten bodemparameters in dat geval het hoogst was (zie Kader 1).

Door middel van een permutatietest is gekeken naar de statistische onderbouwing van de verklaarde variatie. De in Tabel 5 vetgedrukte variabelen komen hierbij als voldoende ( $p < 0.05$ ) naar voren.

Tabel 5 Totale set parameters en de verklarende variantie binnen de dataset. Vetgedrukt zijn de variabelen waarvan de verklarende variantie (v.v.) statistisch significant zijn ( $p < 0.05$ )

Parameter	v.v.	Totaal v.v.	P (uit permutatietest)
pH_H2O	0.22	0.22	0.002
Na (demi)	0.21	0.43	0.006
vocht	0.16	0.59	0.002
org. Stof	0.15	0.74	0.002
NO3 (demi)	0.12	0.86	0.018
PO4 (demi)	0.12	0.98	0.018
Mg (KCl)	0.11	1.09	0.024
NH4 (KCl)	0.10	1.19	0.052
c/n-getal	0.09	1.28	0.124
Ca (KCl)	0.08	1.35	0.300
Fe (demi)	0.07	1.43	0.370
Cl (demi)	0.07	1.50	0.506
Al (KCl)	0.06	1.56	0.622
K (demi)	0.06	1.62	0.710

Kader 1 Output Canoco

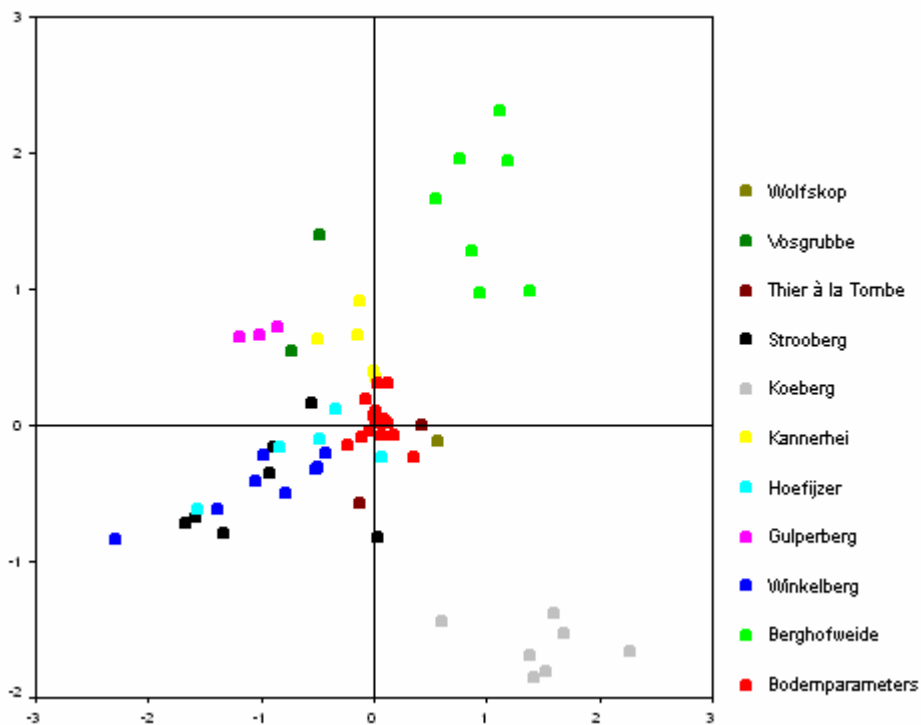
Output Canoco						
Voor 14 variabelen, allen inflation-factor <7						
Alle 14:						
Axes	1	2	3	4	Total inertia	
Eigenvalues	:	0.358	0.230	0.181	0.167	3.931
Species-envir. correlations	:	0.946	0.914	0.827	0.761	
Cumulative percentage variance						
of species data	:	9.1	15.0	19.6	23.8	
of species-environ. relation:		21.6	35.4	46.4	56.5	
10 van de 14:						
Axes	1	2	3	4	Total inertia	
Eigenvalues	:	0.351	0.221	0.172	0.151	3.931
Species-envir. correlations	:	0.941	0.904	0.822	0.774	
Cumulative percentage variance						
of species data	:	8.9	14.6	18.9	22.8	
of species-environ. relation:		25.0	40.7	52.9	63.6	
worteltransformatie, 10 van de 14:						
Axes	1	2	3	4	Total inertia	
Eigenvalues	:	0.292	0.244	0.167	0.138	3.889
Species-envir. correlations	:	0.958	0.958	0.860	0.900	
Cumulative percentage variance						
of species data	:	7.5	13.8	18.1	21.6	
of species-environ. relation:		21.5	39.5	51.9	62.0	

In Figuur 50 is het ordinatiediagram van deze analyse getoond, waarbij Figuur 51 een detail weergeeft waarin de variabelen duidelijker zijn te zien. In Tabel 6 is de correlatie tussen de gemeten parameters weergegeven. Er is een aantal variabelen die

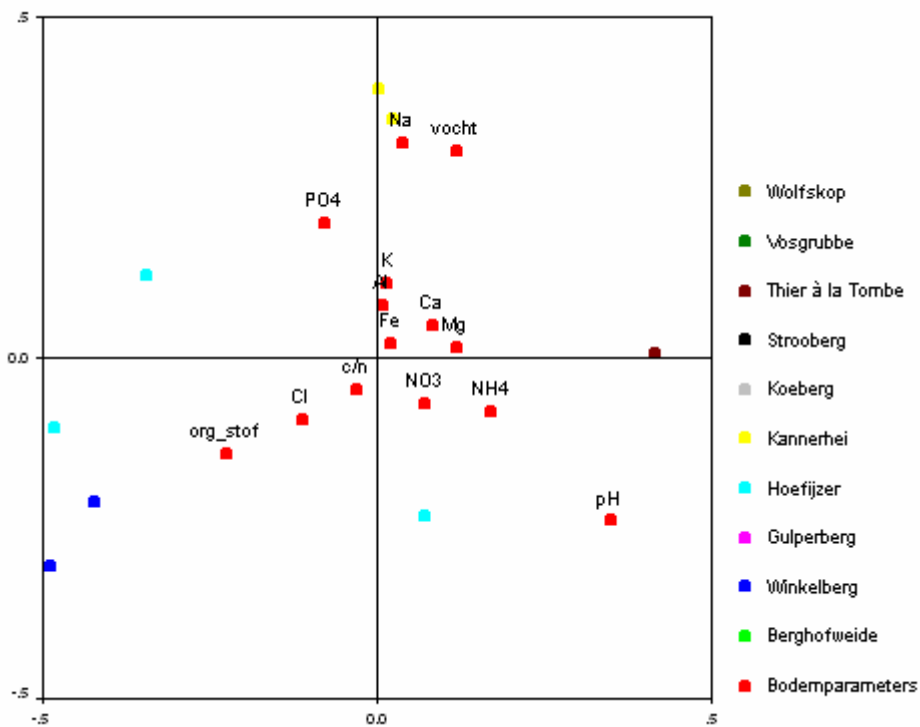
weinig correlatie met de rest had. Dit zijn Na, C/N en K. De overige parameters hebben een correlatie-coëfficiënt  $> 0.4$  ten opzichte van een andere parameter.

Op basis van de correlaties in Tabel 6 zijn vier subsets geselecteerd, waarbij per subset variabelen zijn gebruikt die een correlatie kleiner dan 0.4 hadden.

1. Ca, organische stof, Fe, NO<sub>3</sub>, Na, C/N, K
2. pH, PO<sub>4</sub>, Mg, Cl, Na, C/N, K
3. vocht, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, C/N, K
4. Al + NO<sub>3</sub>, Na, C/N, K



Figuur 50 Ordinatiediagram (CCA, worteltransformatie) van de 47 plots



Figuur 51 Detail van het in Figuur 57 getoonde ordinatiediagram

Tabel 6 Correlatie tussen de 14 parameters (> 0.4 is vergedrukt)

Al (KCl)	1.00																	
Ca (KCl)	<b>-0.62</b>	1.00																
Mg (KCl)	<b>-0.45</b>	<b>0.70</b>	1.00															
NH4 (KCl)	<b>0.51</b>	<b>-0.47</b>	-0.33	1.00														
vocht	<b>-0.39</b>	<b>0.62</b>	<b>0.52</b>	-0.21	1.00													
pH_H2O	<b>-0.66</b>	<b>0.79</b>	0.35	<b>-0.49</b>	<b>0.54</b>	1.00												
Fe (demi)	0.36	-0.37	-0.26	<b>0.70</b>	-0.14	-0.37	1.00											
Cl (demi)	0.25	-0.10	-0.19	<b>0.54</b>	-0.09	-0.04	<b>0.50</b>	1.00										
NO3 (demi)	-0.04	0.07	-0.12	0.17	-0.09	0.23	-0.22	<b>0.56</b>	1.00									
PO4 (demi)	-0.11	0.04	0.10	0.10	0.12	0.13	0.08	0.20	0.23	1.00								
Na (demi)	-0.12	0.14	0.29	-0.14	0.19	-0.03	-0.03	-0.24	-0.21	-0.11	1.00							
K (demi)	-0.02	-0.16	0.01	0.23	-0.19	-0.07	0.04	0.15	0.17	0.32	-0.29	1.00						
c/n	0.13	-0.34	-0.33	0.26	-0.20	-0.26	0.27	0.04	-0.34	0.04	-0.16	0.06	1.00					
org_stof	-0.33	<b>0.39</b>	0.23	-0.03	<b>0.60</b>	<b>0.50</b>	-0.02	0.18	0.11	<b>0.45</b>	-0.27	0.22	0.25	1.00				
	Al	Ca	Mg	NH4	vocht	pH	Fe	Cl	NO3	PO4	Na	K	c/n	org_stof				

### Subset 1

In de eerste subset zijn de in Tabel 7 genoemde variabelen geanalyseerd samen met de soortgegevens. De correlatie tussen de variabelen van subset 1 ligt allemaal onder de 0.4.



Tabel 7 Subset parameters en de verklarende variantie binnen de dataset. Vetgedrukt zijn de variabelen waarvan de verklarende variantie (v.v.) statistisch significant zijn ( $p < 0.05$ )

Parameter	v.v.	Totaal v.v.	P (uit permutatietest)
Na	0.25	0.25	0.0120
Ca	0.18	0.42	0.0020
Org_stof	0.14	0.57	0.0080
Fe	0.12	0.69	0.0740
NO3	0.12	0.81	0.0400
C/N	0.12	0.93	0.0300
K	0.06	0.99	0.6540

### Subset 2

In de tweede subset zijn de in Tabel 8 genoemde variabelen geanalyseerd samen met de soortgegevens. De correlatie tussen de variabelen van subset 2 ligt allemaal onder de 0.35.

Tabel 8 Subset parameters en de verklarende variantie binnen de dataset. Vetgedrukt zijn de variabelen waarvan de verklarende variantie (v.v.) statistisch significant zijn ( $p < 0.05$ )

Parameter	v.v.	Totaal v.v.	P (uit permutatietest)
Na	0.25	0.25	0.0120
pH	0.18	0.42	0.0020
PO4	0.14	0.56	0.0030
Mg	0.13	0.69	0.0220
C/N	0.12	0.81	0.0320
Cl	0.10	0.91	0.1000
K	0.06	0.98	0.6780

### Subset 3

In de derde subset zijn de in Tabel 9 genoemde variabelen geanalyseerd samen met de soortgegevens. De correlatie tussen de variabelen van subset 3 ligt allemaal onder de 0.34.

Tabel 9 Subset parameters en de verklarende variantie binnen de dataset. Vetgedrukt zijn de variabelen waarvan de verklarende variantie (v.v.) statistisch significant zijn ( $p < 0.05$ )

Parameter	v.v.	Totaal v.v.	P (uit permutatietest)
Na	0.25	0.25	0.0120
Vocht	0.16	0.41	0.0020
NO3	0.12	0.53	0.0580
C/N	0.12	0.65	0.0420
NH4	0.11	0.75	0.1200
K	0.07	0.83	0.4680

### Subset 4

In de vierde subset zijn de in Tabel 10 genoemde variabelen geanalyseerd samen met de soortgegevens. De correlatie tussen de variabelen van subset 4 ligt allemaal onder de 0.34.

Tabel 10 Subset parameters en de verklarende variantie binnen de dataset. Vetgedrukt zijn de variabelen waarvan de verklarende variantie (v.v.) statistisch significant zijn ( $p < 0.05$ )

Parameter	v.v.	Totaal v.v.	P (uit permutatietest)
Na	0.25	0.25	0.012
Al	0.13	0.37	0.058
C/N	0.12	0.50	0.020
NO <sub>3</sub>	0.13	0.62	0.050
K	0.07	0.69	0.516

In Tabel 11 is de correlatie tussen de assen en de relevante 9 bodemparameters weergegeven. Met de variatie op de tweede as is Na het sterkst gecorreleerd, gevolgd door nitraat. Met de tweede as is Calcium het sterkst gecorreleerd, samen met pH.

Tabel 11 Correlatie matrix tussen de gemeten bodemparameters en de gebanteerde assen, op basis van een worteltransformatie van de gegevens, waarbij de negen verklarende variabelen worden getoond. De variabelen die het best gecorreleerd zijn aan de variatie zijn vetgedrukt

Parameter	As 1	As 2	As 3
calcium	0.0085	-0.7662	-0.1546
magnesium	0.3812	-0.4840	-0.2527
vochtpercentage.	0.2869	-0.4882	0.2589
pH	-0.3658	-0.7505	0.1066
NO <sub>3</sub>	-0.5490	-0.2782	0.3451
PO <sub>4</sub>	-0.0130	0.0555	0.6095
natrium	0.6874	-0.2331	-0.0229
C/N-getal	-0.1609	0.5836	-0.1438
Organisch stofgehalte	-0.2601	-0.0700	0.2828

### **Enkele conclusies**

- De parameters pH, Na, vocht, organische stof, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Mg komen uit de uitgevoerde analyses als verklarend voor de aanwezige variatie naar voren. Vanuit de analyses van de subsets komen ook Ca en C/N-getal als verklarend naar voren;
- Op basis van de soortensamenstelling en gemeten bodemparameters worden wederom de opnamen van de Koeberg en de Berghofweide afgescheiden van de andere terreinen;
- Aan de eerste as is natrium het sterkst gecorreleerd, gevolgd door nitraat. Aan de tweede as is calcium het sterkst gecorreleerd, samen met pH;
- De gegevens van de Koeberg worden gekarakteriseerd door een hoge pH, veel (uitwisselbaar) calcium, weinig vrije nitraat en veel vrije chloride in de bodem;
- De gegevens van de Berghofweide worden gekarakteriseerd door veel (uitwisselbaar) calcium, veel (uitwisselbaar) magnesium, veel vrije nitraat, veel vrije natrium en weinig vrije chloride in de bodem.

## **5.5 Analyse data binnen heischraal grasland in Nederland**

Om een beeld te krijgen van de overeenkomsten en verschillen tussen de Limburgse heischrale graslanden en de heischrale graslanden in de rest van Nederland, zijn de huidige gemeten bodemparameters waar mogelijk ook vergeleken met data van De

Graaf (zie ook De Graaf et al. 1994; De Graaf et al. 2004). Hierbij zijn de meetgegevens uit 2001 van de proefvlakken gebruikt die niet bewerkt zijn (niet geplagd en blanco).

De vergelijking is gemaakt met gegevens uit de volgende droge heischrale terreinen:

1. Schaopedobbe (Arnicaveld, Heideveld en Grasland).
2. Holther zand (Groote veld en Rozenkransje).
3. Hunehuis (pq A, B, C, D en F).
4. Borkeld (Arnicaveld).

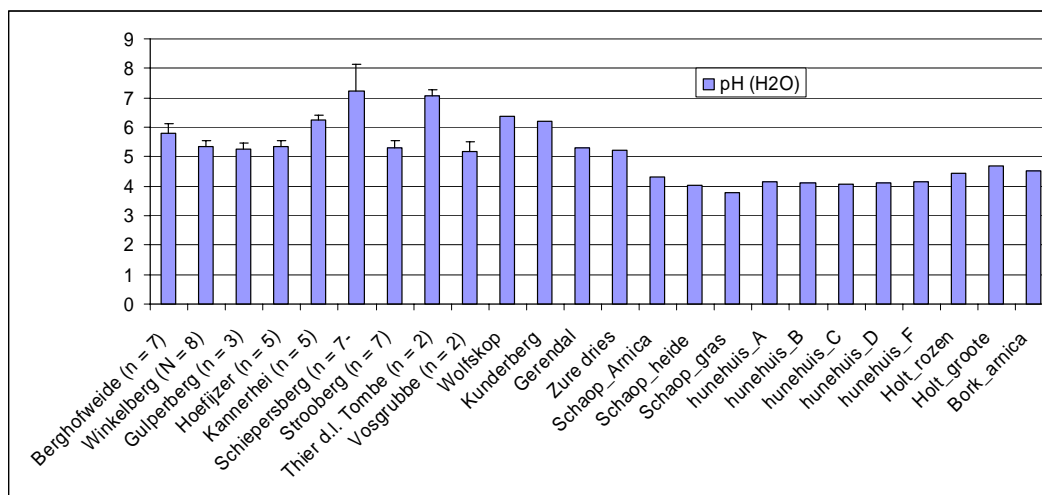
Alle resultaten zijn weergegeven in mmol/kg droge bodem.

### ***Vergelijking data***

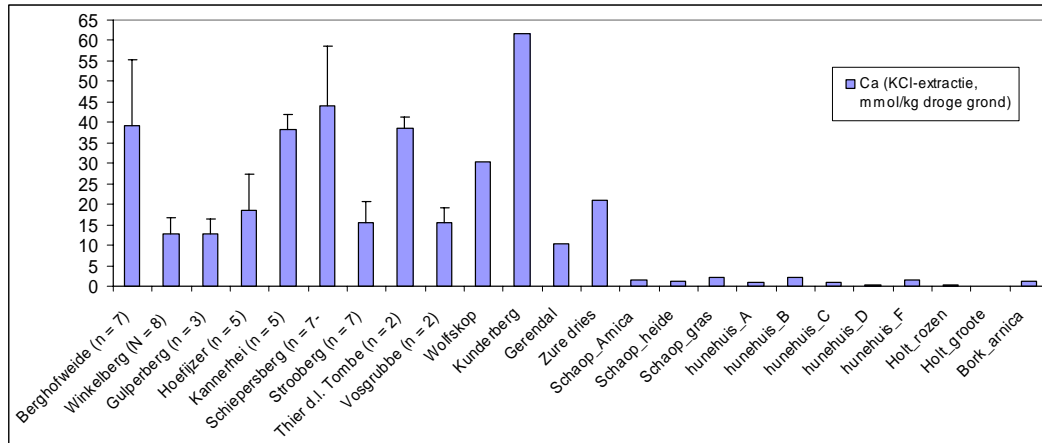
Het bleek mogelijk om de volgende bodemparameters met elkaar te vergelijken: vochtpercentage (in beide datasets berekend door het versgewicht-drooggewicht te delen door het drooggewicht), pH (H<sub>2</sub>O), Ca (KCl-/NaCl-extractie), Mg (KCl-/NaCl-extractie), NH<sub>4</sub>(KCl-/NaCl-extractie), Al (demi-extractie), Cl (demi-extractie), NO<sub>3</sub> (demi-extractie), NA (demi-extractie) K (demi-extractie) en SO<sub>4</sub> (demi-extractie).

In Figuur 59, 60, 61 en 62 zijn grafieken weergegeven met de resultaten van de vergelijking.

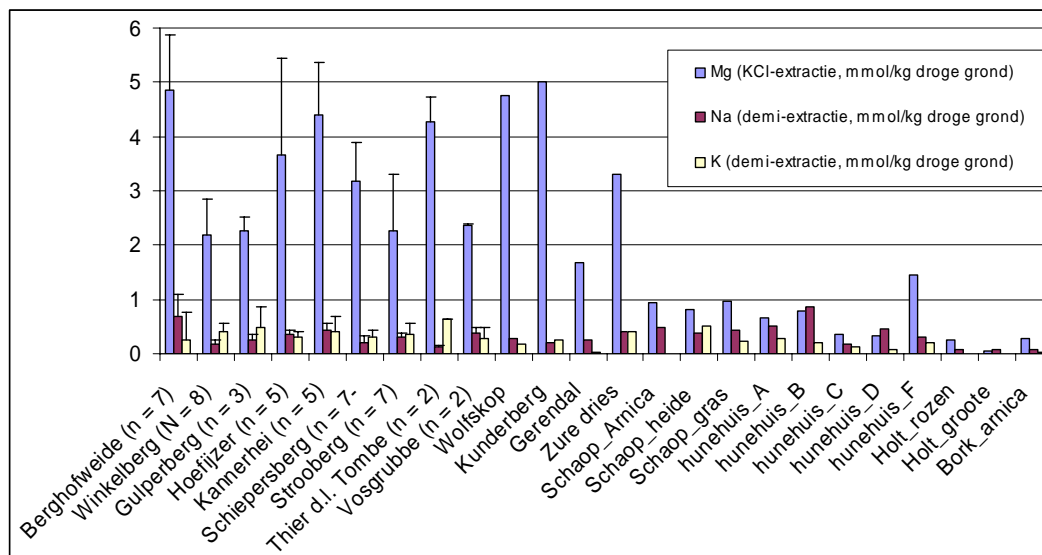
De pH in de Zuid-Limburgse data blijkt gemiddeld hoger dan de pH in de overige heischrale graslanden (gem. 5,7 voor de Zuid-Limburgse data en gem. 4,2 voor de andere data). Verder is er veel meer uitwisselbaar Calcium, Magnesium, Natrium en Kalium in de Zuid-Limburgse data dan in de overige data.



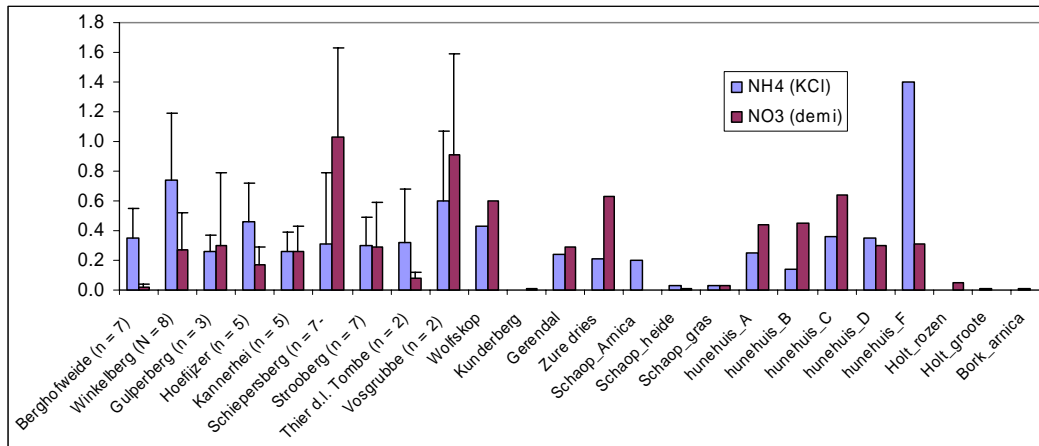
Figuur 52 Vergelijking van de bodem-pH(H<sub>2</sub>O) van Zuid-Limburgse heischrale graslanden met andere heischrale graslanden



Figuur 53 Vergelijking van de calcium-concentratie (mmol/kg droge grond) van Zuid-Limburgse beischrale graslanden met andere beischrale graslanden



Figuur 54 Vergelijking van de concentratie Mg, Na en K (mmol/kg droge grond) van Zuid-Limburgse beischrale graslanden met data van andere beischrale graslanden



*Figuur 55 Vergelijking van de nitraat- en ammonium-concentratie van Zuid-Limburgse heischrale graslanden met data van andere heischrale graslanden*

***Enkele conclusies***

- Bij vergelijking van de pH blijken de Zuid-Limburgse graslanden gemiddeld een hogere pH te hebben dan de overige data (gem. 5,7 voor de Zuid-Limburgse data en 4,2 voor de andere data); In Roelofs et al. (1996) wordt een gemiddelde pH van 4,4 genoemd voor goed ontwikkeld heischraal grasland (n=8)
- Er zit veel meer uitwisselbaar calcium, magnesium, natrium en kalium in de Zuid-Limburgse data dan in de overige data.



## 6 Veranderingen in de tijd

De afgelopen decennia zijn er weinig vegetatie-opnamen van heischraal grasland in Zuid-Limburg gemaakt. In totaal betreft het ongeveer drie à vierhonderd beschrijvingen, waarvan slechts enkele dateren uit de periode dat de heischrale graslanden vermoedelijk nog goed ontwikkeld waren. Een betere informatiebron voor de historische situatie vormen floristische aantekeningen, waarvan vooral die van amateurbotanicus De Wever van groot belang zijn. Uit deze en andere gegevens blijkt dat nogal wat voor het heischrale grasland kenmerkende soorten een sterke achteruitgang hebben gekend. Wat de vegetatiebeschrijvingen betreft, is het merendeel van de opnamen gemaakt in het kader van een doctoraalonderwerp, waarbij doorgaans de begroeiing van één terrein met behulp van enkele tientallen opnamen werd beschreven. Opsplitsing van deze dataset in verschillende tijdsperiodes voor een analyse van de veranderingen in de tijd leidt hierdoor tot groepen opnamen, die zijn gemaakt in één terrein in één bepaald jaar, vaak ook met één auteur. Hierdoor is het niet mogelijk de veranderingen in het systeem heischraal grasland te onderzoeken; er worden op deze manier bovenal verschillen tussen terreinen en waarnemers in beeld gebracht.

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de veranderingen in de tijd op basis van zowel de floristische als de vegetatiekundige waarnemingen. In Paragraaf 6.1 wordt aandacht besteed aan de floristische analyse, waarbij een aantal kenmerkende heischrale soorten een voor een tegen het licht worden gehouden. Voor de vegetatiekundige analyse zijn twee benaderingen gehanteerd (Paragraaf 6.2). Voor een tweetal terreinen waarvan naar verhouding grote databestanden voorhanden waren, zijn de veranderingen statistisch getoetst, terwijl de resterende dataset anekdotisch besproken wordt.

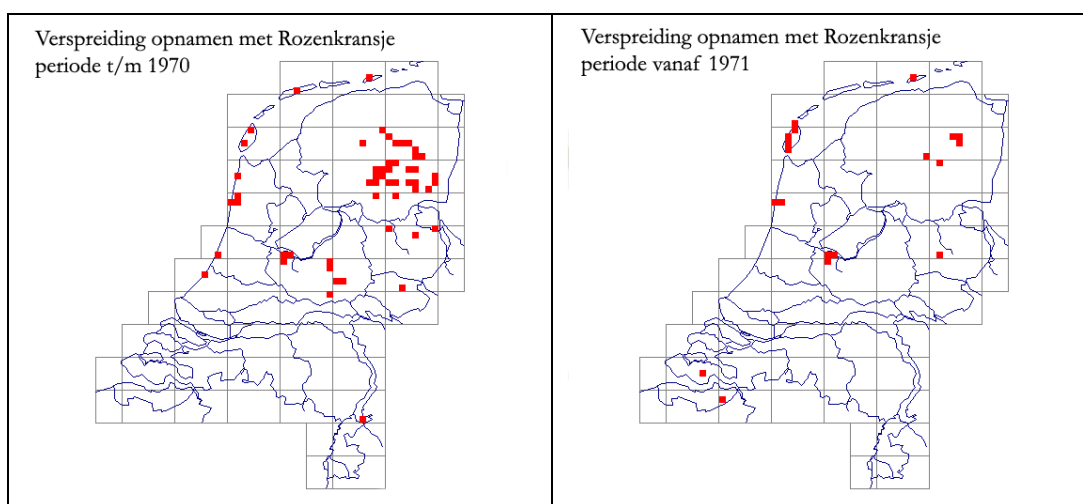
### 6.1 Floristische analyse

Wat de floristische analyse betreft richten we ons op een aantal kenmerkende soorten, te weten Rozenkransje, Valkruid, Parnassia en Veldgentiaan. Voor een viertal heischrale soorten (Betonie, Hondsviooltje, Tormentil en Tandjesgras) verwijzen we in dit verband ook naar Paragraaf 4.3, waar deze soorten bij de bespreking van de transecten uitvoerig aan de orde komen.

#### ***Rozenkransje (Antennaria dioica)***

Uit de botanische gegevens van De Wever (1911-1923) blijkt Rozenkransje in Zuid-Limburg in een heideveen bij de Bauberg, op de Meersenerberg, op de Berger-, Vilter- en Geulemerheide, bij het Vijlenerbosch, op de Soesberg, en op de Pietersberg tussen Canne en Caestert voor te zijn gekomen. In 1978 werd zij nog waargenomen op de Kunderberg (mond. meded. Willems), maar nu komt de soort helemaal niet meer voor in Zuid-Limburg.

In de Landelijke Vegetatie Databank zijn geen opnamen opgenomen met het Rozenkransje in Zuid-Limburg. Wanneer we de spreiding van opnamen met deze heischrale soort in de rest van Nederland in de perioden vóór en na 1970 met elkaar vergelijken, zijn er 119 opnamen uit de periode t/m 1970 en 72 opnamen uit de periode erna. In Figuur 56 is de verspreiding van de opnamen in deze perioden weergegeven. In de Atlas van de Nederlandse flora wordt Rozenkransje vóór 1950 vermeld van 336 uurhokken, terwijl de soort na 1950 slechts in 73 uurhokken is gevonden. De situatie in Zuid-Limburg (ten Zuiden van Geleen) is nog slechter; terwijl er tot 1950 in 7 uurhokken Rozenkransje werd gevonden, is de soort in de periode erna nog maar van 1 hok bekend.



Figuur 56 Verspreiding van opnamen met Rozenkransje, links de periode t/m 1970, rechts de periode vanaf 1971

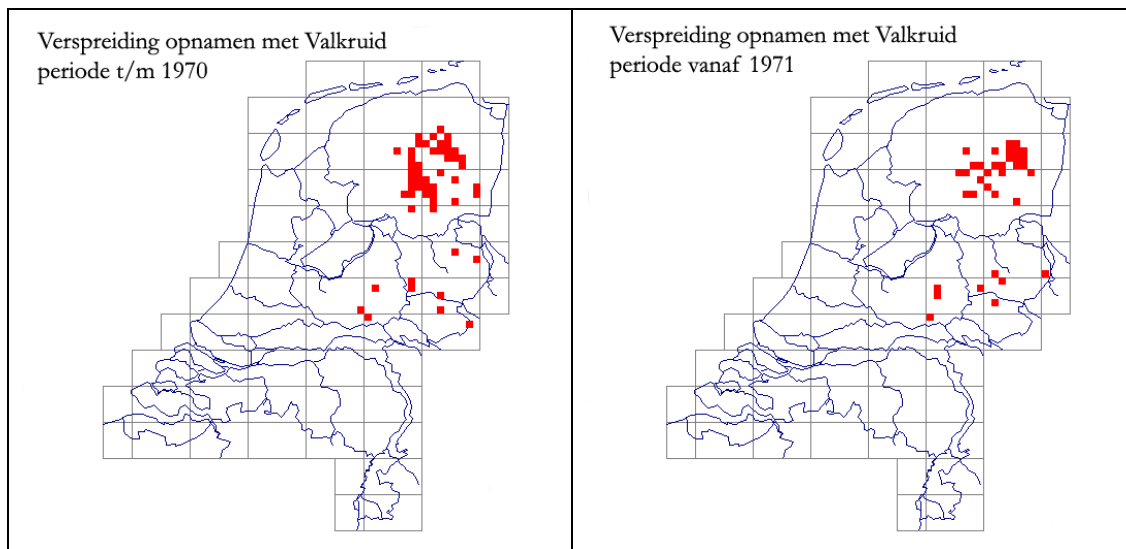
### **Valkruid (*Arnica montana*)**

De Wever (1911-1923) vermeldt Valkruid als ‘thans zoo goed als verdwenen uit ons gewest’, maar de soort was aanwezig tot ongeveer 1872 nog op de Meersenerberg, tot 1855 op de Houthemerberg en tot 1919 in het Veen te Brunssum bij de Wolfskeel.

In de Landelijke Vegetatie Databank zijn geen opnamen opgenomen met Valkruid in Zuid-Limburg. Wanneer we de spreiding van opnamen met deze heischrale soort in de rest van Nederland in de perioden vóór en na 1970 met elkaar vergelijken, zijn er 132 opnamen uit de periode t/m 1970 en 108 opnamen uit de periode erna. In Figuur 57 is de verspreiding de opnamen in deze perioden weergegeven. Duidelijk is te zien dat het aantal uurhokken is afgenomen (van 52 naar 35), terwijl het aantal opnamen met deze soort veel minder is afgenomen (de standplaats van de resterende populaties wordt vaak meermalen met een opname gemonitord). In de Atlas van de Nederlandse Flora komt Valkruid vóór 1950 in 217 uurhokken voor, terwijl dit in de periode erna nog in 112 uurhokken is. In Zuid-Limburg (ten Zuiden van Geleen) komt de soort vóór 1950 in 1 uurhok voor (ten oosten van Maastricht) en in 1



uurhok na 1950. Deze vondst komt uit 1951 in de omgeving van Eijgelshoven, waarbij is vermeld dat de soort vermoedelijk thans (1985) niet meer voorkomt.



Figuur 57 Verspreiding van opnamen met Valkruid, links de periode t/m 1970, rechts de periode vanaf 1971

### ***Parnassia (Parnassia palustris)***

*Parnassia* blijkt in Zuid-Limburg op minimaal 59 groeiplaatsen te zijn voorgekomen (Willems 1982c). In 1950 is de soort nog slechts op een vijftal plaatsen waargenomen en na 1950 is de soort op nog 3 standplaatsen waargenomen. In 1982 (Willems 1982c) kwam de soort nog op 2 plekken voor: aan de bovenrand van de Kunderberg (heischraal) en in Karthagen (een bronmilieu op een helling). Een aantal van de 59 oude vindplaatsen heeft betrekking op de heischrale milieus, zoals bijvoorbeeld de westhelling van de Sint Pietersberg tegenover het kasteel Neerkanne, de Berghofweide, de Schiepersberg en de Stroo- en Winkelberg (Willems 1982).

Aangezien de soort indicatief is voor niet alleen heischraal grasland in Zuid-Limburg, maar ook voorkomt in op de rand van strandvlakten, natte duinvalleien, trilvenen, blauwgraslanden en vochtige, open grazige heiden (Weeda et al. 1985), biedt een landelijke verspreidingskaart niet veel inzicht in de opgetreden veranderingen van de soort in haar heischrale milieu. De Landelijke Vegetatie Databank herbergt slechts 2 opnamen uit Zuid-Limburg, waarvan één uit 1951 (Winthagerberg) en één uit 1991 (Kunderberg). In de Atlas van de Nederlandse Flora wordt de soort in Zuid-Limburg (ten Zuiden van Geleen) vermeldt in 19 uurhokken vóór 1950 en in twee uurhokken in de periode erna.

### ***Veldgentiaan (Gentiana campestris)***

De Veldgentiaan kwam in 1914 nog enkele exemplaren voor op de Pietersberg tegenover het kasteel van Canne (De Wever 1911-1923), verder alleen op Belgisch gebied. In Schaik et al. (1938) wordt de soort vermeld van de westhelling tegenover het kasteel Canne. De kruising (*Germanica chlorifolia*) is vermeld voor de Pietersberg door Lejeune in 1824 (Lejeune 1824).

In de Landelijke Vegetatiedatabank komt de soort voor in 63 opnamen, waarvan er 61 voorkomen in de duinen, aan de rand van duinvalleien. Slechts een tweetal opnamen komen uit Zuid-Limburg. Een ervan is gemaakt in 1941 door Westhoff onder de Eyser bossen, de andere in 1981 door Schaminée op de Kunderberg. In de Atlas van de Nederlandse flora komt de soort voor in 31 uurhokken voor 1950 en 9 hokken in de periode erna. Hiervan komen er alleen in de periode tot 1950 twee voor (Pietersberg en nabij Eyser bossen) ten zuiden van Geleen.

## 6.2 Vegetatiekundige analyse

Alleen voor het Bemelerbergcomplex en de Berghofweide blijken voldoende data (resp. 65 en 238 opnamen) beschikbaar om de veranderingen in de tijd op een statistisch verantwoorde wijze te kunnen onderzoeken. Voor elk van de terreinen zijn synoptische tabellen gemaakt van de onderscheiden perioden. De trends hierbinnen zijn statistisch onderzocht door middel van een chi-kwadraat-toets, waarbij per soort is gekeken of de gevonden veranderingen statistisch kunnen worden verantwoord.

### 6.2.1 Bemelerbergcomplex

Van het gehele Bemelerbergcomplex (Winkelberg, Strooberg en Hoefijzer) zijn 65 heischrale opnamen geselecteerd van de periode 1936 t/m 2003. Deze opnamen zijn in vier groepen verdeeld. De herkomst van de opnamen (jaren en auteurs) zijn weergegeven in Bijlage 8. In Tabel 12 wordt de synoptische tabel van een selectie van soorten weergegeven.

Tabel 12 Synoptische tabel van de opnamen van het Bemelerbergcomplex. De verschillende perioden staan in de verschillende kolommen

Vegetatieperiode	1936-51		1969		1980-93		2003	
Aantal opnamen	10	35	19	41	21	24	15	40
Brachypodium pinnatum	100	35	100	41	100	24	100	40
Galium verum	90	6	63	6	71	2	60	3
Danthonia decumbens	70	4	74	6	95	7	100	12
Stachys officinalis	70	8	100	20	95	3	80	5
Anthoxanthum odoratum	60	3	95	9	95	4	93	3
Campanula rotundifolia	90	3	32	6	95	3	93	4
Lotus corniculatus	80	3	84	11	57	2	27	2
Festuca ovina ag.	80	4	26	19	76	6	27	6
Pimpinella saxifraga	60	2	16	2	76	2	40	3
Plantago lanceolata	100	4	53	6	38	7	73	3
Achillea millefolium	70	2	79	11	71	2	47	3
Potentilla erecta	50	2	74	16	71	7	33	5
Hieracium pilosella	90	8	47	9	29	3	40	3
Briza media	80	2	47	8	24	2	7	2
Sanguisorba minor	70	3	37	24	14	3	.	.
Ononis repens	60	8	26	7	5	4	.	.
Luzula multiflora	.	.	58	7	.	.	.	.
Scabiosa columbaria	40	3	47	2	5	3	.	.
Poa pratensis	40	5	26	4	10	2	13	3
Agrostis capillaris	60	6	.	.	86	15	93	16

Vegetatieperiode	1936-51	1969	1980-93	2003				
Agrostis stolonifera	30	4	84	12	10	6	53	3
Centaurea jacea	70	7	.		62	2	73	4
Luzula campestris	60	4	.		86	2	93	3
Rumex acetosa	50	2	.		81	2	60	2
Hypericum perforatum	50	3	53	5	71	2	53	2
Viola canina	50	4	26	5	14	1	20	8
Calluna vulgaris	50	2	11	2	38	3	13	38
Cytisus scoparius	50	2	.		14	2	33	10
Agrostis canina	40	8	.		10	53	.	
Rosa species	40	2	.		.	.	.	
Thymus pulegioides	40	2	.		14	5	13	3
Carex flacca	40	1	21	10	.	.	.	
Hypochaeris radicata	40	2	32	8	29	2	87	4
Carex caryophylla	30	2	47	4	48	4	67	13
Agrimonia eupatoria	30	2	37	16	14	1	13	2
Holcus lanatus	40	2	.		14	2	40	2
Polygala vulgaris	30	2	37	5	29	2	47	3
Daucus carota	20	3	58	10	14	2	20	2
Rumex acetosella	20	2	58	5	24	2	27	2
Leontodon hispidus	20	2	26	9	48	2	33	3
Knautia arvensis	40	2	.		29	2	13	3
Succisa pratensis	30	2	.		52	4	20	4
Hieracium umbellatum	20	2	68	9	76	2	67	4
Festuca rubra	.	.	21	2	38	17	80	28
Carex pilulifera	10	2	.		57	5	13	3
Quercus robur	.	.	5	1	10	2	53	2
Crataegus monogyna	20	3	16	2	24	2	53	2
Jasione montana	.	.	11	1	19	3	20	2
Cuscuta epithymum	30	2	.		5	1	13	6
Aira caryophylla	20	3	.		10	2	13	3
Centaureum erythraea	20	3	.		19	2	13	3
Rosa rubiginosa	.	.	11	2	5	2	13	2
Origanum vulgare	20	2	11	8	.	.	7	2
Ranunculus bulbosus	20	2	5	2	14	1	.	
Carlina vulgaris	20	3	5	1	10	3	.	
Leucanthemum vulgare	10	3	5	2	10	1	.	
Arenaria serpyllifolia	10	2	.		10	2	.	
Koeleria macrantha	30	2	5	2	10	2	.	
Arabis hirsuta	10	2	5	3	10	2	.	
Euphrasia stricta	20	2	.		10	2	.	
Echium vulgare	10	3	11	3	10	2	.	
Linum catharticum	10	1	21	5	19	2	.	
Platanthera bifolia	10	2	21	2	19	1	.	
Trisetum flavescens	30	1	11	3	19	8	.	
Taraxacum species	20	2	11	2	5	1	.	
Dactylis glomerata	10	1	11	2	5	2	.	

Als eerste valt op dat in de tweede periode (de opnamen uit 1969 van Van der Lely-van Bommel & Van Niekerk-Brouwer) een aantal indicatieve soorten ontbreekt, dan wel juist (over)vertegenwoordigd is. Opvallend is dat zowel enkele van de ‘oververtegenwoordigde’ soorten (*Agrimonia eupatoria*, *Agrostis stolonifera*, *Anthoxanthum odoratum*, *Daucus carota*, *Hieracium sabaudum*, *Lotus corniculatus* en *Rumex acetosella*) als de ‘onderverteenwoordigde’ soorten (*Agrostis capillaris*, *Campanula rotundifolia*, *Centaurea jacea*, *Genista tinctoria*, *Hieracium pilosa*, *Luzula campestris*, *Pimpinella saxifraga*, *Rumex acetosa* en *Succisa pratensis*) lijken te wijzen op verzuivering. Dit geldt in mindere mate ook voor *Festuca ovina*, *Calluna vulgaris* en *Carex pilulifera*. Een verklaring hiervan kan

worden gezocht in het beheer: bekend is dat het grasland op de Bemelerberg na het wegnemen van het traditionele beheer met schapenbeweiding (in 1923) erg veruigde en vervulde tot in 1979 opnieuw begrazing met mergellandschappen werd ingesteld. De opnamen uit 1969 zijn dus precies tijdens deze veruigde periode gemaakt. De opnamen uit de periode erna zijn van de jaren 1981 (n = 6), 1983 (n = 6), 1986 (n = 6) en 1993 (n = 3) en sluiten wat betreft hun soortensamenstelling goed aan bij zowel de eerst als de laatste periode: het herstellen van het beheer in 1979 lijkt op het eerste gezicht snel resultaten te hebben opgeleverd.

Omdat de soortensamenstelling van de opnamen uit de tweede periode behoorlijk verschillen van de overige perioden (1, 3 en 4) en dit de statistische verwerking van de data erg beïnvloedde, is de tweede periode met de statistische verwerking achterwege gelaten en is (in tweede instantie) alleen naar periode 1, 3 en 4 gekeken. Met behulp van de chi-kwadraat-toets (gebaseerd op de presentie-absentiegegevens van de afzonderlijke opnamen in de verschillende periode) komt voor een aantal soorten een trend naar voren (Tabel 13). Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat voor alle getoetste soorten geldt dat de toets minder betrouwbaar is, aangezien de steekproef erg klein is. De soorten waarvan het voorkomen een patroon vertoont, kunnen worden onderverdeeld in vijf groepen. De eerste groep betreft soorten die duidelijk achteruit zijn gegaan. Dit zijn voor een groot deel kalkgraslandsoorten. De tweede groep betreft soorten die zijn toegenomen. De derde groep betreft soorten met een afwijkende trend. Deze soorten komen bijvoorbeeld slechts in één periode voor of vertonen geen duidelijke trend. De vierde groep betreft twee waarnemingen op genus-niveau, waarvan vergelijking met andere data niet mogelijk is. De laatste groep betreft de mossen en korstmossen. Deze groep is niet consequent in elke opname gedetermineerd en gevonden veranderingen zijn daarom niet representatief voor het systeem. Een afname van kalkgraslandsoorten lijkt een algemene trend in Tabel 13.

De oorzaak van deze trend is gedeeltelijk terug te voeren op de opname-methode: waar in periode 3 en 4 sprake is van opnamen met een oppervlakte van tussen de 2 en 25 m<sup>2</sup> (drie met een onbekende oppervlakte), hebben zeven van de tien opnamen uit de eerste periode een oppervlakte tussen de 30 en de 3600 m<sup>2</sup>. Van de overige drie opnamen is de oppervlakte niet bekend. Hiermee is de gevonden trend (afname kalkgraslandsoorten) onbetrouwbaar geworden, aangezien het zeer goed mogelijk is dat door de grote oppervlakte geen homogene vegetatie-opnamen zijn gemaakt, maar gedeelten kalkgrasland in de opnamen uit de eerste periode zijn meegenomen.

*Tabel 13 Soorten waarvan het voorkomen in de drie perioden een trend vertonen (p<0.05)*

Soorten	Presentie			P
	1936-1951	1980-1993	2003	
<b>Afgenomen</b>				
Hieracium pilosella	90	29	40	0.01
Festuca ovina ag.	80	76	27	0.00
Lotus corniculatus	80	57	27	0.03
Briza media	80	24	7	0.00
Sanguisorba minor	70	14	0	0.00
Ononis repens	60	5	0	0.00
A. vinealis & canina	40	24	0	0.04

Soorten	Presentie			P
	1936-1951	1980-1993	2003	
Helictotrich pubescens	40	14	0	0.02
Scabiosa columbaria	40	5	0	0.00
Cirsium acaule	40	0	0	0.00
Carex flacca	40	0	0	0.00
Leontodon saxatilis	30	5	0	0.02
Galium pumilum	30	0	0	0.00
Plantago media	20	0	0	0.02
Primula veris	20	0	0	0.02
Ranunculus acris	20	0	0	0.02
Molinia caerulea	20	0	0	0.02
Platanthera chlorantha	20	0	0	0.02
Bunium bulbocastanum	20	0	0	0.02
Campanula rapunculoide	20	0	0	0.02
Carex spicata	20	0	0	0.02
Crataegus species	20	0	0	0.02
<b>Toegenomen</b>				
Hieracium laevigatum	0	14	47	0.01
Cerastium fontanum	0	10	53	0.00
Quercus robur	0	10	53	0.00
Hypochaeris radicata	40	29	87	0.00
A. capillaris & stolonifera	60	90	100	0.01
Anthoxanthum odoratum	60	95	93	0.02
Festuca rubra	30	76	80	0.02
Danthonia decumbens	70	95	100	0.02
<b>Soorten met een onduidelijke trend</b>				
Betula pendula	0	24	0	0.04
Plantago lanceolata	100	38	73	0.00
Carex pilulifera	10	57	13	0.00
Hieracium umbellatum	20	76	67	0.01
Genista pilosa	10	38	0	0.01
Agrostis stolonifera	30	10	53	0.02
Poa angustifolia	0	29	0	0.02
Fraxinus excelsior	0	0	20	0.04
<b>Alleen genus-niveau</b>				
Rosa species	40	0	0	0.00
Agrostis species	30	0	0	0.00
<b>Mossen</b>				
Leptobryum pyriforme	0	29	0	0.02
Cephaloziella divaricata	0	33	0	0.01
Brachythecium velutinum	0	24	0	0.04
Ceratodon purpureus	0	24	0	0.04
Fissidens taxifolius	0	38	0	0.00
Bryum rubens.	0	38	0	0.00
Korstmossen (overige)	0	0	20	0.04

Met een vergelijking van alleen de laatste twee perioden, blijken slechts een kleine groep soorten met de chi-kwadraat-toets (gebaseerd op de presentie-absentiegegevens van de afzonderlijke opnamen in de verschillende periode) een trend te vertonen (Tabel 14). Wel blijken nu enkele soorten een (getoetst) betrouwbaar resultaat op te leveren. De trend van de mossoorten is ook hier niet representatief, omdat mossen niet in elke opnamen zijn opgenomen.

Tabel 14 *Vergelijking laatste twee perioden. Soorten met minder betrouwbare trends zijn met een \* gemarkeerd*

Presentie	1980-1993	2003	
Soorten	(n = 21)	(n = 15)	p
<b>Afname</b>			
Festuca ovina ag.	76	27	0.00
Carex pilulifera	57	13	0.01
Genista pilosa*	38	0	0.01
Poa angustifolia*	29	0	0.02
<b>Toename</b>			
Hypochaeris radicata	29	87	0.00
Cerastium fontanum*	10	53	0.00
Quercus robur*	10	53	0.00
Agrostis stolonifera*	10	53	0.00
Hieracium laevigatum*	14	47	0.03
Plantago lanceolata	38	73	0.04
<b>Mossen</b>			
Fissidens taxifolius*	38	0	0.01
Bryum ruben s.l. Mitt.*	38	0	0.01
Cephaloziella divaricata*	33	0	0.01
Leptobryum pyriforme*	29	0	0.02

## 6.2.2 Berghofweide

De Berghofweide is maar liefst drie keer uitgebreid vegetatiekundig onderzocht (in de jaren 1968, 1971 en 1980). Hiermee zijn van deze locatie vele opnamen beschikbaar, die in onderstaande analyse zijn gebruikt. In Tabel 15 wordt een synoptische tabel gepresenteerd met een selectie van de gevonden soorten.

Tabel 15 *Synoptische tabel van de Berghofweide met een selectie van de soorten (alleen soorten die in drie of meer van de laatste vier perioden voorkomen zijn opgenomen)*

Vegetatieperiode	1944-		1968		1971		1980-		1991-	
	1948						1981		2003	
Aantal opnamen	3		73		68		83		11	
Centaurea jacea	100	6	93	3	88	4	96	5	100	8
Plantago lanceolata	100	3	90	7	94	7	94	7	100	11
Agrostis capillaris	67	3	88	11	19	9	89	19	64	6
Festuca rubra	33	3	82	30	78	13	94	15	91	31
Holcus lanatus	33	2	74	4	81	4	83	11	55	2
Anthoxanthum odoratum	67	8	73	2	69	3	76	6	100	5
Trifolium pratense	67	8	70	3	44	3	69	3	91	4
Achillea millefolium	67	2	67	6	56	4	42	2	55	2
Succisa pratensis	.		66	3	65	8	37	6	36	2
Brachypodium pinnatum	100	36	60	47	68	30	42	22	46	18
Rhinanthus minor	67	8	60	5	78	3	33	9	91	7
Potentilla erecta	33	3	59	2	59	3	27	5	73	9
Lotus corniculatus	100	3	56	2	60	4	82	4	64	6
Rumex acetosa	.		55	5	60	4	64	3	36	2
Danthonia decumbens	33	3	53	2	34	3	29	3	73	4
Stachys officinalis	67	8	45	12	52	10	31	24	82	11
Carex flacca	100	3	43	2	52	6	40	11	64	7
Leucanthemum vulgare	100	3	41	2	52	3	76	3	73	2
Leontodon hispidus	100	2	40	3	59	5	70	3	91	12

Vegetatieperiode	1944- 1948	1968	1971	1980- 1981	1991- 2003
Pimpinella saxifraga	100 <sup>3</sup>	40 <sup>2</sup>	47 <sup>2</sup>	41 <sup>2</sup>	55 <sup>2</sup>
Brachythecium rutabulum	33 <sup>2</sup>	37 <sup>2</sup>	32 <sup>2</sup>	76 <sup>4</sup>	36 <sup>2</sup>
Cerastium fontanum	.	36 <sup>2</sup>	43 <sup>2</sup>	58 <sup>2</sup>	9 <sup>2</sup>
Ononis species	100 <sup>2</sup>	34 <sup>29</sup>	41 <sup>5</sup>	34 <sup>3</sup>	55 <sup>2</sup>
Sanguisorba minor	67 <sup>3</sup>	34 <sup>3</sup>	52 <sup>6</sup>	29 <sup>14</sup>	55 <sup>5</sup>
Pseudoscleropodium purum	100 <sup>2</sup>	34 <sup>2</sup>	35 <sup>4</sup>	65 <sup>5</sup>	36 <sup>4</sup>
Cirsium acaule	67 <sup>2</sup>	33 <sup>3</sup>	31 <sup>3</sup>	27 <sup>4</sup>	36 <sup>6</sup>
Briza media	100 <sup>3</sup>	33 <sup>2</sup>	37 <sup>2</sup>	42 <sup>3</sup>	46 <sup>5</sup>
Plantago media	100 <sup>2</sup>	32 <sup>2</sup>	31 <sup>2</sup>	54 <sup>2</sup>	9 <sup>2</sup>
Ranunculus polyanthemos	.	32 <sup>3</sup>	.	.	36 <sup>3</sup>
Galium verum	67 <sup>3</sup>	30 <sup>32</sup>	18 <sup>12</sup>	11 <sup>16</sup>	46 <sup>5</sup>
Plagiomnium rostratum	.	27 <sup>2</sup>	34 <sup>2</sup>	39 <sup>3</sup>	.
Primula veris	67 <sup>3</sup>	27 <sup>2</sup>	44 <sup>3</sup>	31 <sup>3</sup>	64 <sup>2</sup>
Ranunculus acris	.	21 <sup>2</sup>	68 <sup>3</sup>	39 <sup>2</sup>	.
Festuca pratensis	.	.	53 <sup>4</sup>	11 <sup>3</sup>	18 <sup>2</sup>
Helictotrich pubescens	67 <sup>3</sup>	7 <sup>2</sup>	41 <sup>3</sup>	30 <sup>3</sup>	46 <sup>3</sup>
Knautia arvensis	67 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	37 <sup>3</sup>	42 <sup>2</sup>	27 <sup>2</sup>
Linum catharticum	100 <sup>3</sup>	23 <sup>4</sup>	32 <sup>3</sup>	34 <sup>3</sup>	55 <sup>2</sup>
Trifolium medium	.	21 <sup>34</sup>	31 <sup>14</sup>	12 <sup>3</sup>	27 <sup>3</sup>
Scabiosa columbaria	67 <sup>3</sup>	12 <sup>2</sup>	31 <sup>5</sup>	17 <sup>4</sup>	18 <sup>3</sup>
Carex caryophylla	100 <sup>3</sup>	.	29 <sup>2</sup>	47 <sup>7</sup>	82 <sup>4</sup>
Polygala vulgaris	67 <sup>3</sup>	21 <sup>2</sup>	29 <sup>2</sup>	24 <sup>2</sup>	73 <sup>3</sup>
Prunella vulgaris	33 <sup>2</sup>	22 <sup>2</sup>	28 <sup>2</sup>	51 <sup>3</sup>	18 <sup>3</sup>
Calliergonella cuspidata	.	22 <sup>2</sup>	27 <sup>3</sup>	36 <sup>3</sup>	9 <sup>2</sup>
Rhytidadelphus squarrosus	33 <sup>2</sup>	14 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup>	18 <sup>4</sup>	9 <sup>2</sup>
Viola canina	.	.	15 <sup>4</sup>	4 <sup>3</sup>	9 <sup>2</sup>
Dactylis glomerata	33 <sup>2</sup>	10 <sup>44</sup>	22 <sup>20</sup>	71 <sup>12</sup>	73 <sup>4</sup>
Ranunculus bulbosus	100 <sup>3</sup>	11 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	70 <sup>2</sup>	91 <sup>2</sup>
Festuca arundinacea	.	10 <sup>27</sup>	.	65 <sup>15</sup>	18 <sup>2</sup>
Cynosurus cristatus	67 <sup>21</sup>	19 <sup>2</sup>	22 <sup>2</sup>	65 <sup>4</sup>	18 <sup>2</sup>
Luzula campestris	33 <sup>2</sup>	15 <sup>2</sup>	12 <sup>2</sup>	59 <sup>3</sup>	46 <sup>2</sup>
Plagiomnium affine	.	.	2 <sup>2</sup>	47 <sup>3</sup>	9 <sup>8</sup>
Crataegus monogyna	.	.	19 <sup>2</sup>	47 <sup>1</sup>	36 <sup>2</sup>
Eurhynchium hians	.	4 <sup>2</sup>	22 <sup>2</sup>	43 <sup>3</sup>	.
Agrimonia eupatoria	67 <sup>2</sup>	.	12 <sup>2</sup>	42 <sup>3</sup>	9 <sup>2</sup>
Plagiomnium undulatum	.	8 <sup>2</sup>	18 <sup>2</sup>	34 <sup>2</sup>	.
Hypochaeris radicata	33 <sup>2</sup>	.	15 <sup>2</sup>	33 <sup>2</sup>	91 <sup>3</sup>
Taraxacum species	.	.	24 <sup>2</sup>	31 <sup>1</sup>	18 <sup>2</sup>
Fissidens taxifolius	67 <sup>3</sup>	21 <sup>2</sup>	21 <sup>2</sup>	30 <sup>2</sup>	.
Quercus robur	.	.	4 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	9 <sup>1</sup>
Hieracium pilosella	100 <sup>6</sup>	7 <sup>2</sup>	16 <sup>3</sup>	23 <sup>2</sup>	9 <sup>2</sup>
Dactylorhiza maculata	.	6 <sup>2</sup>	7 <sup>1</sup>	6 <sup>2</sup>	55 <sup>2</sup>
Campanula rotundifolia	33 <sup>2</sup>	.	6 <sup>5</sup>	15 <sup>2</sup>	36 <sup>4</sup>
Festuca ovina ag.	67 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup>	24 <sup>7</sup>	1 <sup>3</sup>	27 <sup>5</sup>
Orchis morio	33 <sup>3</sup>	.	4 <sup>1</sup>	8 <sup>2</sup>	18 <sup>3</sup>
Carex pallescens	.	.	4 <sup>5</sup>	1 <sup>2</sup>	18 <sup>3</sup>
Koeleria macrantha	33 <sup>3</sup>	.	13 <sup>2</sup>	8 <sup>2</sup>	18 <sup>2</sup>
Vicia cracca	33 <sup>2</sup>	6 <sup>5</sup>	16 <sup>2</sup>	7 <sup>2</sup>	18 <sup>2</sup>
Thymus pulegioides	67 <sup>8</sup>	.	2 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	18 <sup>2</sup>
Platanthera bifolia	.	3 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	5 <sup>2</sup>	18 <sup>2</sup>
Eurhynchium praelongum	33 <sup>13</sup>	.	12 <sup>2</sup>	17 <sup>3</sup>	9 <sup>2</sup>
Spiranthes spiralis	.	.	3 <sup>2</sup>	13 <sup>1</sup>	9 <sup>2</sup>
Betula species	.	.	2 <sup>1</sup>	.	9 <sup>1</sup>
Heracleum sphondylium	.	.	10 <sup>4</sup>	4 <sup>2</sup>	9 <sup>1</sup>
Ajuga reptans	.	10 <sup>4</sup>	7 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	.

Vegetatieperiode	1944-		1968		1971		1980-		1991-	
	1948						1981		2003	
<i>Centaurium erythraea</i>	.		10	2	3	2	8	1	.	.
<i>Campyliadelphus chrysophyllum</i>	.		3	2	7	2	8	2	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	67	3	10	2	13	2	16	2	.	.
<i>Lophocolea bidentata</i>	.		16	2	19	2	15	2	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.		12	14	21	2	13	2	.	.
<i>Cytisus scoparius</i>	33	2	11	57	9	20	13	2	.	.
<i>Campylium stellatum</i>	.		6	2	12	2	2	2	.	.
<i>Coeloglossum viride</i>	67	3	1	2	3	1	4	1	.	.

Aangezien de eerste periode slechts met drie opname is gedocumenteerd, waarvan er één een oppervlak van 100m<sup>2</sup> heeft (van de andere twee is de oppervlakte onbekend), is er slechts globaal naar de gegevens uit deze kolom gekeken. Soorten die toenemen in de tijd (1968-2003) zijn een aantal kalkgraslandsoorten zoals *Leontodon hispidus*, *Pimpinella saxifraga*, *Brixa media*, *Linum catharticum* en *Ranunculus bulbosus*. Ook enkele algemenere graslandsoorten zoals *Leucanthemum vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Hypochaeris radicata* en *Campanula rotundifolia* nemen toe. *Brachypodium pinnatum* is behoorlijk afgenomen. De oorzaak van deze veranderingen moet gezocht worden in het beheer: rond 1984 is het oude beheer van schapenbeweiding weer ingesteld, waarbij het terrein eveneens gemaaid wordt.

De veranderingen binnen de Berghofweide zijn statistisch onderzocht aan drie perioden, te weten 1968, 1978 en 1981, aangezien van deze jaren een grote set gegevens voorhanden is. Hierbij moet wel bedacht worden dat elk opnamejaar steeds door dezelfde auteurs is opgenomen. Hierdoor zijn waargenomen veranderingen wellicht ook toe te schrijven aan de verschillende auteurs en verschillende onderzoeksdoelen. De chi-kwadrat-toets is gebaseerd op de presentie-absentiegegevens van de afzonderlijke opnamen in de verschillende periode en laat voor de in Tabel 16 opgenomen soorten een trend zien. In deze tweede onderzochte dataset blijken juist veel soorten in de loop der jaren te zijn toegenomen, terwijl slechts een klein aantal soorten is afgenomen. De groep van soorten die zijn toegenomen is onder te verdelen in soorten die duiden op enige mate van verruiging (Arrhenatherion-soorten, zoals *Trifolium repens* en *Dactylis glomerata*) en soorten die duiden op goed ontwikkeld kalkgrasland of kalkkamgrasweide (o.a. *Ranunculus bulbosus*, *Plantago media* en *Cynosurus cristatus*) en soorten die duiden op voedselarme, zuurdere omstandigheden (zoals *Luzula campestris* en *Hypochaeris radicata*). De soorten die zijn afgenomen, zijn indicatief voor heischrale omstandigheden.



Tabel 16 Chi-kwadraat-toets, drie perioden, Soorten met minder betrouwbare trends zijn met een \* gemarkeerd

Presentie	1968 (n = 73)	1978 (n = 68)	1980-1981 (n = 83)	P
<b>Toegenomen</b>				
Festuca rubra ag.	82	78	94	0.015
Lotus corniculatus	56	60	82	0.001
Leucanthemum vulgare	41	51	76	0.000
Fraxinus excelsior	0	0	76	0.000
Dactylis glomerata	10	22	71	0.000
Leontodon hispidus	40	59	70	0.001
Ranunculus bulbosus	11	10	70	0.000
Cynosurus cristatus	19	22	65	0.000
Festuca arundinacea	10	0	65	0.000
Trisetum flavescens	0	0	64	0.000
Luzula campestris	15	12	59	0.000
Cerastium fontanum	36	43	58	0.017
Daucus carota	0	0	57	0.000
Plantago media	32	31	54	0.003
Prunella vulgaris	22	28	51	0.000
Carex caryophylla	0	29	47	0.000
Crataegus monogyna	0	19	47	0.000
Agrimonia eupatoria	0	12	42	0.000
Trifolium repens	0	6	42	0.000
Lolium perenne	0	0	41	0.000
Poa trivialis	0	6	39	0.000
Hypochaeris radicata	0	15	33	0.000
Potentilla sterilis	0	0	31	0.000
Taraxacum species	0	24	31	0.000
Helictotrich pubescens	7	41	30	0.000
Poa pratensis	0	0	25	0.000
Quercus robur	0	4	25	0.000
Senecio jacobaea	0	0	25	0.000
Rosa canina	0	7	24	0.000
Hieracium pilosella	7	16	23	0.022
Bellis perennis	0	0	22	0.000
Origanum vulgare	0	0	22	0.000
Veronica chamaedrys	0	7	18	0.000
Hypericum perforatum	0	9	16	0.002
Glechoma hederacea	0	10	16	0.003
Campanula rotundifolia*	0	6	14	0.002
Spiranthes spiralis*	0	3	13	0.001
Phleum pratense*	0	0	13	0.000
Carex panicea*	0	0	12	0.000
Geum urbanum*	0	0	11	0.000
Galium aparine*	0	0	11	0.000
Leontodon saxatilis*	0	0	11	0.000
Thymus pulegioides*	0	1	10	0.004
Hedera helix*	0	0	10	0.001
Cirsium arvense*	0	9	8	0.035
Orchis morio*	0	4	8	0.039
Carex spicata*	0	0	8	0.002
Geranium dissectum*	0	0	8	0.002
Crepis capillaris*	0	0	7	0.005
Cerastium fontanum s. vulgare*	0	0	7	0.005
Elytrigia repens*	0	0	7	0.005
Urtica dioica*	0	0	7	0.005
Festuca species*	0	0	6	0.013

Presentie	1968 (n = 73)	1978 (n = 68)	1980-1981 (n = 83)	P
<i>Convolvulus arvensis</i> *	0	0	6	0.013
<i>Arrhenatherum elatius</i> *	0	0	5	0.031
<i>Cirsium vulgare</i> *	0	0	5	0.031
<i>Holcus mollis</i> *	0	0	5	0.031
<i>Vicia sativa</i> *	0	0	5	0.031
<i>Bryonia dioica</i> *	0	0	5	0.031
<i>Prunus spinosa</i> *	0	0	5	0.031
<i>Aphanes arvensis</i> *	0	0	5	0.031
<b>Afgenomen</b>				
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	32	0	0	0.000
<i>Brachypodium pinnatum</i>	60	68	42	0.005
<i>Achillea millefolium</i>	67	56	42	0.007
<i>Succisa pratensis</i>	66	65	37	0.000
<i>Rhinanthus minor</i>	60	78	33	0.000
<i>Danthonia decumbens</i>	53	34	29	0.005
<i>Galium verum</i>	30	18	11	0.009
<i>Hypericum maculatum</i> *	8	0	0	0.002
<b>Overige veranderingen</b>				
<i>Agrostis capillaris</i>	88	19	89	0.000
<i>Festuca pratensis</i>	0	53	11	0.000
<i>Agrostis stolonifera</i>	0	35	0	0.000
<i>Stachys officinalis</i>	45	51	31	0.035
<i>Ranunculus acris</i>	21	68	39	0.000
<i>Potentilla erecta</i>	59	59	27	0.000
<i>Festuca ovina</i> ag.	10	24	1	0.000
<i>Trifolium pratense</i>	70	44	69	0.002
<i>Sanguisorba minor</i>	34	51	29	0.014
<i>Scabiosa columbaria</i>	12	31	17	0.016
<i>Trifolium medium</i>	21	31	12	0.017
<i>Viola canina</i> *	0	15	4	0.001
<i>Cardamine pratensis</i> *	7	16	0	0.001
<i>Sambucus nigra</i> *	0	15	0	0.000
<i>Koeleria macrantha</i> *	0	13	8	0.008
<i>Heracleum sphondylium</i> *	0	10	4	0.011
<i>Thymus serpyllum</i> ag.*	0	6	0	0.009
<i>Anthyllis vulneraria</i> *	0	6	1	0.045
<i>Stellaria graminea</i> *	0	4	0	0.031
<b>Mossen</b>				
<i>Plagiomnium affine</i>	0	1	47	0.000
<i>Brachythecium velutinum</i>	0	35	0	0.000
<i>Pohlia nutans</i>	32	0	0	0.000
<i>Bryum</i> species	0	0	33	0.000
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	34	35	65	0.000
<i>Ditrichum heteromallum</i> *	0	0	13	0.000
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	0	26	0	0.000
<i>Brachythecium rutabulum</i>	37	32	76	0.000
<i>Eurhynchium hians</i>	4	22	43	0.000
<i>Pohlia camptotrachela</i> *	0	13	0	0.000
<i>Fissidens dubius</i> *	0	0	12	0.000
<i>Mnium hornum</i> *	0	4	0	0.031
<i>Weissia</i> species*	11	0	10	0.022
<i>Ctenidium molluscum</i> *	0	0	8	0.002
<i>Plagiomnium undulatum</i>	8	18	34	0.000
<i>Eurhynchium praelongum</i>	0	12	17	0.002
<i>Dicranum scoparium</i> *	0	4	0	0.031

### 6.2.3 Vergelijking losse opnamen

#### 1. Kunderberg

Een welhaast klassiek stukje heischraal grasland waarvan momenteel vrijwel niets meer resteert, was aanwezig aan de bovenrand van de Kunderberg. De oudste opnamen die van deze plek bekend zijn, dateren van 1970 en zijn gemaakt door Willie de Vries in het kader van een doctoraalonderzoek aan de Universiteit van Utrecht. Het betreft drie opnamen van respectievelijk 0,7x0,7m, 2,0x2,0m en 1,0x1,0m. In de eerste twee opnamen domineert Struikhei (met een bedekking van 3: 25-50%). De eerste (kleinste) opname herbergt 21 soorten en bevat opvallend veel schrale soorten waarbij naast de hoge bedekking van Struikhei ook die van Tandjesgras en Fijn schapegras opvallen (resp. 3 en 2). Met lage bedekking zijn onder meer Reukgras en Gewoon struisgras aanwezig. De overige soorten betreffen algemene graslandplanten en kalkgraslandsoorten. Toch valt op dat soorten als Grote centaurie, Stengelloze distel, Krijtgentiaan, Knolboterbloem en Zachte haver, die op de andere delen van de helling constant voorkomen, hier ontbreken. Dit geldt ook voor de tweede opname, die behalve de genoemde schrale soorten ook nog Tormentil bevat. Deze opname is met 28 soorten iets soortenrijker. In de derde opname komt geen Struikhei voor, maar soorten als Tandjesgras, Gewoon struisgras, Reukgras en Tormentil duiden wel op het heischrale karakter van de opnamelocatie. Deze opname heeft 34 soorten en onderscheid zich verder van de overige twee door het voorkomen van graslandsoorten die noch voor het kalkgrasland, noch voor het heischrale grasland indicatief zijn. De Vries heeft van deze drie plekken ook de pH-waarde gemeten. Deze bedragen 4,5, 5,0 en 5,0, terwijl de meeste overige opnamen op de Kunderberg pH waarden kennen die variëren tussen 6,0-7,5. Op ongeveer dezelfde plek is ook een opname gemaakt door Henk Hillegers in 1980 die is gepubliceerd in zijn rapport over *Calluna vulgaris* in het Mergelland (Hillegers 1982b). De opname (1,0x1,0m) bevat slechts 13 soorten, waarbij de vegetatie volledig gedomineerd wordt door Gevinde kortsteel. Aan schrale soorten komen hier behalve Struikhei alleen Tandjesgras en Stijve ogentroost voor. In het opmerkingenveld bij de opname schrijft Hillegers dat Struikhei hier groeit in een mozaïekachtige, bijna gesloten, kortgrazige, bijzonder kruidenrijke vegetatie op een zachtglooiende helling met een vrij humeus kiezel of zandrijk substraat. Het is niet duidelijk of Hillegers alle soorten heeft genoteerd. Een bijzonder soortenrijke opname, die iets lager op de helling is gemaakt, is van de hand van Joop Schaminée en dateert van 1981. De vegetatie hier is opgenomen om de groeiplaats van de heischrale soort Veldgentiaan te documenteren en is weergegeven in de publicatie hierover van Karel Kreutz in het Natuurhistorisch Maandblad (Kreutz 1982). Behalve Veldgentiaan bevat deze opname ook de eveneens zeer zeldzame Groene nachtorchis. De begeleidende begroeiing (in totaal bevat de opname 46 soorten) bevat naast enkele heischrale soorten (Tandjesgras, Stijve ogentroost, Struikhei en Fijn schapegras) ook behoorlijk wat kalkgraslandsoorten. We noemen onder andere Duifkruid, Ruige weegbree, Fakkelsgras, Stengelloze distel en het kalkmos *Ctenidium molluscum*.

De plek aan de bovenrand van de Kunderberg staat van oudsher ook bekend vanwege het voorkomen van *Parnassia*, maar vreemd genoeg ontbreekt deze soort in

de vijf gerefereerde opnamen. De soort is wel aanwezig is een recentere opname uit 1991, gemaakt door Wiebe Alterburg, maar in deze opname ontbreekt juist Struikhei. Toch moet het ongeveer dezelfde plek zijn. Aan heischrale soorten zijn wel Tandjesgras, Fijn schapegras en Stijve ogentroost aanwezig, naast een aanzienlijk aantal kalkgraslandplanten.

In Tabel 17 zijn de genoemde opnamen weergegeven. Er is overigens nog een andere opname (uit 1951, uit het CML-archief) aanwezig, waarin *Parnassia palustris* voorkomt, maar deze opname is gemaakt in het kilometerhok links van de Kunderberg, waarschijnlijk betreft dit een locatie op de Winthagerberg (CML-archief, TV-nummer 590639).

Een duidelijke trend is niet te onderscheiden in de zes onderzochte opnamen. Op basis van deze opnamen uit de jaren 1970-1991 lijkt de soortensamenstelling weinig veranderd. Zoals te lezen in paragraaf 3.10 werden in 2003 door de auteurs geen heischrale elementen (zoals *Danthonia decumbens*, *Potentilla erecta* of *Succisa pratensis*) in de vegetatie teruggevonden, hoewel de plek met behulp van Henk Hillegers wel kon worden opgespoord.

Tabel 17 Historische opnamen Kunderberg. Alle opnamen zijn weergegeven in de ordinale schaal (1-9)

Jaar	1970	1970	1970	1980	1981	1991
Aantal soorten	21	28	34	13	46	37
Oppervlakte (m2)	0,49	4	1	1	4	4
<b>Heischrale soorten</b>						
Brachypodium pinnatum	2	6	7	5	7	6
Danthonia decumbens	7	6	2	2	6	3
Agrostis capillaris	2	2	6		2	3
Anthoxanthum odoratum	2	3	2		2	3
Calluna vulgaris	7	7		2	2	
Campanula rotundifolia	1	2		1	2	2
Festuca ovina ag.	6	6				4
Euphrasia stricta				1	3	2
Potentilla erecta		1	1			
Coeloglossum viride					2	
Hieracium pilosella					2	
Polygala vulgaris					2	
Gentianella campestris					3	
Parnassia palustris						3
<b>Kalkgraslandsoorten</b>						
Briza media	2	2	2	1	3	4
Carex caryophyllea	3	2	2		3	4
Carex flacca	3	3	2	1	6	5
Leontodon hispidus	3	6	3		7	5
Ononis repens	1	3	3		2	2
Plantago media	1	3	2		3	3
Sanguisorba minor	3	3	3	1	6	3
Koeleria macrantha		2	3		2	3
Linum catharticum		3	2	1	2	3
Centaurea scabiosa			6		2	3
Gymnadenia conopsea		2		1		3
Ranunculus bulbosus			2		2	

Jaar	1970	1970	1970	1980	1981	1991
Aantal soorten	21	28	34	13	46	37
Oppervlakte (m2)	0,49	4	1	1	4	4
Scabiosa columbaria					3	3
Cirsium acaule					2	2
Thymus pulegioides					2	3
Gentianella germanica						1
Polygala comosa						2
<b>Overige hogere planten</b>						
Centaurea jacea	2	3	2	2	3	3
Pimpinella saxifraga		2	6	1	4	3
Knautia arvensis	2	2	1		2	2
Lotus corniculatus	2	3	2		3	3
Festuca rubra	2	2	2			3
Plantago lanceolata	2	2	3		2	
Trifolium pratense	2	3	3		3	
Poa pratensis	2	2	3			
Prunella vulgaris		2	2			2
Helictotrich pubescens			3		2	3
Daucus carota			1		2	
Agrimonia eupatoria			2			1
Vicia cracca		2	2			
Rhinanthus minor					2	3
Achillea millefolium			3			
Dactylis glomerata			2			
Lolium perenne			3			
Medicago lupulina			2			
Trifolium repens			2			
Hypericum perforatum				2		
Acer campestre -juveniel					2	
Cornus sanguinea -juveniel					2	
Festuca filiformis					6	
Helictotrichon pratense						2
Picris hieracioides						2
Poa angustifolia						3
Vicia species						1
<b>Mossen</b>						
Brachythecium rutabulum					2	
Dicranella (Anisothecium)					2	
Cephaloziella divaricata					2	
Cladonia species					2	
Ctenidium molluscum					3	
Fissidens dubius					3	
Fissidens taxifolius					3	
Lophocolea bidentata					3	
Weissia species					2	

## ***2. Schiepersberg***

Bekend is dat met het verdwijnen van de laatste schaapsherder in 1933, de bebossing definitief toeslaat op het Schiepersbergcomplex. Begin jaren tachtig beslaat het areaal grasland dan ook nog slechts enkele honderden vierkante meters, ondanks de inspanningen van vrijwilligers van de Natuurvriendenvereniging Cadier en Keer, die in 1972 de successie een halt probeerden toe te roepen door plaatselijke kap. Pas in 1981 wordt met overheidssubsidie zowel de Julianagroeven als de Koeberg ingerasterd; in 1985 wordt ook de Koeberg van struweel ontdaan. Momenteel wordt de Koeberg met schapen begraaasd.

De oudste opname die van dit terrein bekend is dateert van 1941 en is gemaakt door Diemont & Van de Ven (Diemont & Van de Ven 1953). Zij classificeerden deze opname, die ondanks het grote oppervlak van 50m<sup>2</sup> slechts 14 soorten bevatte, als 'Calluneto-Genistetum'. Het heischrale karakter is duidelijk terug te vinden door de aanwezigheid van soorten als Struikhei, Stekelbrem en Tandjesgras. Kalkindicerende soorten ontbreken. Uit dezelfde publicatie is uit 1943 een opname aanwezig van dezelfde auteurs. Deze opname (100m<sup>2</sup>, 42 soorten) is door hun geclassificeerd als een vermenging van het 'Calluneto-Genistetum' met het 'Mesobrometum' en bevat naast heischrale soorten, ook een flink aantal kalkgraslandsoorten. De derde historische opname is van Diemont en afkomstig uit het IBN-archief. Deze opname (50m<sup>2</sup>) bevat 40 soorten en vertegenwoordigt met name het kalkgrasland op de Schiepersberg. De vierde opname (1952, Diemont & Van de Ven) is wederom 50m<sup>2</sup> en bevat maar liefst 70 soorten. Hoewel dit merendeels kalkgraslandsoorten betreft, zijn ook soorten als Tandjesgras, Brem en Blauwe knoop vertegenwoordigd. Voor de tweede opname uit 1952 (opnieuw van Diemont & Van de Ven) met dit keer een oppervlak van 10m<sup>2</sup> en 49 soorten, geldt wederom dat dit merendeels kalkgraslandsoorten betreft, met enkele heischralere elementen. De opname uit 1981 betreft zeker de Koeberg en is door de auteur (Schaminée) aangeduid als een klein restant van een vervilt kalkgrasland. De meeste van de 17 soorten betreffen 'gewone' graslandsoorten, slechts enkele kalkgraslandsoorten zijn vertegenwoordigd. De heischrale soorten zijn vrijwel helemaal afwezig. De laatste zeven opnamen uit de tabel zijn afkomstig uit 2003. Doordat de historische opnamen een groot oppervlak beslaan, is niet duidelijk welk onderdeel van de helling is bemonsterd. Daarnaast is ook niet duidelijk van de historische opnamen (op die uit 1981 na) welke plek binnen het Schiepersbergcomplex is bemonsterd. Dit is alleen bekend van de opnamen uit 2003, die allemaal zijn gemaakt aan de bovenkant van de helling op de Koeberg.

Bij een snelle vergelijking van de historische data (alle opnamen zijn gemaakt na het verlaten van de Schiepersberg door de herder) met de huidige situatie lijkt de soortenrijkdom van de historische situatie groter, maar dit is zeker ook toe te schrijven aan de oppervlak van de gemaakte opnamen: terwijl deze in 2003 steeds 4m<sup>2</sup> bedroeg, was deze daarvoor (veel) groter. Dit is waarschijnlijk ook de reden dat het aantal kalkgraslandsoorten in de historische opnamen veel groter is dan in de opnamen uit 2003. Verder zijn er geen duidelijke veranderingen uit deze opnamegegevens te halen.

Tabel 18 Opnamen Schiepersberg. Alle opnamen zijn weergegeven in de ordinale schaal (1-9)

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Jaar 19../20..	'41	'43	'48	'52	'52	'81	'03	'03	'03	'03	'03	'03	'03
Aantal soorten	14	42	40	70	49	17	41	28	32	36	25	30	31
Oppervlakte (m2)	50	100	50	50	10	9	4	4	4	4	4	4	4
<b>Heischrale soorten</b>													
Agrostis capillaris	3	7	2	2	2		3	7	6	5	6	5	
Anthoxanthum odoratum		2									5		2
Brachypodium pinnatum		7	8	8	2	9	8	6	5	7	8	8	8
Calluna vulgaris	7	2											
Campanula rotundifolia		3	2	2	2	2	3	3	4	4	4	3	3
Cytisus scoparius		2		2				2	2	2	2		2
Danthonia decumbens	3	7		2			2	3	6	3	2	3	3
Festuca ovina ag.	6	6		2	2								
Galium verum		3	2	2	3	2							2
Hieracium pilosella	2	3	3	2	2								
Potentilla erecta	2	3							3				
Stachys officinalis				2			5	3		2			2
Succisa pratensis		2		2									
Viola canina							2	2	3	2	5	3	3
<b>Kalkgraslandsoorten</b>													
Arabis hirsuta			2	2	2		2			2			
Briza media		2	3	2	2								
Carduus nutans								2	2				2
Carex caryophylla		2	3	2	2	2		2	5	3	3	2	
Carex flacca			3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	
Carlina vulgaris			3	2	2			2					2
Centaureum erythraea							2		2		2		
Cirsium acaule		2	3	2	2								
Galium pumilum				2	2		2				2	2	
Koeleria macrantha			3	2	2								
Leontodon hispidus		2	2	2									
Linum catharticum			3	2		2	2	2	2	3	2	3	2
Ononis repens		2	5	2									
Plantago media		2	6	2			1						
Potentilla verna			2	2	3		2			3			
Ranunculus bulbosus			3	2			2					2	
Sanguisorba minor		2	6	3	3	3	2	2	2	3		2	2
Scabiosa columbaria			3	2	2								
Thymus pulegioides		3	2	2	3		2	3	2	3	3	5	3
<b>Overige hogere planten</b>													
Acer species										2	2	2	1
Achillea millefolium		3		2			5	2		2			3
Agrimonia eupatoria		2	2	2		2				2		2	
Agrostis stolonifera				2			5	3	5	6	3	3	3
Arenaria serpyllifolia			3	2	2								
Bromus hordeaceus							3	3	3	2			2
Centaurea jacea		6	3	2	2		2		3	3	2	2	3
Cerastium fontanum							2	2	2	2			2
Cirsium arvense						2	1				2		
Clematis vitalba							2	2	5	5		2	2
Crataegus monogyna						3	2	2	2	2	5	2	
Crepis capillaris							2			2		2	
Dactylis glomerata		2							2				

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Jaar 19../20..	'41	'43	'48	'52	'52	'81	'03	'03	'03	'03	'03	'03	'03
<i>Festuca rubra</i> ag.			2	2						2	3		2
<i>Fraxinus excelsior</i>							2			2			
<i>Hieracium laevigatum</i>		3										2	
<i>Holcus lanatus</i>		2						3	2		2		2
<i>Hypericum perforatum</i>	2	3	2	2	2		2		2	2		2	2
<i>Knautia arvensis</i>		2											2
<i>Leucanthemum vulgare</i>		2	3										
<i>Lotus corniculatus</i>		3	6	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3
<i>Luzula campestris</i>	2	2						2	2		3		3
<i>Medicago lupulina</i>			2	2	2		2			2		2	
<i>Origanum vulgare</i>				2			2	2	2			2	
<i>Pimpinella saxifraga</i>		2		2	2	3	3			3		2	
<i>Plantago lanceolata</i>		3	3	2	2					3			
<i>Polygala vulgaris</i>		2	2	2					2		2		
<i>Prunus spinosa</i>		2		2									
<i>Quercus robur</i>				2			1					1	2
<i>Rosa canina</i>							3	2	2	2			
<i>Rubus caesius</i>						3							3
<i>Rubus corylifolius</i>							2	2	5		6		
<i>Rumex acetosa</i>		2		2									
<i>Rumex acetosella</i>	2												3
<i>Senecio jacobaea</i>		2		2									
<i>Taraxacum</i> species			2		2		2					2	
<i>Trisetum flavescens</i>		2	3	2	2								
<i>Verbascum</i> species							1					2	
<b>Mossen en paddestoelen</b>													
<i>Barbula convoluta</i>				7	5								
<i>Brachythecium rutabulum</i>			2	2						2			
<i>Cladonia pyxidata</i>				6	2								
<i>Ctenidium molluscum</i>				6	2								
<i>Eurhynchium hians</i>				2		2							
<i>Fissidens taxifolius</i>			2				2						
<i>Homalothecium lutescens</i>			3		5								
<i>Plagiomnium rostratum</i>				3			2						
<i>Plagiomnium</i> species									2	2			
<i>Pseudoscleropodium purum</i>				2			2			2		2	
<i>Trichostomum crispulum</i>				1	3								

Soorten die slechts een keer voorkomen zijn niet in de tabel opgenomen. Dit betreft in opname 1 de soorten *Carex pilulifera* (2), *Cuscuta epilinum* (2), *Polygala serpyllifolia* (2), *Genista pilosa* (6) en *Sarcodon scabrosus* (3); opname 2: *Aira caryophylla* (2), *Cerastium fontanum vulgare* (2), *Cerastium arvense* (2) en *Hypochaeris radicata* (2); opname 3: *Vicia sativa s. nigra* (2), *Trifolium pratense* (2), *Asperula cynanchica* (2) en *Galium sylvaticum* (2); Opname 4: *Rosa rubiginosa* (2), *Crataegus* species (2), *Orchis morio* (2), *Ophrys apifera* (2), *Euphrasia stricta* (2), *Barbula unguiculata* (2), *Bryum imbricatum* (7), *Campyliadelphus chrysophyllum* (3), *Catapyrenium* species (2), *Didymodon fallax* (2), *Encalypta vulgaris* (2), *Fissidens adianthoides* (8), *Tortella flavovirens* (8), *Encalypta streptocarpa* (8), *Koeleria pyramidata* (2), *Helictotrichon pubescens* (2) en *Polygala comosa* (2); opname 5: *Rosa agrestis* (2), *Poa compressa* (2), *Saxifraga tridactylites* (2), *Sedum acre* (3), *Sedum sexangulare* (2), *Cerastium semidecandrum* (2), *Echium vulgare* (2), *Erigeron acer* (2), *Minuartia hybrida* (2), *Erophila verna* (2), *Ditrichum flexicaule* (2), *Bryum* species (2), *Bryum argenteum* (2), *Peltigera rufescens* (3), *Squamarina cartilaginea* (3), *Thuidium abietinum* (2), *Syntrichia ruralis* (3); opname 6: *Fissidens dubius* (2), *Acer campestre* (2) en *Agrostis gigantea* (4); opname 7: *Eurynchium prealongum* (2) en *Clinopodium vulgare* (2); opname 8: *Eurynchium* species (2) en *Fissidens* species (2); opname 9: *Veronica officinalis* (2) en *Calliergonella cuspidata* (2); opname 10: *Plantage major* (1); opname 11: *Cirsium vulgare* (2); opname 12: *Sonchus asper* (1); opname 13: *Convolvulus arvensis* (2) en *Vulpia myuros* (2).



Wat de overige terreinen betreft zijn er onvoldoende historische heischrale vegetatieopnamen beschikbaar om een globale vergelijking binnen een terrein mogelijk te maken.

### ***Enkele conclusies***

- Floristische aantekeningen (m.n. van De Wever) geven een beter historisch beeld van de heischrale graslanden dan vegetatiekundige gegevens;
- Aan de hand van deze floristische informatiebronnen is voor acht kenmerkende soorten van het heischrale grasland (Betonie, Hondsvioltje, Tormentil, Tandjesgras, Rozenkransje, Valkruid, Parnassia en Veldgentiaan) het voorkomen onderzocht. Al deze soorten zijn erg achteruitgegaan, dan wel verdwenen uit Zuid-Limburg;
- Hoewel de floristische gegevens van de in dit hoofdstuk onderzochte soorten landelijk wel een aardig beeld geven van de veranderingen die hebben plaatsgevonden, is de dekking van de historische informatie in Zuid-Limburg erg laag. Wellicht kan in bijvoorbeeld herbaria aanvullende informatie over het historisch voorkomen van deze soorten worden gevonden;
- Er zijn maar weinig historische vegetatiegegevens van het heischrale grasland beschikbaar. Een (gedeeltelijke) verklaring hiervoor is het feit dat de prioriteit in de schrale hellingraslanden in het verleden in het kalkgrasland lag. Door de beperkte omvang van de historische data blijkt het zeer lastig om op basis hiervan gegronde uitspraken te doen over veranderingen in dit systeem;
- De vegetatiegegevens van de Bemelerberg (65 opnamen uit de periode 1936-2003) laten een verruiging van de vegetatie zien in de periode dat het terrein niet werd beheerd en een herstel in de periode erna. Door verschillen in oppervlakte van de proefvlakken zijn de vegetatiegegevens uit de periode 1936-1951 ( $n = 10$ ) en latere perioden niet vergelijkbaar. Bovendien is de steekproef erg klein voor een statistische toets;
- De vegetatiegegevens van de Berghofweide (238 opnamen uit de periode 1944-2003) zijn (helaas) voornamelijk afkomstig uit de jaren 1968, 1971 en 1980. De gegevens laten een toename van kalkgraslandsoorten zien. Hoewel de steekproef van opnamen in dit terrein niet klein is, liggen de opnamejaren hier erg dicht bij elkaar en zijn het per opnamejaar steeds dezelfde auteurs. Hierdoor zijn waargenomen veranderingen niet noodzakelijkerwijs toe te schrijven aan daadwerkelijke veranderingen;
- Van de Kunderberg zijn zes heischrale opnamen met elkaar vergeleken uit de jaren 1970-1991. Hierbij werden geen noemenswaardige veranderingen in de heischrale vegetatie aangetroffen. In 2003 werd echter geen heischraal grasland (meer?) aangetroffen op de bewuste plek;
- Van de Schiepersberg zijn 13 opnamen met elkaar vergeleken, waarvan 7 uit 2003. Het aantal kalkgraslandsoorten lijkt in de historische opname groter, maar dit hangt hoogstwaarschijnlijk samen met het grotere oppervlak dat in die opname is bemonsterd. Verder kon geen trend in de veranderingen worden onderscheiden.



## 7 Conclusies

Het huidige onderzoek omvat een brede inventarisatie van de huidige floristische samenstelling van het heischraal grasland, waarbij ook een aantal bodemparameters zijn onderzocht. Daarnaast is zoveel mogelijk (historische) informatie over het beheer en de geschiedenis van de onderzochte terreinen samengebracht, waarbij het manuscript van Schaminée & Hennekens (1981) als basisdocument heeft gediend.

De conclusies van deze eerste, inventariserende fase worden hieronder toegelicht, waarbij het onderzoek aan de transecten, het onderzoek aan vegetatie en bodem van het heischrale grasland en de historische data apart worden behandeld.

### *Transecten*

Het onderzoek aan de vegetatietransecten (waarbij de beide hoofdsystemen en hun overgangen zijn bemonsterd) was bedoeld om inzicht te verschaffen in de ruimtelijke patronen van plantensoorten. Er zijn een aantal conclusies te trekken:

- Bepaalde soorten zijn karakteristiek voor bepaalde systemen. Dit kan per terrein verschillen. Zo komt Tormentil op het Hoefijzer en de Koeberg uitsluitend in het heischrale deel van de helling voor, maar op de Berghofweide en de Winkelberg blijkt deze soort over de gehele gradiënt voor te komen;
- Wanneer binnen het transect een vergelijking wordt gemaakt tussen aan- en afwezigheid van soorten enerzijds en soorten en bedekkingen anderzijds, zien we een verschil: puur uitgaande van presentie zijn de verschillen binnen de onderzochte gradiënt veel kleiner en geleidelijker dan wanneer de bedekkingen worden meegenomen;
- De variabiliteit binnen de afzonderlijke vierkante meters is groot zowel in horizontale als in verticale richting, met andere woorden er zit grote diversiteit binnen de schrale hellingen in hun geheel en binnen de afzonderlijke deelsystemen;
- Zowel heischraal grasland als kalkgrasland zijn als eigen typen te onderscheiden op basis van de transectgegevens. Dit betreft relatief homogene gemeenschappen met daartussen overgangssituaties.

Als vervolgens de gegevens van de vijf transecten samen worden geanalyseerd, komen ook de verschillen tussen de terreinen goed naar voren:

- De overeenkomst binnen de verschillende systemen (heischraal grasland, kalkgrasland en de overgangszones) van één terrein blijkt haast overal groter dan de overeenkomst tussen dezelfde systemen in verschillende terreinen;

- De opnamegegevens van de Berghofweide wijken sterk af van de overige gegevens. Dit kan mogelijk worden verklaard doordat dit het enige terrein is dat is gelegen in het Geuldal (overige in het Maasdal) en in samenhang hiermee een afwijkende bodemgesteldheid en geologie heeft. In het westen komen de systemen meer gezoneerd voor, terwijl zij in het oosten meer mozaïekachtig optreden en de onderlinge verschillen meer gedempt zijn;
- De opnamegegevens van de Koeberg (Schiepersberg) wijken ook aanzienlijk af van de overige gegevens. Deze variatie is gecorreleerd met Ellenberg stikstof. Waarschijnlijk heeft dit te maken met de geschiedenis van het terrein: het grasland in dit terrein is lange tijd door verbossing tot een klein stukje teruggedrongen geweest. Na het kappen van het bos en herstel van het begrazingsbeheer weerspiegelt de heischrale vegetatie hier waarschijnlijk nog steeds de verrijkte bodem.

Een indirecte gradiëntenanalyse van de soortgegevens met de Ellenbergindicatiewaarden leert dat niet alleen de variatie van elk transect afzonderlijk maar ook van alle transecten samen het best gecorreleerd is met pH. Vervolgens is de variatie op de tweede as het best met stikstof gecorreleerd (alle transecten samen). Dit geldt ook voor de transecten afzonderlijk, behalve voor de Berghofweide en het Hoefijzer (hier spelen resp. maaigetal en licht een grotere rol).

### ***Vegetatie en bodem***

De dataset van vegetatiegegevens en bodemparameters is zowel afzonderlijk als samen geanalyseerd. Daarnaast zijn de meetgegevens vergeleken met zowel het overige graslandtypen in Zuid-Limburg, alsmede met de heischrale graslanden in de rest van het land. De conclusies hiervan zijn hieronder kort samengevat:

- Binnen het heischraal grasland van Zuid-Limburg onderscheiden de opnamen en bodemmonster genomen op de Berghofweide en Koeberg (en ook de Vosgrubbe en Gulperberg) zich duidelijk van de overige terreinen. Dit geldt zowel voor de analyse van de vegetatiegegevens als ook voor de analyse van de vegetatie en bodemgegevens samen. Een overeenkomstig resultaat werd gevonden bij de analyse van de transectgegevens;
- Als de vegetatieopnamen van de afzonderlijke monsterpunten worden vergeleken met de gegevens van kalkgrasland, heischraal grasland en kalkkamgrasweide uit landelijke bestanden, lijken deze inderdaad het meest op de heischrale graslanden;
- De parameters pH, Na, vocht, organische stof, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Mg verklaren in belangrijke mate de gevonden variatie tussen de opnamen. Vanuit de analyses van de subsets komen ook Ca, C/N als verklarend naar voren;
- Er is een relatief hoge pH gevonden (>5), waardoor in de bodem buffering met kationen plaatsvindt. De overige Nederlandse heischrale graslanden komen voor bij lagere bodem-pH;

- Het gegeven van een hogere pH komt overeen met de gevonden verklarende variabelen: niet de Al- en Fe-concentratie spelen hier een rol maar kationen (Ca, Mg, Na en K);
- In de huidige studie zijn van een aantal bodemparameters in het heischrale grasland gegevens verzameld. In de komende jaren zal uitgebreider aandacht worden besteed aan de verwerking van de resultaten hiervan en zal naar verbanden worden gezocht met de overige data.

### ***Gebruik historische data***

Van de Zuid-Limburgse hellingschraallanden zijn de kalkgraslanden veruit het beste onderzocht. Hiervan is dan ook relatief veel historisch materiaal bijeengebracht. Dit geldt in veel mindere mate voor het heischrale grasland. In het kader van deze studie zijn weliswaar ongeveer 1.000 opnamen van de hellinggraslanden gedigitaliseerd, maar het merendeel ervan betrof kalkgrasland. In een vervolgfase moet duidelijk worden in hoeverre er toch nog historische gegevens over heischraal grasland verborgen aanwezig zijn.

- Binnen deze studie is gekeken naar historische vegetatiegegevens van de Bemelerberg, Berghofweide, Kunderberg en Schiepersberg. Door de beperkte omvang van de historische heischrale data blijkt het lastig om op basis hiervan gegronde uitspraken te doen over veranderingen in dit systeem;
- Floristische aantekeningen, onder andere van De Wever, geven een beter historisch beeld van de heischrale graslanden dan de weinige vegetatiekundige beschrijvingen. Van acht kenmerkende soorten van het heischrale grasland (Betonie, Hondsviooltje, Tormentil, Tandjesgras, Rozenkransje, Valkruid, Parnassia en Veldgentiaan) is op basis van de floristische gegevens hun achteruitgang gedocumenteerd. Twee van deze soorten zijn inmiddels uit Zuid-Limburg verdwenen.

Al met al blijven een aantal vragen onbeantwoord die hopelijk in het **vervolgonderzoek** nader uitgediept kunnen worden. Dit betreft onder meer:

- Waardoor kunnen de verschillen tussen de terreinen worden verklaard? Het is duidelijk dat de geconstateerde (grote) verschillen tussen de terreinen samenhangen met enerzijds verschillen in geologie en bodem en anderzijds een verschillende beheersgeschiedenis, maar meer gedetailleerd onderzoek is nodig om een specifieke verklaring te kunnen geven;
- Welke rol spelen verzuring en vermesting in de achteruitgang van het heischrale grasland? De effecten van verzuring en vermesting (als gevolg van atmosferische depositie) op Zuid-Limburgse schraallanden zijn tot nu toe vooral bestudeerd aan Gevinde kortsteel, en dan in het bijzonder binnen het kalkgrasland;

- Wat is de precieze rol en invloed die het beheer speelt/heeft gespeeld op de Zuid-Limburgse heischrale hellingen en met welke maatregelen kan de achteruitgang worden gestopt en omgezet worden in herstel? Het huidige onderzoek heeft wel een goed globaal beeld gegeven van de veranderingen in het beheer, maar de precieze invloed is nog niet in beeld gebracht, waartoe de verzamelde documentatie mogelijk wel belangrijke aanknopingspunten biedt;
- Wat is de rol van de zaadbank en van dispersie in heischrale graslanden? Beide onderwerpen staan vooral de laatste jaren sterk in de belangstelling, maar het onderzoek concentreert zich vooralsnog op de opbouw van landelijke gegevensbestanden of – binnen Zuid-Limburg – kalkgrasland;
- Is het mogelijk dat de standplaats van het heischraal grasland zich heeft verplaatst? Een hypothese hierbij is dat het heischraal grasland zich in het verleden hoger op de helling bevond en in de richting van het basische kalkgrasland is verschoven. Ook zou het kunnen zijn dat de groeiplaats van het heischrale grasland in de breedte is versmald, door een gecombineerd effect van verzuring en eutrofiëring. Er zijn twee terreinen waar deze hypothese op basis van historische gegevens mogelijk onderzocht kunnen worden, te weten Bemelerberg en Berghofweide.

Het sterk vernieuwende van het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel ligt in een geïntegreerde aanpak van bodem, vegetatie en fauna, aangezien herstelmaatregelen die te zeer gericht zijn op bodem en vegetatie tot zogenaamde ‘faunaongelukken’ kunnen leiden. Juist deze integratie zal in een vervolgfase een belangrijke component van het onderzoek vormen. Daarnaast zal aandacht besteed worden aan het opzetten van (beheers)experimenten, met het doel om een aantal van bovenstaande vragen te beantwoorden.

## Literatuur

- Becking, R.W., W.H. Diemont, W.A. van Eck, M.F. Mörzer Bruijns, M. van Oosten, V. Westhoff, M. Witkamp & G. Witkamp-Postma 1950. St. Pietersberg. Vegetatiekaart en legenda. Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Blink, E.N. 1997. Atlas van de Zuid-Limburgse Flora 1980-1996. Plantenstudiegroep, Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht, 316 pp.
- Blink, E., D.Th. de Graaf & B.G. Graatsma 1987. Blauwgras (*Sesleria albicans*) in Zuid-Limburg. Uitgestorven gewaad maar teruggevonden. *Natuurh. Maandbl.* 76 (2): 29-41.
- Bobbink, R. & J.H. Willems (2001). Praeadvies Kalkgraslanden. Expertisecentrum LNV, Wageningen, 47 pp.
- Bobbink, R. & J.H. Willems (1996). Herstelbeheer van kalkgrasland op de Bemelerberg. Resultaten van langjarige begrazing door schapen. *Natuurhist. Maandbl.* 85: 247-251.
- Boer, D. de 1976. Kalkgraslandvegetaties in Zuid-Limburg en aangrenzende gebieden. Doctoraalverslag Instituut voor Systematische Plantkunde. R.U. Utrecht, 149 pp.
- Boonen, F. & M. Martens 1971. Een vergelijkend onderzoek naar de vegetatie op de Berghofweide, een kalkgrasland, gedurende het tijdvak van 1 mei tot en met 30 november 1971. Doctoraalverslag, K.U. Nijmegen, 62 pp.
- Braak, C.J.F. ter 1988. CANOCO - an extension of DECORANA to analyse species-environment relationships. *Vegetatio* 75: 159-160.
- Braak, C.J.F. ter & P. Smilauer 1997. Canoco for Windows Version 4.5. CPRO-DLO, Wageningen.
- Bunnik, H. & H. Moorsel 1983. De Berghofweide (2), een hellinggrasland, een nieuw reservaat. Doctoraalverslag, R.U. Utrecht, 106 pp.
- Buro Bakker 2000. Biotopen van open kalkrijke hellingen. Studie in het kader van stimuleringsplan Zuid-Limburg Zuid. Buro Bakker adviesburo voor ecologie, Assen, 84 pp.
- Caluwe, H. de, R. van Logtestijn, R. Scheffer, S. Toet, G. Rouwenhorst & I. van den Wyngaert 2002. Methods Manual Landscape Ecology 2002. Department of Plant Ecology and Evolutionary Biology, Utrecht University, The Netherlands, 51 pp.
- Colaris, W.J.J., C. van Driel & J.H.H. Hilgers 1968. Een oecologische studie van de Berghofweide te Wylré in Limburg. Doctoraalverslag, R.U. Utrecht, 110 pp.
- Diemont, W.H. & A.J.H.M. van de Ven 1953. De kalkgraslanden van Zuid-Limburg. A. De Phanerogamen. *Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg.* VI: 3-20.
- Diemont, W.H. 1969. Zehn Jahre Freilandkultur einiger einheimischer Orchideen im "Gerendal", niederl. Limburg. *Vegetatio Acta Geobotanica*: 330-347.
- Eppink, J. 1977. Vegetatiepatronen en soortsgedrag langs de Bemelerberg-gradient. Doctoraalverslag, K.U. Nijmegen.
- Felder, W.M. 1984. De geologie van de Bemelerberg. *Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg* XXXIV (1-5).
- Gils, H. van & P. Huits 1978. Standplaats, stengelhoogte en levensduur van *Inula conyza* DC. in Nederland. *Gorteria* 9 (4): 93-103.

- Graaf, M.C.C. de 1990. Exploring the calcicole-calcifuge gradient in heathlands. Proefschrift K.U. Nijmegen, 175 pp.
- Graaf, M.C.C., P.J.M. Verbeek & M.J.R. Cals 1994. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van matig mineraalrijke heide en schraallanden: eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. K.U. Nijmegen, 284 pp.
- Graaf, M.C.C., P. Verbeek, S. Robat, R. Bobbink, J. Roelofs, A.A.M. de Goeij & M.C. Scherpenisse 2004. Lange termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden. Grontmij Advies & Techniek bv, Arnhem, 163 pp.
- Graaf, D.Th. de, B.G. Graatsma, R.W.J.M. van der Ham & J.H. Willems 1983. Flora en vegetatie van de Sint-Pietersberg: vergane glorie en behouden rijkdom. In: Anon. Aanvullend gedeelte 1938-1983 op: D.C. van Schaik (red.). De Sint Pietersberg. Leiter-Nijpels, Maastricht 1938. Ef & Ef (Thorn): 487-524.
- Graaf, D.Th. de, E. de Grood & A.J. Lever 1986. Met dubbel krijt geschreven? Visie op de toekomst van de Sint Pietersberg. Rapport Natuurhist. Genootsch. Limburg, Maastricht, 29 pp.
- Graatsma, B.G. 1985. De flora van de Sint-Pietersberg: een grensgeval. Natuurhist. Maandbl. 74 (4): 57-76.
- Grégoire, L. 1961. Verdwijnende flora in Zuid-Limburg. Natuurhist. Maandbl. 50: 41-42.
- Haperen, A. van 1972. Het Schiepersbergcomplex en zijn kalkgraslanden. Doctoalverslag Instituut voor Systematische Plantkunde, R.U. Utrecht, 125 pp.
- Heimans, J. 1938. De St. Pietersberg als plantengeografisch bastion. In: Anon. Aanvullend gedeelte 1938-1983 op: D.C. van Schaik (red.). De Sint Pietersberg. Leiter-Nijpels, Maastricht: 258-272.
- Heimans, J. 1939. De Bemelerberg. Nederlandsch Kruidkundig Archief 49: 59-64.
- Hennekens, S.M. & J.H.J. Schaminée 1980. De fenologie van de Bemelerberg. De Levende Natuur 82 (1): 17-28.
- Hennekens, S.M. & J.H.J. Schaminée 1982. Schrale hellinggraslanden in Zuid-Limburg. Manuscript 110 pp.
- Hennekens, S.M., H.P.M. Hillegers & J.H.J. Schaminée 1982. De botanische waarde van de Bemelerberg. De Levende Natuur 84 (2): 47-54.
- Hennekens, S.M. & J.H.J. Schaminée 1983. Een onderzoek naar de positie van de Wylre-akkers in een ontwikkeling van bemest bouwland naar eventueel krijthellinggrasland. Deel II: De bodem. Doctoraalverslag, Afd. Biogeologie & Afd. Geobotanie, K.U. Nijmegen, 86 pp.
- Hennekens S.M. & J.H.J. Schaminée 2001. TURBOVEG a comprehensive database management system. Journal of Vegetation Science 12: 589-591.
- Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J & A.H.F. Stortelder 2001. SynBioSys, een biologisch kennisstelsel ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.11. Alterra, Wageningen.
- Hillegers, H.P.M. 1981. De Bemelerhei. Limburgs Landschap 33: 7-9.
- Hillegers, H.P.M. 1982a. De vegetatiesuccessie op de Bemelerhei van +1800-1979. Rapport, Stichting het Limburgs Landschap, 15 pp.
- Hillegers, H.P.M. 1982b. Vegetaties met *Calluna vulgaris* (L. Hull) in het Mergelland. Rapport Staatsbosbeheer, 33 pp.



- Hillegers, H.P.M. 1983a. Beweidingseffecten van mergellandschappen in enkele Zuidlimburgse natuurreservaten. Publicatie Natuurhist. Genootsch. Limburg, XXXIII (1-2): 24-30.
- Hillegers, H.P.M. 1983b. De vegetatiesuccessie op de Bemelerhei van 1979 tot 1982. Stichting Het Limburgs Landschap.
- Hillegers, H.P.M. 1984a. De geschiedenis van de vegetatie en de functionele betekenis van de Bemelerberg. In: H. Hillegers (red.) De Bemelerberg. Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg XXXIV (1-5): 13-18.
- Hillegers, H.P.M. 1984b. Dorp en milieu. De Wolfskop. Ut wiet klief. Uitg. v/d Werkgr. Ver. tot Natuurbeh. Cadier en Keer 1 (2): 38-41.
- Hillegers, H.P.M. 1984c. Het Maanvarentje in het Mergelland. De Levende Natuur 85 (5): 154-157.
- Hillegers, H.P.M. 1985. De Bemelerberg. Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg, XXXIII (1-5).
- Hillegers, H.P.M. 1987. De Schiepersberg. De natuurhistorische waarden van een natuurgebied in de gemeente Margraten. Stichting het Limburgs Landschap, 24 pp.
- Huits, P. & J. van de Winkel 1978. Een vergelijkend onderzoek naar standplaats, lengte en levensfaseduur van *Inula conyza* DC. op de Schiepersberg (Cadier en Keer, Z.-L.) en andere localiteiten in Nederland. Doctoraalverslag, K.U. Nijmegen, 40 pp.
- Kalkman, L. & S. Kengen 1983. Een onderzoek naar de bodem van de Bemelerberg en enkele andere krijthellinggraslanden in Zuid-Limburg. Vakgroep Bodemkunde en Geologie, Landbouwhogeschool Wageningen, 80 pp.
- Kreutz, C.A.J. 1981. De Orchideeën in Zuid-Limburg; resultaten van een totale inventarisatie in 1980. Natuurhist. Maandbl. 70: 35-39, 51-55, 86-93 en 105-108.
- Kreutz, C.A.J. 1982. De Veldgentiaan, *Gentianella campestris* (L.) Börner, terug in Zuid-Limburg. Natuurhist. Maandbl. 71: 4-5.
- Kreutz, C.A.J. 1994. Orchideeën in Zuid-Limburg. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht. 304 pp.
- Langhe J.E. de, L. Delvosalle, J. Duvigneaud, J. Lambinon, J. & C. Vanden Berghen 1988. Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden (Pteridofyten en Spermatofyten). Tweede druk. Meise, 972 pp.
- Lankhorst, L. 1971. De malacofauna van het natuurreservaat "De Berghofweide" in relatie tot de bodemgesteldheid en de vegetatie, 1969-1971. Zoologisch museum Utrecht, Utrecht, 45 p.
- Lejeune 1824. Reveu d. l. Flore de Spa. In: De Wever 1911-1924.
- Lely-Van Bommel, C. van der & A. van Niekerk-Brouwer 1969. Een onderzoek naar de vegetatie op de Bemelerberg (Zuid-Limburg). Doctoraalverslag Rijksuniversiteit Utrecht, 51 pp.
- Mennema, J., A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate 1980 (red.). Atlas van de Nederlandse flora. Deel I: Uitgestorven en zeer zeldzame planten. Kosmos, Amsterdam, 226 pp.
- Mennema, J., A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate 1985 (red.). Atlas van de Nederlandse flora. Deel II: Zeldzame en vrij zeldzame planten. Scheltema & Holkema, Utrecht, 349 pp.

- Meusel, H., E. Jäger & E. Weinert 1965. *Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora*. Jena.
- Meijden, R. van der 1996. *Flora van Nederland*, 22<sup>e</sup> editie. Wolters-Noordhoff, Groningen, 583 pp.
- Meijden, R. van der, C.L. Plate & E.J. Weeda 1989. *Atlas van de Nederlandse flora 3. Minder zeldzame en algemene soorten*. Rijksherbarium, Leiden, 264 pp.
- Meys, L. 1982. De Bemelerberg (in 1944). Met een inleiding en voetnoten door H.P.M. Hillegers. *Natuurhist. Maandbl.* 71 (8): 130-144.
- Oberdorfer, E. 1979. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Vierte Auflage. Ulmer, Stuttgart, 997 pp.
- Prijs, I. & W. Seinen-Neumann 1968. Een studie van de vegetatie en het verspreidingspatroon van enige belangwekkende soorten in het staatsnatuurreservaat Berghofweide (Zuid-Limburg). *Doctoraalverslag*, R.U. Utrecht, 69 pp.
- Roelofs, J.G.M., R. Bobbink, E. Brouwer, & M.C.C. de Graaf 1996. Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in The Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 45: 517-541.
- Schaik, D.C. van 1938. *De Sint Pietersberg*. Leiter-Nypels, Maastricht. 391 pp.
- Schaik, D.C. van, L. Bels, J.R.A.M. van Berckel et al. 1983. *De Sint Pietersberg*. Met een aanvullend gedeelte van 1938-1983. EF & EF, Thorn, 566 pp.
- Schaminée, J.H.J. 1984. Plantengemeenschappen van de Bemelerberg, een syntaxonomische beschouwing. In: H. Hillegers (red.). *De Bemelerberg*. *Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg XXXIV* (1-5): 21-23.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. *De Vegetatie van Nederland 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden*. Opulus, Uppsala/Leiden, 356 pp.
- Schaminée, J.H.J. & S.M. Hennekens 1982. *Schrале hellinggraslanden in Zuid-Limburg*. Manuscript, 91 pp.
- Snoek, H. van der 1982. Een vegetatiekartering van de kalkgraslandhelling "Het Hoefijzer", Bemelen, Zuid-Limburg. *Doctoraalverslag Instituut voor Systematische Plantkunde*, R.U. Utrecht, 33 pp.
- Verschoor, G., H. Damsma, L. Wortel, M. Aendekerk & J. Keulen 2004. De Julianagroeven, ontwikkeling van de flora in een vijftig jaar verlaten kalksteengroeven. *Natuurhist. Maandbl.* 93: 131-136.
- Vries, W. de 1972. Vegetatiekundige studie van het reservaat "Kunderberg" (gem. Voerendaal) Z.L. *Doctoraalverslag*, R.U. Utrecht, 45 pp.
- Waal, R.W. de 2001. Bodem en humus van kalkarme hellingen op ondiep kalksteen in: Hennekens, S.M., Schaminée, J.H.J. & A.H.F. Stortelder (2001). *SynBioSys*, een biologisch kennisstelsel ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling. Versie 1.11. Alterra, Wageningen
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985. *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1*. IVN, Amsterdam, 303 pp.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1987. *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties 2*. IVN, Amsterdam, 304 pp.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1988. *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3*. IVN, Amsterdam, 302 pp.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1994. *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties 5*. IVN, Amsterdam, 400 pp.

- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren 2002. Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland. Deel 2. Graslanden, zomen en droge heiden. KNNV-Uitgeverij, Utrecht, 223 pp.
- Westhoff, V. 1983. Toelichting bij de legenda van de vegetatiekaart van de Sint Pietersberg. In: D.C. van Schaik (red.) De Sint Pietersberg. Leiter-Nijpels, Maastricht 1938. Ef & Ef (Thorn): 525-526.
- Wever, F.C.A. de 1911-1923. Lijst van Wildgroeïende en eenige Gekweekte Planten in Z.-Limburg. Overgedrukt uit het jaarboek van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg.
- Wever, F.C.A. de 1943. Mei in 't Krijtland. Natuurhist. Maandbl. 32.
- Wever, F.C.A. de 1941. De natuur in. Natuurhist. Maandbl. 30 (11): 115-120.
- Willems, J.H. 1982a. Het Brachypodio-Sieglingietum Will. & Blanck. 1975 in Zuid-Limburg. Gorteria 11: 14-21.
- Willems, J.H. 1982b. Establishment and development of a population of *Orchis simia* Lamk. in the Netherlands, 1972 to 1981. New Phytologist 91: 757-765.
- Willems, J.H. 1982c. *Parnassia palustris* L. in Zuid-Limburg. Gorteria 5: 99-106.
- Willems, J.H. 1984. Plantengeografische aspecten van de Bemelerberg. Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg XXXIV 1-5, 38-42.
- Willems, J.H. 1988. Soil seed bank and regeneration of a *Calluna vulgaris* community after forest cleaning. Acta Bot. Neerl. 37: 313-320.
- Willems, J.H. 1990. Meerjarige populatiestudie aan inheemse orchideeën. De Levende Natuur 91 (5): 134-139.
- Willems, J.H. & F.G. Blanckenborg 1975. Kalkgraslanden van de St. Pietersberg ten zuiden van Maastricht. Publ. Natuurhist. Genootsch. Limburg XXV: 1-24.
- Willems, J.H. & A.M.N. van Haperen 1974. Een recente vondst van *Orchis simia* Lamk. in Zuid-Limburg. Gorteria 7 (1): 6-12.
- Willems, J.H. & A. Brouns (2004, in prep). Schraal hellinggrasland Hoefijzer (gem. Margraten) een evaluatie na 24 jaar natuurbeheer.



## Bijlagen

- Bijlage 1. Synoptische tabel van de transectopnamen van de Berghofweide*
- Bijlage 2. Synoptische tabel van de transectopnamen van de Winkelberg*
- Bijlage 3. Synoptische tabel van de transectopnamen van het Hoefijzer*
- Bijlage 4. Synoptische tabel van de transectopnamen van de Koeberg*
- Bijlage 5. Synoptische tabel van de transectopnamen van de Kannerhei*
- Bijlage 6. De 47 gemaakte opnamen waarvan ook bodemmonsters zijn geanalyseerd*
- Bijlage 7. Overige resultaten van de bodemanalyses*
- Bijlage 8. Herkomst gebruikte opnamen*



## Bijlage 1 Synoptische tabel van de transectopnamen van de Berghofweide

De vier opnamen zijn per transectmeter in één kolom uitgezet, waarbij de presentie en karakteristieke bedekking is genoteerd. Rood zijn de heischrale soorten, blauw zijn de kalkgraslandsoorten en groen zijn soorten die voor beide systemen indicatief zijn.

Transectmeters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Afnemende soorten</b>															
<i>Plantago lanceolata</i>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.9</sup>
<i>Rhinanthus minor</i>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>
<i>Centaurea jacea</i>	100 <sup>10</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>9</sup>	100 <sup>9</sup>	100 <sup>13</sup>	100 <sup>11</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.9</sup>
<i>Festuca rubra</i>	100 <sup>29</sup>	100 <sup>11</sup>	100 <sup>15</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Agrostis capillaris</i>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.
<i>Galium verum</i>	100 <sup>10</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>5</sup>	75 <sup>7</sup>	75 <sup>3</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	75 <sup>0.5</sup>
<i>Ranunculus polyanthemo</i>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>
<i>Rumex acetosa</i>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.
<i>Viola canina</i>	25 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	100 <sup>0.9</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i>	50 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Toenemende soorten</b>															
<i>Sanguisorba minor</i>	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>13</sup>	100 <sup>14</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>13</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>14</sup>	100 <sup>14</sup>
<i>Carex flacca</i>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.9</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>15</sup>	100 <sup>19</sup>	100 <sup>11</sup>	100 <sup>10</sup>
<i>Primula veris</i>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>0.9</sup>
<i>Linum catharticum</i>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>
<i>Stachys officinalis</i>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>0.9</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>8</sup>
<i>Danthonia decumbens</i>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>5</sup>	75 <sup>3</sup>	75 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Cirsium acaule</i>	.	50 <sup>2</sup>	.	.	.	25 <sup>2</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Briza media</i>	.	.	.	75 <sup>1</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>
<i>Scabiosa columbaria</i>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>6</sup>	75 <sup>10</sup>	75 <sup>10</sup>
<i>Thymus pulegioides</i>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>7</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>5</sup>	100 <sup>8</sup>	50 <sup>0.5</sup>
<b>Neutrale soorten</b>															
<i>Leontodon hispidus</i>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>9</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>6</sup>
<i>Helictotrich pubescens</i>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	100 <sup>11</sup>	100 <sup>24</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>19</sup>	100 <sup>17</sup>	100 <sup>21</sup>	100 <sup>26</sup>	100 <sup>46</sup>	100 <sup>24</sup>	100 <sup>26</sup>	100 <sup>33</sup>	100 <sup>24</sup>	100 <sup>24</sup>	100 <sup>38</sup>	100 <sup>38</sup>
<i>Carex caryophyllaea</i>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>17</sup>	100 <sup>19</sup>	100 <sup>14</sup>	100 <sup>12</sup>
<i>Dactylis glomerata</i>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>
<i>Potentilla erecta</i>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	75 <sup>1</sup>
<i>Trifolium pratense</i>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>5</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>

Transectmeters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Lotus corniculatus</i>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>9</sup>	100 <sup>9</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>12</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Leucanthemum vulgare</i>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>
<i>Knautia arvensis</i>	75 <sup>0.5</sup>	.	50 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>
<i>Ranunculus bulbosus</i>	25 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.9</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>
<i>Festuca pratensis</i>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	75 <sup>2</sup>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	.	.	.	100 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>
<i>Polygala vulgaris</i>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	.	100 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	.	.	100 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	.	75 <sup>1</sup>	100 <sup>0.5</sup>
<i>Achillea millefolium</i>	75 <sup>0.5</sup>	.	75 <sup>1</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	100 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>
<i>Holcus lanatus</i>	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.
<i>Vicia cracca</i>	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.
<i>Senecio jacobaea</i>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>2</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	.
<i>Ononis species</i>	.	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>19</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	50 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>2</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>
<i>Stellaria graminea</i>	.	50 <sup>0.5</sup>	50 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	50 <sup>0.5</sup>	.
<i>Allium vineale</i>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	50 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	50 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	100 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Taraxacum species</i>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium fontanum</i>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.	25 <sup>0.5</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	75 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	25 <sup>0.5</sup>
<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.
<i>Koeleria macrantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>0.5</sup>	.	.



## Bijlage 2 Synoptische tabel van de transectopnamen van de Winkelberg

De vier opnamen zijn per transectmeter in één kolom uitgezet, waarbij de presentie en karakteristieke bedekking is genoteerd. Rood zijn de heischrale soorten, blauw zijn de kalkgraslandsoorten en groen zijn soorten die voor beide systemen indicatief zijn.

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Afnemende soorten</b>																				
<i>Luzula campestris</i>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.
<i>Jasione montana</i>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca filiformis</i>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>
<i>Rumex acetosella</i>	50 <sup>1</sup>	.	.	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aira caryophyllea</i>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aira praecox</i>	.	75 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Toenemende soorten</b>																				
<i>Festuca rubra</i>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	.
<i>Stachys officinalis</i>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	75 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>
<i>Carex caryophyllea</i>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Cytisus scoparius</i>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	25 <sup>4</sup>	50 <sup>1</sup>	.
<i>Galium verum</i>	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>5</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>4</sup>	50 <sup>4</sup>	.	75 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	25 <sup>3</sup>
<i>Cerastium fontanum</i>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>4</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>3</sup>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>
<i>Thymus pulegioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>
<i>Galium pumilum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.
<i>Acer species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.
<i>Hieracium laevigatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	50 <sup>2</sup>	.	25 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.
<i>Verbascum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.
<i>Rosa canina</i>	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.

Vegetatieraa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trisetum flavescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	.	50 <sup>2</sup>	.	
Linum catharticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	
Daucus carota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	
Polygala vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	
Potentilla verna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	
Rosa rubiginosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>3</sup>	
Senecio jacobaea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	
Festuca pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	
Echium vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	
<b>Overige soorten</b>																					
Brachypodium pinnatum	50 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	.	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	
Agrostis capillaris	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>
Hypochaeris radicata	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
Danthonia decumbens	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	75 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	
Hieracium pilosella	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>2</sup>	.	25 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	
Agrostis stolonifera	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	
Rumex acetosa	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	
Campanula rotundifolia	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	
Quercus robur	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	
Hypericum perforatum	75 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	.	25 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	
Achillea millefolium	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	.	50 <sup>2</sup>	
Rubus caesius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Origanum vulgare	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	
Holcus lanatus	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	
Conyza canadensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	
Sonchus species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	
Prunus species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	

### Bijlage 3 Synoptische tabel van de transectopnamen van het Hoefijzer

De vier opnamen zijn per transectmeter in één kolom uitgezet, waarbij de presentie en karakteristieke bedekking is genoteerd. Rood zijn de heischrale soorten, blauw zijn de kalkgraslandsoorten en groen zijn soorten die voor beide systemen indicatief zijn.

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Afnemende soorten</b>										
<i>Festuca rubra</i>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	.	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>5</sup>	75 <sup>1</sup>	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	.	.
<i>Danthonia decumbens</i>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	.	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	100 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	.	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>
<i>Galium verum</i>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.
<i>Succisa pratensis</i>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.
<i>Festuca filiformis</i>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.
<i>Luzula campestris</i>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.
<i>Cytisus scoparius</i>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	100 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.
<b>Toenemende soorten</b>										
<i>Pimpinella saxifraga</i>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>
<i>Rumex acetosa</i>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Cuscuta epithymum</i>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
<i>Hieracium pilosella</i>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>
<i>Carex caryophylla</i>	50 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>4</sup>
<i>Lotus corniculatus</i>	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Afnemende soorten</b>										
Fraxinus excelsior	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
Stachys officinalis	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	.
Centaureum erythraea	.	.	.	.	.	.	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	.	75 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>
Knautia arvensis	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>
Crataegus monogyna	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup>
Ranunculus bulbosus	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
Agrimonia eupatoria	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.
Origanum vulgare	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>
Potentilla verna	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>
Linum catharticum	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Galium pumilum	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.
Carex flacca	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.
Scabiosa columbaria	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>
Taraxacum species	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.
Achillea millefolium	.	.	75 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Arabis hirsuta	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Cirsium acaule	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>
Arenaria serpyllifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>
Rubus caesius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>
<b>Overige soorten</b>										
Campanula rotundifolia	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Plantago lanceolata	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Centaurea jacea	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>
Brachypodium pinnatum	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>
Hypericum perforatum	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
Cerastium fontanum	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.
Poa pratensis	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	.	.

## Bijlage 4 Synoptische tabel van de transectopnamen van de Koeberg

De vier opnamen zijn per transectmeter in één kolom uitgezet, waarbij de presentie en karakteristieke bedekking is genoteerd. Rood zijn de heischrale soorten, blauw zijn de kalkgraslandsoorten en groen zijn soorten die voor beide systemen indicatief zijn.

Transectraaien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Afnemende soorten</b>														
Hieracium umbellatum	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	50 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis capillaris	25 <sup>1</sup>	75 <sup>3</sup>	25 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex acetosella	100 <sup>3</sup>	.	100 <sup>1</sup>	.	50 <sup>3</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	25 <sup>1</sup>	.	.	.	50 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.
Vulpia myuros	100 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>
Holcus lanatus	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.
Luzula campestris	25 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.
Cytisus scoparius	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.
Danthonia decumbens	50 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>3</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.
Rubus caesius	25 <sup>1</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>3</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>
<b>Middenzone</b>														
Veronica officinalis	.	.	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola canina	.	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.
Clematis vitalba	.	50 <sup>5</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>4</sup>	25 <sup>4</sup>	25 <sup>5</sup>	25 <sup>2</sup>	.	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>
Carlina vulgaris	.	.	.	.	50 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>
<b>Toenemende soorten</b>														
Lotus corniculatus	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>
Campanula rotundifolia	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Centaurea jacea	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>
Cerastium fontanum	25 <sup>1</sup>	.	.	.	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Thymus pulegioides	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>
Crataegus monogyna	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>3</sup>	25 <sup>4</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>5</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup>	50 <sup>2</sup>
Bromus hordeaceus	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	.	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Galium verum	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>
Carex caryophyllea	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	.	25 <sup>4</sup>	50 <sup>3</sup>	75 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>4</sup>
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Linum catharticum	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Arabis hirsuta	.	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>2</sup>	.	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>
Pimpinella saxifraga	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>

Transectraaien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Achillea millefolium</i>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>
Taraxacum species	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Potentilla verna	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	.	75 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>
<i>Cirsium acaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100 <sup>2</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.
Verbascum species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
<i>Scabiosa columbaria</i>	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Medicago lupulina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	.	100 <sup>1</sup>
<i>Koeleria macrantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>
<i>Carex flacca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>4</sup>	50 <sup>3</sup>	.
Poa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
<i>Galium pumilum</i>	.	.	.	.	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
<b>Overige soorten</b>														
Agrostis stolonifera	100 <sup>3</sup>	100 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>	100 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>3</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	75 <sup>2</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>8</sup>	100 <sup>7</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>6</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>4</sup>	100 <sup>5</sup>	100 <sup>5</sup>
Stachys officinalis	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	75 <sup>2</sup>	100 <sup>3</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.
Hypericum perforatum	50 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	75 <sup>1</sup>
Origanum vulgare	.	.	.	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>	.	.
Carduus nutans	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	75 <sup>1</sup>	50 <sup>2</sup>	.	25 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>
Arenaria serpyllifolia	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
Anisantha sterilis	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>
Rosa canina	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	50 <sup>2</sup>
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.
Cirsium arvense	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>	.	50 <sup>1</sup>
Daucus carota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>
<i>Festuca rubra</i>	.	25 <sup>1</sup>	.	50 <sup>2</sup>	.	25 <sup>2</sup>	75 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Ranunculus bulbosus	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>
Prunus spinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>
Galium aparine	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium ciliatum	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lolium perenne	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.
Myosotis ramosissima	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonchus asper	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.
Dactylis glomerata	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer species	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.
Sonchus species	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.

Transectraaien	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cirsium vulgare	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	25 <sup>1</sup>	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrimonia eupatoria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.
Torilis japonica	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.
Knautia arvensis	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.
Quercus robur	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium vulgatum ag.	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.
Geum urbanum	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.
Centaurium erythraea	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.	.	.
Convolvulus arvensis	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	50 <sup>1</sup>	.	.	.	.	.
Epilobium species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sup>1</sup>	.	.	.	.
Rosa rubiginosa	.	.	.	.	.	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	25 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.





## Bijlage 5 Synoptische tabel van de transectopnamen van de Kannerhei

De vier opnamen zijn per transectmeter in één kolom uitgezet, waarbij de presentie en karakteristieke bedekking is genoteerd. Rood zijn de heischrale soorten, blauw zijn de kalkgraslandsoorten en groen zijn soorten die voor beide systemen indicatief zijn.

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Afnemende soorten</b>												
Holcus lanatus	100 4	100 5	100 2	100 2	.	100 2	100 2	100 3	100 2	75 1	50 1	25 1
Vicia sativa s. nigra	50 3	75 4	100 3	100 5	100 5	100 2	100 1	75 1	75 1	25 1	50 1	75 1
Daucus carota	100 3	100 4	100 4	75 1	50 2	100 2	100 2	100 2	75 1	50 1	50 1	25 1
Cerastium fontanum	100 2	100 1	100 2	.	100 2	25 4	50 1	75 1	75 1	.	25 1	.
Rumex acetosa	100 2	100 2	50 1	100 1	100 1	75 1	100 1	100 1	50 1	50 1	25 1	75 1
Prunus spinosa	100 2	75 2	25 1	25 2	50 1	75 2	100 2	50 2	50 2	25 1	.	25 1
Agrostis capillaris	100 5	100 5	100 2	100 2	100 2	75 2	100 3	100 3	75 3	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	100 1	100 1	100 1	100 1	75 1	75 1	100 1	100 2	100 1	.	.	.
Quercus robur	25 1	75 2	25 1	25 1	25 2	25 2	75 2	25 2	75 2	.	.	.
Potentilla erecta	50 1	100 3	100 2	100 3	75 3	75 2	.	25 1	.	.	.	.
Hieracium umbellatum	100 2	75 2	75 2	75 1	50 1	25 1	50 1	.	.	.	.	.
Crepis capillaris	25 1	75 1	25 1	25 1	25 1	25 1	.	25 1	.	.	.	.
Galium verum	75 5	75 4	100 5	100 5	50 1	.	.	.	.	.	50 1	.
Trifolium pratense	75 2	50 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypochaeris radicata	75 1	25 1	.	.	25 1	.	.	25 1	.	.	.	.
Betula pubescens	25 1	.	50 1	50 1	.	.	.	25 1	.	.	.	.
Viola canina	.	25 1	25 1	100 1	50 1	.	.	.	50 1	.	25 1	.
Ranunculus acris	50 1	25 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex pilulifera	.	25 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Middentraject</b>												
Danthonia decumbens	.	.	.	.	.	25 1	75 3	75 1	.	.	100 2	.
Luzula campestris	75 2	25 1	50 1	50 1	25 1	50 1	100 2	100 2	100 3	50 1	.	.
Crataegus monogyna	.	50 1	25 5	50 2	.	50 2	75 2	75 2	100 4	25 1	.	.
<b>Toenemende soorten</b>												
Sanguisorba minor	.	25 1	100 3	100 4	100 5	100 5	100 5	75 5	100 4	100 4	100 5	100 4
Linum catharticum	.	75 1	50 1	100 1	100 1	75 1	100 1	75 1	50 1	75 1	75 1	75 1
Rhinanthus minor	25 1	50 1	75 3	50 1	50 1	25 1	25 1	25 1	50 2	75 1	100 1	75 1
Cuscuta epithymum	50 1	50 1	50 1	.	50 2	.	.	.	.	50 1	75 2	75 2
Arrhenatherum elatius	.	.	.	50 1	50 1	25 1	25 2	50 2	100 2	50 3	25 5	50 4
Carex flacca	.	.	25 1	50 4	75 5	75 4	50 1	100 5	100 5	100 5	100 4	100 2
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	25 4	25 2	.	25 2	100 4	100 2	100 2	75 3

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	25 1	.	.	.	25 1	25 1	25 1	50 1	50 1	50 1
<i>Euonymus europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 4	25 2	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	50 2	25 1	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	.	25 1	.	50 1	.	25 1	.
<i>Genista tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	75 1	50 2	75 1
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	25 1	25 1	.	.	.	50 1	25 1
<i>Taraxacum species</i>	50 1	25 1	25 1	25 1	.	.	.	.	.	75 1	75 2	75 1
<i>Primula veris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100 3	75 2	50 4
<i>Potentilla verna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	50 2	75 1	100 2	75 2
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	25 1	75 2	75 2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 2	100 2	75 1
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 1	50 1	50 1
<i>Scabiosa columbaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	.	75 2
<b>Overige soorten</b>												
<i>Centaurea jacea</i>	100 2	100 3	100 5	100 2	100 5	100 3	100 3	100 4	100 3	100 4	100 4	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	100 2	100 1	100 1	100 2	100 1	75 1	75 1	75 1	75 1	75 1	100 1	75 1
<i>Rubus caesius</i>	100 5	100 5	100 4	50 2	50 2	50 2	75 3	75 4	75 5	100 3	75 2	100 2
<i>Helictotrich pubescens</i>	100 1	100 2	100 1	75 1	100 1	100 2	100 2	75 2	100 2	100 2	75 2	75 2
<i>Plantago lanceolata</i>	100 2	100 1	100 2	100 2	100 2	100 3	100 2	100 2	100 1	100 1	75 2	100 1
<i>Achillea millefolium</i>	100 2	100 2	75 1	100 1	75 1	100 2	100 1	75 1	100 2	100 1	100 2	100 2
<i>Lotus corniculatus</i>	100 5	100 5	100 4	100 4	100 5	100 3	100 5	100 4	100 5	100 5	100 5	100 3
<i>Festuca rubra</i>	100 5	75 5	100 5	100 5	100 2	75 1	100 5	100 4	100 5	100 3	100 5	100 5
<i>Brachypodium pinnatum</i>	100 5	100 4	100 5	100 5	100 5	100 5	100 4	100 5	100 5	100 5	100 2	100 3
<i>Trisetum flavescens</i>	100 1	75 1	75 1	75 1	75 1	100 1	75 2	.	100 2	100 3	.	75 2
<i>Leontodon hispidus</i>	75 2	75 1	75 1	50 1	50 1	100 2	75 3	25 1	75 2	75 3	100 4	50 2
<i>Carex caryophylla</i>	75 2	100 2	50 3	100 5	100 3	100 4	100 5	100 5	100 3	75 2	100 2	100 2
<i>Pimpinella saxifraga</i>	25 1	100 2	100 1	100 2	75 1	100 1	75 1	100 1	100 2	25 1	50 1	50 2
<i>Dactylis glomerata</i>	25 1	75 1	.	.	.	.	25 1	100 2	50 1	50 2	50 2	50 2
<i>Rosa canina</i>	.	50 3	25 1	.	.	.	.	.	.	25 2	.	.
<i>Hierac praeal s. bauhi</i>	.	.	25 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	25 1	50 1	.	25 1	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	50 2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	25 2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	25 1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium pumilum</i>	.	.	.	.	.	25 1	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium caespitosum</i>	.	.	.	.	.	25 1	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa rubiginosa</i>	.	.	.	.	.	50 4	25 4	.	.	.	.	.

Vegetatieraai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Acer species	.	.	25 1	.	.	.	.	.	50 2	.	.	.
Agrimonia eupatoria	.	.	.	.	25 2	.	.	.	.	25 1	.	.
Acer campestre	.	.	.	.	25 2	.	.	.	.	50 1	.	.
Carex panicea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	.	.
Aquilegia vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	25 1	.
Hypericum perforatum	.	.	.	25 1	.	.	.	.	.	.	25 1	.
Urtica dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	.
Veronica arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	.
Arenaria serpyllifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1	.
Bryonia dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 2
Clematis vitalba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 2
Poa angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1
<a href="#">Anthyllis vulneraria</a>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 1
Salvia pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 2





	Berghofweide	Kannerhei	Winkelberg	Strooberg	Hoefijzer	6	7	8	9	Koeberg
Achillea millefolium	+ . . + . . + +	3 b 3 a m	a . + 1 + . 1 +	. + . . . . .	+ . m 1 .	1 1	. +	a	. b a	+ . + . . a 1
Rumex acetosa	. . + . 1 . +	+ m m m 1	1 + . + + . + +	+ + . . . . +	+ + + + +	+ +	a 1	. + 1 1	. . . . .	
Campanula rotundifolia	. . a . . + +	+ m m m m	m m m m m m 1	m m 1 1 . 1 1	m m m m 1	+ 1	1 m	. a a a	1 m m m 1 1 1	
Luzula campestris	. . . . + . +	. + 1 + +	m m 1 m m m 1 1	m m 1 1 . + +	1 1 1 1 .	. +	1 1	. 1 m 1	+ + . 1 . . 1	
Cerastium fontanum	. . . . . . .	1 1 . 1 1	. 1 + + + + 1 +	. . . . . 1	+ . 1 . .	. .	1 1	+ . . +	+ + + . . + +	
Crepis capillaris	. . 1 . . . .	+ m m m +	+ . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . + . + + .	
Trisetum flavescens	. . . . . . .	a a m 1 1	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . +	+ . . . .	a 1	. . . . .	. . . . . . .	
Daucus carota	. . + . . . .	. + + + 1	. . . . . . .	+ . + + . . .	. . . . . . .	. a . . .	+ . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Trifolium repens	. . . . . . .	a a b 1 .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . + + . . .	. . . . a 1	. 1 +	. . . . .	. . . . . . .	
Taraxacum species	. + + . . . .	. + 1 . +	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . 1 . .	. . . . +	. . . . .	. . . . . + +	
Eurhynchium praelongum	. + . . . . .	. + + + .	. . . . . . .	+ . + . . . .	. . . . . . .	+ . . . .	+ . . . .	. . . . .	. . . . . + .	
Quercus robur	. r . . . . .	. r + +	r . r . + . . .	. + + a + . r	a + . r .	. . . . .	. . . . .	. . . +	. . . . . r r +	
Bromus hordeaceus	. . . . . . .	+ . . + .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1 1 + . . 1 +	
Agrimonia eupatoria	+ . . . . . .	. . + + .	. . . . . . +	+ . . . . . .	. . . . . +	. + . . .	+ . . . .	. . . . .	. . + . + . .	
Hieracium umbellatum	. . . . . . .	. . . . 1	1 1 + a a 1 + 1	1 . . . . . +	+ a + a +	+ 1 . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Agrostis stolonifera	. 1 . . . . .	. . . . .	+ . 1 + 1 a 1 +	. . . . . + . .	. + 1 1 +	a a 1 . .	. . . . .	. . . . .	1 a b 1 1 a 1	
Hypericum perforatum	. . . . . . .	. + . . . .	+ + . . . 1 + +	. + . + . + .	+ . . 1 .	+ r + . .	. . . a	. + + . + + +	. . . . .	
Crataegus monogyna	. . . . . +	r . . . +	. . . + + . 1 1	. + . + + . +	. . . + +	. . + . r	. . . .	+ + + a + + .	. . . . .	
Cytisus scoparius	. . . . . . .	. . . . .	. . . a b . 1 b	. . . . . +	+ . . . . .	. . . + +	+ . . . .	+ + + + . . +	. . . . .	
Rumex acetosella	. . . . . . .	+ m . . . .	. . + + . 1 . .	. . . + . . .	+ + . . . .	. . . . .	. . . +	. . . . .	. . . . . 1	
Hieracium pilosella	. . . . . . .	. + . . . .	. . 1 . + 1 . .	. + . + . a .	1 . . . . 1	. . . + .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Fraxinus excelsior	+ . . . . + .	. . . . .	r + + . . . . .	. . . . . . .	. . . . r +	. . + r .	. . . . .	. . . + . . + .	. . . . .	
Hieracium laevigatum	. . . . . . .	. . . . .	. . + . . . .	a 1 1 + + +	a . . + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . + . .	
Korstmossen (overige)	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. + . . + +	. . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Succisa pratensis	+ + . . . . .	. . . . .	r . . 1 . . . .	a . . . . . .	. + + + +	+ + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Festuca filiformis	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . + 1 . .	1 1 . . m	+ + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Heracleum sphondylium	. r . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . r + . .	. + + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Viola canina	. . . . . + .	. . . + . .	. . . 1 . . . .	b . + . . . .	. . b . . .	+ + . . .	. . . . .	. . . . .	+ 1 + a 1 + 1	
Genista tinctoria	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . + . . .	b 1 . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Poa pratensis	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . 1 + . .	. . . . . . .	+ . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . . . .	
Arrhenatherum elatius	. . + + . . . .	1 . . . + . .	+ . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	1 . . . .	. . . a a	. . . . . . .	. . . . . . .	
Briza media	1 . . . . 1 .	. . . . .	. . . . . 1 +	. . . . . . .	. . . . . 1	. + . . .	+ . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	
Prunella vulgaris	. . 1 1 . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . 1	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	
Veronica chamaedrys	. . . . . . .	a . . . + . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	. + . . . a	. . . . . . .	. . . . . . .	
Viola riviniana	. . . . . . .	. . . . 1 . .	. . . . . . .	. . . . . . .	+ . . . . . .	. . . a . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	
Origanum vulgare	. . . . . . .	+ . . . . .	. . . . . . .	. . + . . . .	. . . . . +	. . . . .	+ . . . .	. . . . .	+ + . . + + .	
Thymus pulegioides	. . . . . . .	. . . . .	+ . . . . . 1	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	. + . . .	. . . . .	1 + 1 1 a + 1	
Rhytidadelphus squarrosus	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	+ a a	. . . . . . .	. . . . . . .	
Clematis vitalba	. . . . . . .	. . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	+ a a . + + +	

	Berghofweide	Kannerhei	Winkelberg	Strooberg	Hoefijzer	6	7	8	9	Koeberg
Rubus corylifolius	.	.	.	a	.	.	.	.	.	+ a . b . + .
Acer species	.	r	.	.	.	.	.	.	.	. . + + + . r
Rosa canina	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+ + + . . 1 .
Galium pumilum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . + + + .
Centaurium erythraea	.	.	.	+ 1	.	+	.	.	.	. + . + . + .
Pseudoscleropodi purum	.	.	+	+	.	.	.	.	.	. . + . + + .
Medicago lupulina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . + . + + .
Carduus nutans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ + . . . +
Potentilla verna	.	.	.	.	.	+	.	.	.	. . 1 . . + .
Plagiomnium species	+	+	.	+	.	.	.	.	.	. + + . . . .
Brachytheciu rutabulum	+	.	.	+	.	.	.	.	.	. . + . . . .
Rubus caesius	.	.	a b	.	.	r	.	.	.	. . . . . 1
Carex pilulifera	.	.	+	1	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Carex panicea	b	b	.	.	+	.	.	.	.	. . . . . . .
Cuscuta epithymum	.	.	1	a	.	1	.	.	.	. . . . . . .
Jasione montana	.	.	.	+	+	.	.	.	.	. . . . . . .

**Weinig voorkomende soorten**

Acer campestre	.	.	.	.	.	.	r	.	.	. . . . . . .
Aira caryophylla	.	.	.	1 +	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Aira praecox	.	.	.	.	+	.	.	.	.	. . . . . . .
Allium vineale	.	+	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Arabis hirsuta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . + . . + .
Betula pubescens	.	.	r	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Calamagrostis epigejos	.	.	.	.	.	1	1	.	.	. . . . . . .
Calliergonel cuspidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. + . . . . .
Calluna vulgaris	.	.	.	3	3	.	.	.	.	. . . . . . .
Carex pallescens	+	.	1	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Carlina vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ . . . . . +
Cirsium acaule	+	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Cirsium arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . + . r .
Cirsium vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . + . . .
Clinopodium vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . + .
Convolvulus arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . +
Cynosurus cristatus	.	+	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Dactylorhiza species	.	.	.	.	r	.	.	.	.	. . . . . . .
Equisetum arvense	.	.	.	+	.	.	.	.	.	. . . . . . .
Eupatorium cannabinum	.	.	.	.	.	.	r	.	.	. . . . . . .
Eurhynchium species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+ . . . . . .
Festuca arundinacea	.	+	.	.	.	.	.	.	.	. . . . . . .

	Berghofweide	Kannerhei	Winkelberg	Strooberg	Hoefijzer	6	7	8	9	Koeberg
<i>Festuca ovina</i>	.	.	b	.	+	.	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fissidens species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Fissidens taxifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Genista anglica</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Helictotricho pratense</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hierac praeal s. bauhi</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium sabaudum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Hieracium vulgatum ag.</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Plagiomnium rostratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Plantago major</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.
<i>Potentilla sterilis</i>	.	.	.	.	.	.	m	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Rosa rubiginosa</i>	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.
<i>Rubus species</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Sagina apetala</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Spiranthes spiralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.
<i>Verbascum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Veronica arvensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sativa s. nigra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.



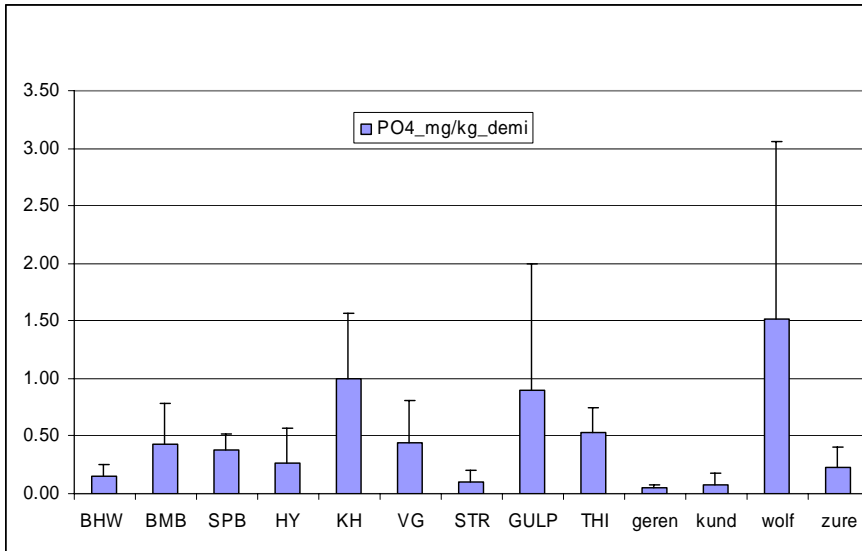
	Berghofweide	Kannerhei	Winkelberg	Strooberg	Hoefijzer	6	7	8	9	Koeberg
Vicia sepium	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . .	. . .	.	. . . . . +	. . . . .
Vulpia myuros	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . .	. . .	.	. . . . .	. . . . . +



## Bijlage 7 Overige resultaten van de bodemanalyses

### 1. Fosfaat (demi-extractie)

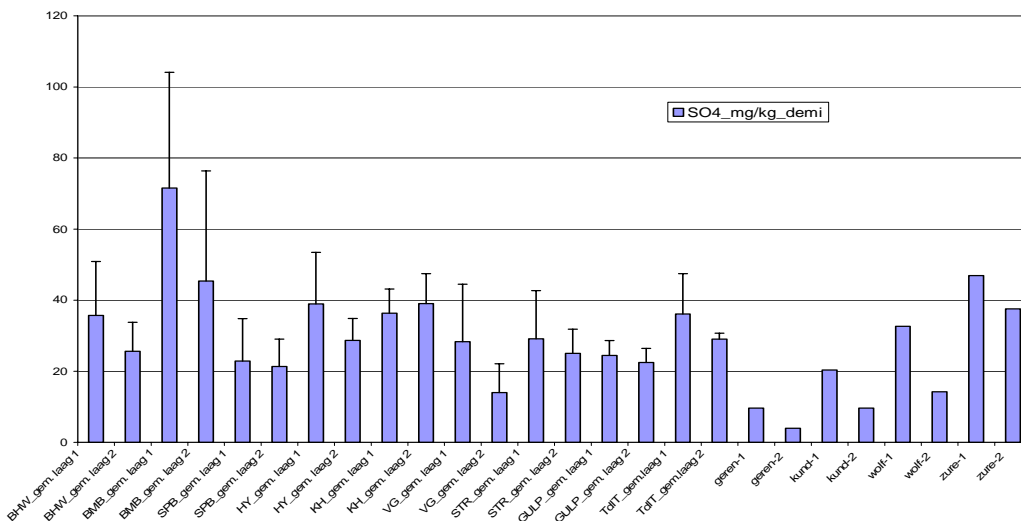
Weergegeven is de gemiddelde concentraties fosfaat ( $\text{PO}_4$ ) op basis van de demi-extractie (Figuur 58) per terrein. De laagste concentratie fosfaat (gem. 0,004 mg/kg droge grond) werd aangetroffen in de tweede laag van de Kunderberg en de hoogste concentratie (gem. 2,6 mg/kg droge grond) in de eerste laag van de Wolfskop. Opvallend zijn met name de hoge waarden die zijn gevonden op de Kannerhei, Gulperberg en Wolfskop.



Figuur 58 Concentratie fosfaat in de verschillende terreinen (met standaarddeviatie). De legenda van de terreinen is terug te vinden in Paragraaf 5.1.

### 2. Sulfaat (demi-extractie)

Weergegeven zijn de gemeten concentraties sulfaat ( $\text{SO}_4$ ) op basis van de demi-extractie (Figuur 59). Deze varieerde van gemiddeld 4 (mg/kg droge grond) in de tweede laag van het Gerendal tot gemiddeld 72 in de eerste laag van de Winkelberg.

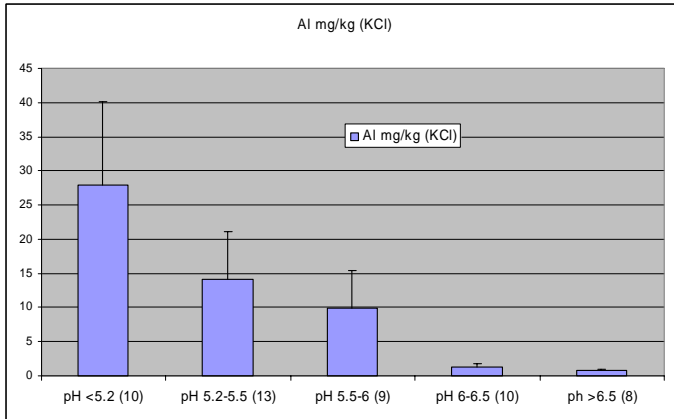


Figuur 59 Concentraties sulfaat in de verschillende terreinen (met standaarddeviatie). De legenda van de terreinen is terug te vinden in Paragraaf 5.1.

### 3. Aluminium

De aluminium-concentratie in de bodemmonsters (KCl-extractie) varieerde van gemiddeld 0,5 (mg/kg droge grond) in de eerste laag van de Wolfskop tot gemiddeld 58 in de tweede laag van de Vosgrubbe.

De relatie tussen de pH en Al (KCl-extractie) is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Al-concentraties weer te geven (Figuur 60). De aluminium-concentratie blijkt het hoogst bij een lage pH. Bij een lage pH in de bodem vindt buffering plaats door aluminium(hydr)oxiden, waarbij aluminium in oplossing kan gaan (o.a. De Graaf 1990).

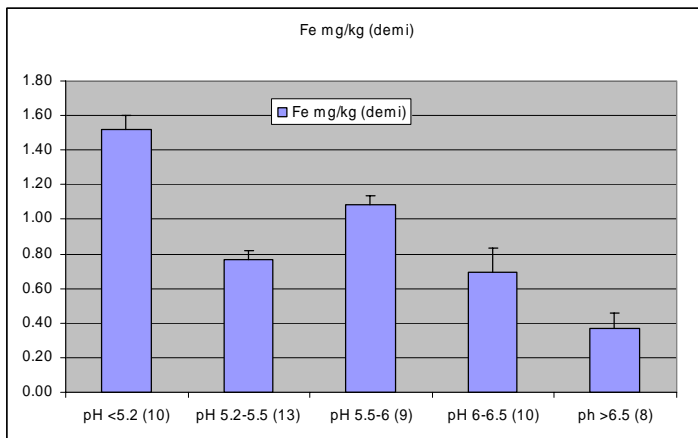


Figuur 60 Relatie pH en aluminium-concentratie van de 50 bodemmonsters.

### 4. IJzer

De ijzer-concentratie in de bodemmonsters (demi) varieerde van gemiddeld 0,2 mg/kg droge grond in de tweede laag in het Gerendal tot gemiddeld 2,8 in de eerste laag van de Winkelberg.

De relatie tussen de pH en Fe (demi-extractie) is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Fe-concentraties weer te geven (Figuur 61). De ijzer-concentratie blijkt het hoogst bij een lage pH. Bij een lage pH in de bodem vindt buffering plaats door aluminium(hydr)oxiden, waarbij ook ijzer in oplossing kan gaan (o.a. De Graaf 1990).

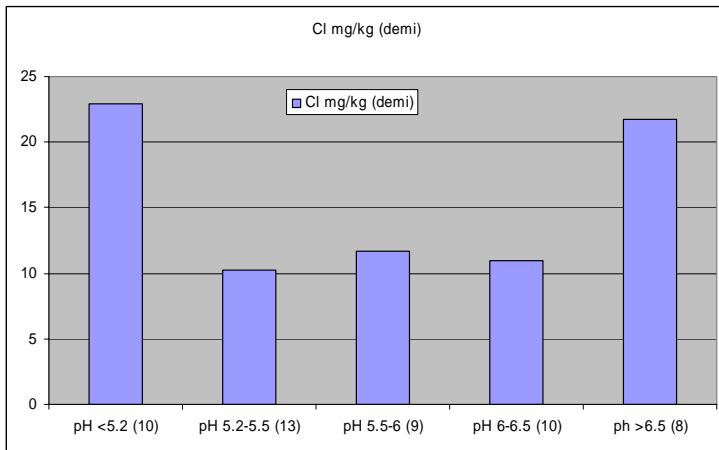


Figuur 61 Relatie pH en ijzer-concentratie van de 50 bodemmonsters.

### 5. Chloride

De chloride-concentratie in de bodemmonsters (demi-extractie) varieerde van gemiddeld 1,6 mg/kg droge grond in de tweede laag in het Gerendal tot gemiddeld 32 in de tweede laag van de Vosgrubbe.

De relatie tussen de pH en chloride is bekeken door de pH in te delen in 5 groepen en hierbij de Cl-concentraties weer te geven (Figuur 62). Er lijkt geen relatie te zijn tussen pH en chloride-concentratie.

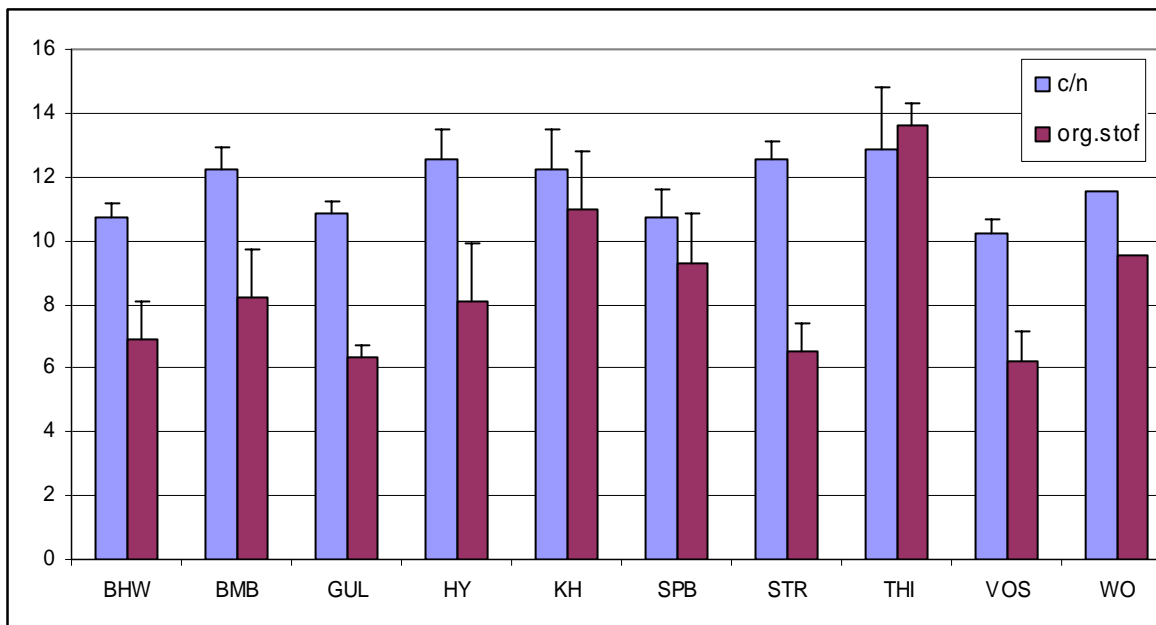


Figuur 62 Relatie pH en Chloride-concentratie in de 50 bodemmonsters.

## 6. C/N-getal en organische stof

De parameters koolstof en stikstof zijn gemeten in de bodemmonsters. Hiervan is de onderlinge verhouding weergegeven in het C/N-getal. Verder is ook het percentage organische stof berekend. Beide waarden zijn uitgezet in Figuur 63.

Figuur 63 Gemiddeld C/N-getal en gemiddeld organische stofgehalte per terrein.



### Enkele conclusies:

- In een aantal terreinen is een hoog fosfaat-gehalte aangetroffen;
- Hoe lager de pH, hoe meer aluminium in de bodem;
- Hoe lager de pH, hoe meer ijzer in de bodem;
- De relatie chloride en bodem-pH is niet duidelijk te leggen.

## **Bijlage 8 Herkomst gebruikte opnamen**

### **1. Opnamen Bemelerbergcomplex**

De eerste groep (10 opnamen) is gemaakt in de periode 1936-1951. Het betreft 1 opname uit 1936 van J. Vlieger, 1 opname uit 1938 van H. Passchier, 1 opname uit 1941 van W.H. Diemont, 2 opnamen uit 1942 van J. Meltzer, 2 opnamen uit 1944 van W.H. Diemont, 2 opnamen uit 1948 en 1 uit 1951 van een onbekende auteur (CML-archief). De tweede groep bevat 19 opnamen uit 1969 (gemaakt door Van der Lely-van Bommel & Van Niekerk-Brouwer). De derde groep bevat 21 opnamen uit de periode 1980-1993; 6 uit 1980 van Willems, 6 uit 1981 van Schaminée & Hennekens, 6 uit 1986 van Stieperaere en 3 uit 1993 van de provincie Limburg. De vierde groep betrof 15 opnamen uit 2003 (gemaakt door Smits).

### **2. Opnamen Berghofweide**

De oudste opnamen (groep 1) zijn gemaakt door W.H. Diemont in 1944 (1 opnamen) en 2 opnamen in het kader van het CML-archief in 1948. Door Prijs & Seinen-Numan werden in 1968 73 opnamen gemaakt. In 1971 werden door Boonen & Martens 68 opnamen gemaakt en in 1980 door Bunnik & Van Moorsel 78 opnamen. In 1981 werden door Schaminée nog eens 5 opnamen gemaakt. Uit recentere jaren zijn 2 opnamen uit 1991 bekend van Weeda, 2 opnamen uit 1998 van T. de Goede en 7 opnamen uit 2003 van Smits.